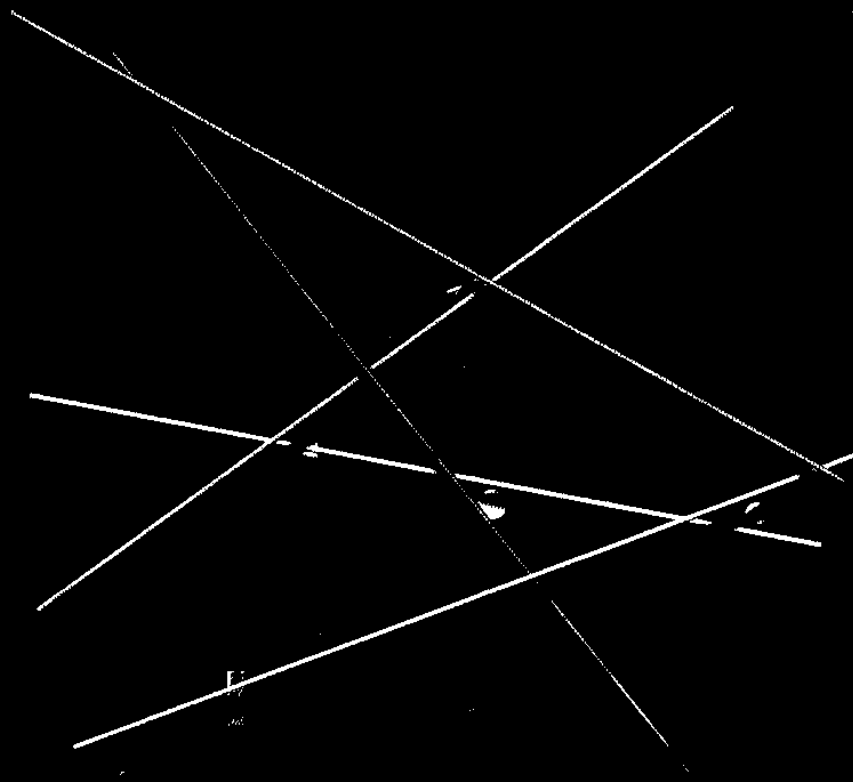


# CHEMIE

S B Í R K A P Ř Í K L A D U



**ALEŠ MAREČEK  
JAROSLAV HONZA**

---

**PRO STUDENTY  
STŘEDNÍCH ŠKOL**

# CHEMIE

S B Í R K A P Ř Í K L A D Ů

**ALEŠ MAREČEK  
JAROSLAV HONZA**

---

**PRO STUDENTY  
STŘEDNÍCH ŠKOL**

## Úvodní slovo

Vážení přátelé,

připravili jsme pro Vás sbírku řešených a neřešených příkladů z obecné chemie a chemického názvosloví. Jednotlivé příklady a úkoly jsou řazeny do 16 kapitol nazvaných:

- Stavba atomu
- Chemická vazba
- Úpravy chemických rovnic
- Hmotnostní zlomek
- Objemové procento
- Látkové množství
- Molární koncentrace
- Výpočty z chemického vzorce
- Ředění roztoku
- Výpočty z chemických rovnic
- Výpočty pH
- Součín rozpustnosti
- Termochemie
- Elektrochemie
- Názvosloví anorganické chemie
- Názvosloví organické chemie

Výsledky neřešených příkladů jsou uvedeny na konci jejich zadání nebo v samostatné kapitole s názvem Výsledky.

Dovolte nám, abychom poděkovali firmě DaTaPrint Brno, která provedla grafickou úpravu knihy a měla velké pochopení pro naše požadavky.

Mnoho úspěchů ve studiu Vám přeji

autoři

## Obsah

|  |     |
|--|-----|
| Stavba atomu .....                                 | 7   |
| Chemická vazba .....                               | 15  |
| Úpravy chemických rovnic .....                     | 17  |
| <i>Chemické výpočty</i>                            |     |
| Hmotnostní zlomek .....                            | 23  |
| Objemové procento .....                            | 31  |
| Látkové množství .....                             | 35  |
| Molární koncentrace .....                          | 45  |
| Výpočty z chemického vzorce .....                  | 61  |
| Ředění roztoků .....                               | 67  |
| Výpočty z chemických rovnic .....                  | 75  |
| Výpočty pH .....                                   | 85  |
| Součin rozpustnosti .....                          | 99  |
| Termochemie .....                                  | 101 |
| Elektrochemie .....                                | 105 |
| <i>Chemické názvosloví</i>                         |     |
| Názvosloví anorganické chemie .....                | 111 |
| Názvosloví organické chemie .....                  | 117 |
| <i>Přílohy</i>                                     |     |
| Relativní atomové hmotnosti některých prvků        |     |
| Relativní molekulové hmotnosti některých sloučenin |     |
| Výsledky .....                                     | 133 |

## Stavba atomu

### 1. Jádro atomu obsahuje:

- a) elektrony      b) neutrony      c) protony      d) pozitrony

### 2. Vyberte správné tvrzení:

- a) proton má záporný náboj      b) proton má kladný náboj  
c) proton je částice bez náboje      d) proton má stejnou hmotnost jako elektron

### 3. Proton je:

- a) těžší než elektron      b) lehčí než elektron  
c) částice se stejnou hmotností jako elektron  
d) částice se záporným nábojem  
e) částice, která je společně s elektronem obsažená v jádře atomu  
f) částice přibližně 2000 krát lehčí než elektron

### 4. V atomu se vždy shoduje počet:

- a) protonů a neutronů      b) neutronů a elektronů  
c) pozitronů a protonů      d) počet elektronů a protonů

### 5. Prvek je soubor atomů se stejným:

- a) počtem elektronů v obalu      b) protonovým číslem  
c) hmotnostním číslem      d) počtem nukleonů v jádře  
e) počtem protonů v jádře      f) počtem protonů i neutronů v jádře  
g) počtem protonů, počet neutronů může být různý

### 6. Většina hmoty atomu je vždy soustředěna:

- a) v elektronovém obalu      b) v jádře atomu      c) v protonech  
d) v neutronech      e) v protonech a neutronech obsažených v jeho jádře

### 7. Vyberte správné zápisy:

- a)  $1p^3$       b)  $3f^4$       c)  $2d^2$       d)  $1s^2$       e)  $4p^7$       f)  $3p^3$       g)  $5d^5$   
h)  $6f^3$       i)  $6p^4$       j)  $4f^5$       k)  $d^{10}$

**8. Vyberte správné zápisy:**

- a)  $n = 3$   $l = 0$   $m = 0$     b)  $n = 1$   $l = 1$   $m = -1$     c)  $n = 1$   $l = 1$   $m = 0$   
 d)  $n = 5$   $l = 2$   $m = 0$     e)  $n = 2$   $l = 1$   $m = 1$     f)  $n = 3$   $l = 2$   $m = 0$   
 g)  $n = 4$   $l = -3$   $m = -3$     h)  $n = 2$   $l = 1$   $m = -1$     i)  $n = 0$   $l = -1$   $m = -1$   
 j)  $n = 1$   $l = 0$   $m = 0$     k)  $n = 8$   $l = 6$   $m = -5$     l)  $n = 7$   $l = -6$   $m = 3$

**9. Které orbitály odpovídají uvedeným hodnotám vedlejších kvantových čísel:**

- a)  $l = 1$     b)  $l = 0$     c)  $l = 3$     d)  $l = 2$

**10. Zapište elektronovou konfiguraci následujících prvků:**

- a)  ${}_4\text{Be}$     b)  ${}_{10}\text{Ne}$     c)  ${}_{12}\text{Mg}$     d)  ${}_{34}\text{Se}$     e)  ${}_{15}\text{P}$

**11. Celkový počet protonů v jádře bývá označován jako:**

- a) nukleonové číslo    b) neutronové číslo    c) atomové číslo  
 d) protonové číslo

**12. Celkový počet neutronů v jádře atomu bývá označován jako:**

- a) atomové číslo    b) protonové číslo    c) nukleonové číslo  
 d) neutronové číslo

**13. Předpokládejme, že existuje nuklid  ${}_{17}^{35}\text{X}$** 

- a) napište jeho elektronovou konfiguraci  
 b) zjistěte, zda se jedná o prvek přechodný, nepřechodný nebo vnitřně přechodný  
 c) určete počet elektronů v jeho elektronovém obalu  
 d) určete počet neutronů v atomovém jádře tohoto prvku  
 e) určete číslo periody, v níž se prvek nachází  
 f) určete číslo skupiny, ve které se prvek nachází

**14. Jaký je maximální počet elektronů, které se mohou vyskytovat v plně obsazeném souboru:**

- a) d-orbitalů    b) f-orbitalů    c) p-orbitalů

**15. Kolik elektronů maximálně obsahuje čtvrtá vrstva elektronového obalu:**

- a) je-li vrstvou poslední    b) pokud je vrstvou předposlední  
 c) pokud je již zaplněn s-orbital vrstvy s hlavním kvantovým číslem 6?

**16. S využitím rámečků zapište, že f-orbitály obsahují 8 elektronů.****17. Rozhodněte, který z následujících zápisů je správný:**

- a) 

|   |   |   |   |   |  |  |
|---|---|---|---|---|--|--|
| ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ |  |  |
|---|---|---|---|---|--|--|

    b) 

|   |   |   |   |  |  |
|---|---|---|---|--|--|
| ↑ | ↓ | ↑ | ↑ |  |  |
|---|---|---|---|--|--|

    c) 

|   |   |   |  |  |  |
|---|---|---|--|--|--|
| ↑ | ↑ | ↑ |  |  |  |
|---|---|---|--|--|--|

  
 d) 

|   |   |   |   |   |   |  |  |
|---|---|---|---|---|---|--|--|
| ↑ | ↓ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ |  |  |
|---|---|---|---|---|---|--|--|

    e) 

|   |   |   |   |   |  |  |
|---|---|---|---|---|--|--|
| ↑ | ↓ | ↑ | ↓ | ↑ |  |  |
|---|---|---|---|---|--|--|

    f) 

|   |   |   |  |  |  |
|---|---|---|--|--|--|
| ↑ | ↑ | ↓ |  |  |  |
|---|---|---|--|--|--|

**18. Z uvedených trojic orbitalů vyberte vždy ten, který elektrony zaplní nejdříve:**

- a) 3s, 3p, 4s    b) 4s, 3d, 3p    c) 2s, 2p, 3s    d) 4f, 6p, 5d    e) 6p, 7s, 4f  
 f) 4p, 3d, 5s    g) 6p, 7s, 5d    h) 7d, 8s, 7p    i) 6f, 7d, 8p

**19. Zapište elektronovou konfiguraci poslední vrstvy elektronového obalu prvků:**

- a) I. skupiny    b) III. skupiny    c) V. skupiny    d) VIII. skupiny

**20. Uvedte, jaký nejvyšší počet elektronů může být v orbitalech:**

- a) 3d    b) 4s    c) 4f    d) 5d    e) 5f    f) 1s

**21. Atom A má elektronovou konfiguraci  $1s^2 2s^1$ , atom B  $1s^2 4s^1$ . Rozhodněte, která z následujících tvrzení jsou pravdivá:**

- a) A představuje atom lithia    b) B představuje atom draslíku  
 c) k přeměně A na B stačí dodat vhodné kvantum energie  
 d) A a B jsou atomy různých prvků    e) B je zápisem excitovaného stavu prvku A

**22. Vyberte správné tvrzení:**

- a) izotopy jsou atomy se stejným protonovým, ale různým nukleonovým číslem  
 b) látka tvořená výhradně atomy se stejným protonovým číslem se nazývá nuklid  
 c) nuklid je označení pro množinu atomů, stejného protonového a neutronového čísla  
 d) izotopy jsou atomy, které mají stejné protonové, ale různé neutronové číslo  
 e) nuklid je množina atomů, které mají stejné neutronové číslo  
 f) množina atomů se stejným protonovým číslem se nazývá prvek  
 g) atomy mající v elektronovém obalu stejný počet elektronů náleží stejnému prvku  
 h) atomy se stejným počtem elektronů v elektronovém obalu náleží vždy stejnému nuklidu

**23. Orbital je definován jako:**

- a) dráha, po které obíhá elektron kolem jádra  
 b) prostor, který má vždy kulový tvar a nachází se v něm elektrony  
 c) prostor v okolí jádra atomu, kde se elektron vyskytuje s 95% pravděpodobností  
 d) křivka, po které s 95% pravděpodobností obíhá elektron

**24. Vybte správné výroky:**

- a) hlavní kvantové číslo nabývá vždy celočíselné hodnoty
- b) hlavní a vedlejší kvantové číslo rozhoduje o energii elektronu
- c) hlavní kvantové číslo může mít hodnotu 10
- d) hlavní kvantové číslo nabývá vždy kladné celočíselné hodnoty, nejvýše však 7

**25. Vybte správné výroky:**

- a) vedlejší kvantové číslo rozhoduje o tvaru orbitalu
- b) vedlejší kvantové číslo nabývá hodnot od  $-n$  po  $+n$  a také 0
- c) pokud je  $n = 7$ , může mít vedlejší kvantové číslo hodnotu  $-6$
- d) vedlejší a hlavní kvantové číslo rozhoduje o energii elektronu
- e) vedlejší kvantové číslo rozhoduje o tvaru dráhy elektronu

**26. Magnetické kvantové číslo:**

- a) nabývá pouze hodnot celých kladných čísel a 0
- b) nabývá hodnot od  $-n$  po  $+n$  a také 0
- c) může mít hodnotu  $+8$ , pokud je  $n = 9$
- d) nabývá pouze hodnot  $+1/2$  a  $-1/2$

**27. Vybte správné výroky:**

- a) spinové kvantové číslo nabývá pouze hodnot  $+1/2$  a  $-1/2$
- b) degenerované orbitály mají stejnou hodnotu  $n$  a  $l$
- c) existuje pět orbitalů typu p
- d) degenerované orbitály se liší v magnetickém kvantovém čísle

**28. Vybte správné výroky:**

- a) d-orbitály jsou degenerované a je jich celkem sedm
- b) pro orbitály typu p nabývá magnetické kvantové číslo hodnot  $-1, 0, 1$
- c) počet hodnot, které může magnetické kvantové číslo nabýt pro určitou hodnotu vedlejšího kvantového čísla, určuje počet degenerovaných orbitalů stejného typu
- d) hodnotě kvantového čísla  $l = 3$  odpovídá vždy kvantové číslo  $n = 4$

**29. Vybte správné výroky:**

- a) v jednom orbitalu můžou být maximálně dva elektrony, které se liší hodnotou spinového kvantového čísla
- b) pokud se nachází dva elektrony ve společném orbitalu, musí mít všechna kvantová čísla shodná
- c) v degenerovaných orbitalech se vyskytují pouze elektrony se stejným spinem
- d) ke vzniku elektronových párů může dojít pouze v případě, že všechny degenerované orbitály jsou zaplněny elektrony se stejným spinovým kvantovým číslem

**30. Vybte správné výroky:**

- a) orbitály se elektrony zaplňují postupně s rostoucí hodnotou hlavního kvantového

čísla. V případě, že jejich hlavní kvantové číslo je shodné, rozhoduje o pořadí zaplňování jednotlivých orbitalů hodnota vedlejšího kvantového čísla

- b) orbitály s nižší energií se zaplňují elektrony dříve než orbitály s energií vyšší
- c) orbitály se zaplňují s rostoucí hodnotou součtu  $n + l$ . V případě shodného součtu se dříve zaplní orbitály s nižším vedlejším kvantovým číslem (to např. znamená, že orbitály typu p se zaplní elektrony dříve než orbitály typu d stejné vrstvy)
- d) orbitály se zaplňují s rostoucí hodnotou součtu  $n + l$ . V případě shodného součtu se dříve zaplní orbitály s nižším hlavním kvantovým číslem (to např. znamená, že orbitály typu 5f se zaplní elektrony dříve než orbitály typu 6d)

**31. Vybte správné výroky:**

- a) vlastnosti prvků se periodicky mění v závislosti na relativní atomové hmotnosti
- b) vlastnosti prvků se periodicky mění v závislosti na rostoucím neutronovém čísle
- c) vlastnosti prvků se periodicky mění v závislosti na rostoucím nukleonovém čísle
- d) vlastnosti prvků se periodicky mění v závislosti na rostoucím protonovém čísle

**32. Vybte správné výroky:**

- a) pořadové číslo periody je totožné s hlavním kvantovým číslem poslední (pro nepřechodné prvky) nebo předposlední (pro prvky přechodné) obsazované vrstvy
- b) pořadové číslo periody je totožné s hlavním kvantovým číslem nejvyšší obsazované vrstvy
- c) prvky s a p bývají často označovány jako přechodné
- d) prvky s a p doplňují elektrony do vrstvy, jejíž hlavní kvantové číslo je shodné s hlavním kvantovým číslem nejvyšší obsazované vrstvy
- e) přechodné prvky doplňují elektrony do vrstvy, jejíž hlavní kvantové číslo je shodné s hlavním kvantovým číslem předposlední obsazované vrstvy

**33. Určete, které z uvedených párů nuklidů jsou izotopy, které izobary:**

- a)  ${}^3_2\text{He}$ ,  ${}^4_2\text{He}$
- b)  ${}^{13}_7\text{N}$ ,  ${}^{14}_7\text{N}$
- c)  ${}^{13}_6\text{C}$ ,  ${}^{13}_7\text{N}$
- d)  ${}^3_1\text{H}$ ,  ${}^3_2\text{He}$
- e)  ${}^3_1\text{T}$ ,  ${}^2_1\text{D}$
- f)  ${}^{12}_6\text{C}$ ,  ${}^{13}_6\text{C}$

**34. Doplňte rovnice následujících jaderných reakcí:**

- a)  $\dots \rightarrow {}^{32}_{16}\text{S} + {}^0_{-1}\text{e}$
- b)  ${}^{14}_7\text{N} + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^1_1\text{p} + \dots$
- c)  ${}^2_1\text{H} + {}^2_1\text{H} \rightarrow \dots + {}^1_1\text{p}$
- d)  $\dots \rightarrow {}^{11}_5\text{B} + {}^0_{-1}\text{e}$
- e)  ${}^{10}_5\text{B} + {}^1_0\text{n} \rightarrow \dots + {}^4_2\text{He}$
- f)  ${}^{21}_{10}\text{Ne} + {}^1_1\text{p} \rightarrow \dots + {}^4_2\text{He}$

**35. Při přeměně  $\alpha$ :**

- a) je vzniklý nuklid umístěn v periodické soustavě prvků, vzhledem k nuklidu výchozímu, o dvě místa vpravo
- b) je z jádra vymrštěna částice složená ze dvou protonů a dvou neutronů
- c) je z jádra vymrštěna částice složená ze dvou protonů a čtyř neutronů

- d) je vzniklý nuklid umístěn v periodické soustavě prvků, vzhledem k nuklidu výchozímu, o dvě místa vlevo  
e) vzniká vždy stabilní (neradioaktivní) nuklid

### 36. Při přeměně $\beta^-$ :

- a) se některý z protonů přemění na neutron a elektron  
b) je nově vytvořený nuklid umístěn v periodické soustavě prvků, vzhledem k nuklidu původnímu, o jedno místo vpravo  
c) se některý z neutronů přemění na proton a elektron  
d) je nově vytvořený nuklid umístěn v periodické soustavě prvků, vzhledem k nuklidu původnímu, o jedno místo vlevo

### 37. Při přeměně $\beta^+$ :

- a) dochází k přeměně některého neutronu na proton a pozitron  
b) vzniká nuklid, který je v periodické soustavě prvků posunut o jedno místo vlevo od původního nuklidu  
c) vzniká nuklid, který je v periodické soustavě prvků posunut o jedno místo vpravo od původního nuklidu  
d) se přeměňují některé uměle připravené nuklidy, které vybočují z „řeky stability“ pro relativní nadbytek protonů v jádře  
e) dochází k přeměně některého z protonů na neutron a pozitron

### 38. Vyberte správné výroky:

- a) rozpad  $\alpha$  je typický pro přeměny jader těžkých prvků  
b) rozpad  $\beta^-$  je charakteristický pro jádra nuklidů, která vybočují z „řeky stability“ svým počtem neutronů  
c) rozpad  $\beta^-$  je charakteristický pro jádra nuklidů, která vybočují z „řeky stability“ svým počtem protonů  
d) podstatou záření  $\alpha$  je proud kladně nabitých jader tritia

### 39. Vyberte správné výroky:

- a) přebytek neutronů v jádře atomu může být odstraněn elektronovým záchytem  
b) elektronovým záchytem vzniká nuklid, který je v periodické soustavě prvků posunut vzhledem k původnímu nuklidu o jedno místo vlevo  
c) přebytek protonů v jádře atomu může být odstraněn elektronovým záchytem  
d) při elektronovém záchytu některý proton, který je součástí jádra, zachytí elektron elektronového obalu a přemění se na neutron

### 40. Vyberte správné výroky:

- a) při rozpadu  $\beta^+$  vzniká nuklid, který je v periodické soustavě prvků posunut vzhledem k původnímu nuklidu o jedno místo vpravo  
b) nuklid vzniklý rozpadem  $\beta^+$  nebo elektronovým záchytem je v periodické sousta-

- c) záření  $\beta^+$  je tvořeno proudem rychle letících protonů  
d) záření  $\gamma$  je elektromagnetické vlnění s velmi krátkou vlnovou délkou a velmi vysokou energií

### 41. Vyberte správné výroky:

- a) poločas rozpadu je pro všechna nestabilní jádra stejný  
b) poločas rozpadu je doba, za kterou se rozpadne polovina přítomných jader radioaktivního nuklidu  
c) poločas rozpadu je pro každý radioaktivní nuklid neměnný a není závislý na množství radioaktivní látky ani na teplotě  
d) poločas rozpadu se s množstvím radioaktivního nuklidu zkracuje

### 42. V soustavě je 3200 jader radioaktivního nuklidu. Vypočítejte kolik jader tohoto nuklidu bude v soustavě přítomno po uplynutí 6 poločasů rozpadu.

### 43. Vyberte správné výroky:

- a) k určení stáří archeologických nálezů organického původu se užívá nuklid  $^{12}\text{C}$   
b) k určení stáří archeologických nálezů organického původu se užívá nuklid  $^{14}\text{C}$   
c) existují čtyři přírodní rozpadové řady  
d) všechny tři přírodní rozpadové řady jsou zakončeny stabilními nuklidy olova

### 44. S využitím periodické soustavy prvků doplňte následující rovnice jaderných reakcí:

- a)  $^{226}_{88}\text{Ra} \rightarrow \dots + \frac{4}{2}\text{He}$     b)  $\dots \rightarrow \frac{234}{92}\text{U} + \frac{0}{-1}\text{e}$     c)  $\frac{1}{1}\text{p} \rightarrow \frac{0}{0}\text{n} + \dots$   
d)  $\frac{0}{-1}\text{e} + \dots \rightarrow \frac{0}{0}\text{n}$     e)  $\frac{30}{15}\text{P} \rightarrow \dots + \frac{0}{+1}\text{e}$     f)  $\dots \rightarrow \frac{58}{27}\text{Co} + \frac{0}{-1}\text{e}$   
g)  $\frac{A}{Z}\text{X} \rightarrow \dots + \frac{0}{+1}\text{e}$     h)  $\dots \rightarrow \frac{90}{36}\text{Kr} + \frac{0}{-1}\text{e}$

### 45. Vyberte správné výroky:

- a) relativní atomová hmotnost prvku je definována jako poměr skutečné hmotnosti atomu a hmotnosti atomu nuklidu uhlíku  $^{12}\text{C}$   
b) relativní atomová hmotnost prvku je definována jako poměr skutečné hmotnosti atomu a hmotnosti atomové hmotnostní jednotky  $m_u$   
c) jednotkou relativní atomové hmotnosti je  $\text{kg}^{-1}$   
d) relativní atomová hmotnost je bezrozměrné číslo

### 46. Vyberte správné výroky:

- a) relativní atomová hmotnost a střední relativní atomová hmotnost se vždy vztahují na konkrétní nuklid  
b) střední relativní atomovou hmotnost lze vypočítat z relativních atomových hmotností a procentického zastoupení jednotlivých v přírodě se vyskytujících nuklidů určitého prvku



d) atomová hmotnostní konstanta je definována jako 1/12 skutečné hmotnosti atomu nuklidu uhlíku  $^{12}\text{C}$

**47. Vypočítejte střední relativní molekulové hmotnosti následujících sloučenin a výsledek zaokrouhlete na jedno desetinné místo:**

- a)  $\text{NH}_3$     b)  $\text{H}_3\text{PO}_4$     c)  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$     d)  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$     e)  $\text{N}_2$   
 f)  $\text{NaCl}$     g)  $\text{Fe}_2\text{O}_3$     h)  $\text{NaHSO}_4$

**48. Pokud mají dvě atomová jádra stejnou hmotnost, jedná se vždy o:**

- a) jádra stejného nuklidu  
 b) jádra izobarů  
 c) jádra, která mají stejný počet protonů a neutronů  
 d) jádra, která mají stejný počet nukleonů  
 e) jádra se stejným počtem protonů

**49. Jistý prvek je charakterizován atomovým číslem 30:**

- a) napište jeho elektronovou konfiguraci  
 b) určete počet elektronů v jeho elektronovém obalu  
 c) určete počet neutronů v atomovém jádře tohoto prvku  
 d) zjistěte, zda se jedná o prvek přechodný, nepřechodný nebo vnitřně přechodný  
 e) určete číslo periody v níž se prvek nachází  
 f) určete číslo skupiny, ve které se prvek nachází  
 g) s využitím periodické tabulky napište jeho značku

## Chemická vazba

**1. Z následující skupiny látek –  $\text{HCl}$ ,  $\text{NaCl}$ ,  $\text{BaCl}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{KBr}$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{CF}_4$ ,  $\text{PCl}_3$ ,  $\text{F}_2$ ,  $\text{SiH}_4$  – vyberte ty, v jejichž molekulách jsou atomy poutány vazbou:**

- a) nepolární    b) polární    c) iontovou

**2. Napište elektronový strukturní vzorec:**

- a)  $\text{PCl}_3$     b)  $\text{N}_2$     c)  $\text{NH}_3$     d)  $\text{SF}_6$     e)  $\text{Cl}_2$

**3. Z uvedených dvojic vyberte látku s vyšším bodem varu a řešení zdůvodněte.**

- a)  $\text{CH}_3\text{OCH}_3$      $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$     b)  $\text{NH}_3$      $\text{PH}_3$     c)  $\text{H}_2\text{O}$      $\text{H}_2\text{S}$   
 d)  $\text{HF}$      $\text{HBr}$     e)  $\text{CH}_3\text{COOH}$      $\text{CH}_3\text{COOCH}_3$

**4. Uveďte, které z následujících sloučenin mají nenulový dipólový moment:**

- a)  $\text{CCl}_4$     b)  $\text{H}_2\text{O}$     c)  $\text{Cl}_2$     d)  $\text{NH}_3$     e)  $\text{HCl}$     f)  $\text{BF}_3$

**5. Vyberte látky, mezi jejichž molekulami mohou existovat vodíkové můstky:**

- a)  $\text{HF}$     b)  $\text{HCOOH}$     c)  $\text{SiH}_4$     d)  $\text{H}_2\text{O}$     e)  $\text{SO}_2$     f)  $\text{H}_2$

**6. Z uvedených látek vyberte sloučeninu, která bude vytvářet nejsilnější vodíkové můstky:**

- a)  $\text{CH}_4$     b)  $\text{HF}$     c)  $\text{HBr}$     d)  $\text{PH}_3$     e)  $\text{H}_2\text{S}$     f)  $\text{SiH}_4$

**7. Určete typ hybridizace orbitalů centrálního atomu v uvedených molekulách a iontech. Uveďte, jaké bude prostorové uspořádání těchto částic.**

- a)  $\text{CO}_2$     b)  $\text{H}_2\text{O}$     c)  $\text{SO}_2$     d)  $\text{NH}_3$     e)  $\text{SO}_2\text{Cl}_2$     f)  $\text{BCl}_3$   
 g)  $\text{SO}_4^{2-}$     h)  $\text{SiH}_4$     i)  $[\text{PCl}_6]^-$     j)  $\text{CH}_4$     k)  $\text{PO}_4^{3-}$     l)  $\text{ClO}_3^-$   
 m)  $\text{NO}_2$     n)  $\text{HCHO}$     o)  $\text{PCl}_5$     p)  $[\text{BF}_4]^-$     q)  $\text{SO}_3$     r)  $\text{POCl}_3$   
 s)  $\text{SOCl}_2$     t)  $\text{NH}_4^+$     u)  $\text{XeF}_4$     v)  $\text{SF}_4$     w)  $\text{BrF}_3$     x)  $\text{PCl}_3$   
 y)  $\text{SnBr}_2$     z)  $\text{COCl}_2$

**8. Z uvedených sloučenin vyberte tu, která má největší a nejmenší vazebný úhel:**

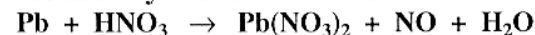
- a)  $\text{CO}_2$     b)  $\text{SO}_2$     c)  $\text{NO}_2$

**9. Odhadněte vazebné úhly v molekulách následujících sloučenin:**

- a)  $\text{H}_2\text{O}$     b)  $\text{BCl}_3$     c)  $\text{CCl}_4$     d)  $\text{NO}_2$     e)  $\text{CH}_4$     f)  $\text{NH}_3$

## Úpravy chemických rovnic

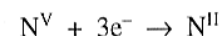
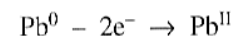
### 1. Doplňte koeficienty do schematu reakce:



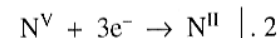
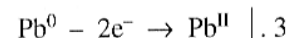
#### Řešení:

a) Zjistíme, u kterých prvků se v průběhu reakce změnilo oxidační číslo. Olovo se na levé straně rovnice vyskytuje nesloučené – jeho oxidační číslo je rovno nule. Na pravé straně je vázáno v dusičnanu olovnatém, ve kterém má oxidační číslo dvě. Dusík vstupuje do reakce ve formě kyseliny dusičné a jeho oxidační číslo je proto rovno pěti. Kyselina dusičná vystupuje v reakci jako oxidační činidlo (jejím působením se oxidovalo olovo). Reakcí vzniká dusičnan olovnatý a oxid dusnatý. V dusičnanu olovnatém je oxidační číslo dusíku rovno pěti (nezměnilo se) a v oxidu dusnatém dvěma – dusík se redukoval.

b) Nyní oba děje spojené se změnou oxidačního čísla zapíšeme pomocí dílčích rovnic:

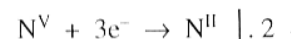
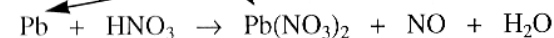
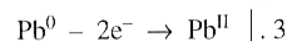


c) Počty uvolněných i přijatých elektronů musí být stejné, proto je nutné najít nejmenší společný násobek čísel udávajících počty vyměněných a přijatých elektronů. V našem případě se jedná o číslo šest. Prakticky postupujeme tak, že v obou rovnicích křížem vyměníme čísla udávající počty odevzdaných nebo přijatých elektronů a rovnice těmito čísly vynásobíme:

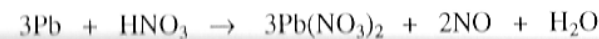


Po vynásobení bude v obou rovnicích vystupovat šest elektronů, které dodají tři atomy olova a přijmou dva atomy dusíku.

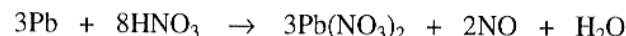
d) Nyní provedeme vlastní úpravu schematu. Nejdříve doplníme koeficienty u vzorců látek, u kterých došlo ke změně oxidačních čísel:



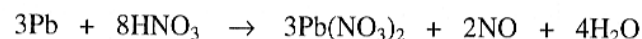
tedy



Počty atomů olova jsou na levé i pravé straně schématu shodné. Na levé straně není doplněn koeficient u vzorce kyseliny dusičné, protože počet molekul kyseliny, které se účastní reakce, je dán součtem atomů dusíku vázaných v oxidu dusnatém (2) a dusičnanu olovnatém (6). Z uvedeného vyplývá, že do reakce vstupuje 8 molekul kyseliny dusičné.

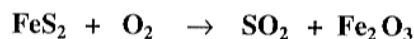


- e) Zbývá doplnit koeficient udávající počet molekul vody vzniklých v průběhu reakce. Na levé straně schématu se vodík vyskytuje pouze v molekulách kyseliny dusičné (osm atomů), na straně pravé je obsažen jen ve vodě. Z uvedeného plyne, že reakcí vznikají 4 molekuly vody.



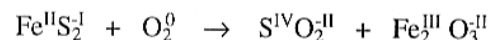
- f) Pro kontrolu porovnáme počty atomů kyslíku na obou stranách rovnice; na levé i pravé straně je shodně 24 atomů kyslíku, rovnice je tedy vyrovnaná.

## 2. Doplněte koeficienty do schématu reakce:

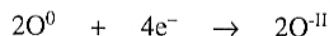
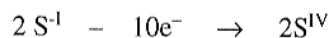
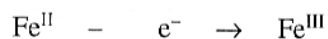


### Řešení:

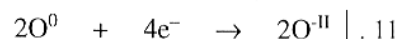
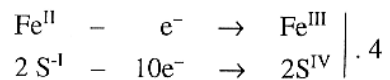
- a) Nejprve zjistíme, u kterých prvků se v průběhu reakce změnilo oxidační číslo:



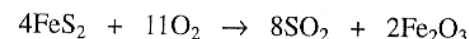
- b) Děje spojené se změnou oxidačního čísla zapíšeme pomocí dílčích rovnic:



- c) Počty uvolněných i přijatých elektronů musí být stejné, proto je nutné najít nejmenší společný násobek čísel udávajících počty vyměněných a přijatých elektronů. V našem případě železo i síra, tvořící disulfid železnatý, elektrony uvolňují a kyslík elektrony přijímá. Disulfid železnatý v reakci vystupuje jako redukční a kyslík jako oxidační činidlo. Redukční systém uvolní celkem 11 elektronů; musíme proto najít nejmenší společný násobek čísel 11 a 4. Je jasné, že v tomto případě je třeba obě rovnice popisující oxidaci disulfidu železnatého vynásobit čtyřmi a rovnicí vyjadřující redukci kyslíku jedenácti:

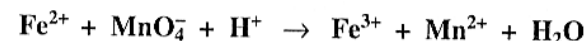


- d) Zbývá provést vlastní úpravu schématu:



- e) Pro kontrolu správnosti provedené úpravy porovnáme počty atomů jednotlivých prvků na obou stranách rovnice.

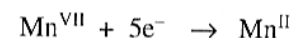
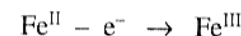
## 3. Doplněte stechiometrické koeficienty do schématu chemické reakce:



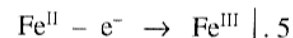
### Řešení:

- a) Nejprve zjistíme změny oxidačních čísel jednotlivých prvků. U železa se změnilo oxidační číslo z II na III, u manganu ze VII na II. (Železnaté ionty vystupují v reakci jako redukční, manganistanové jako oxidační činidlo.)

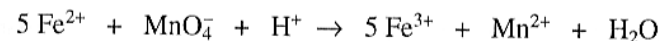
- b) Děje spojené se změnou oxidačního čísla zapíšeme pomocí dílčích rovnic:



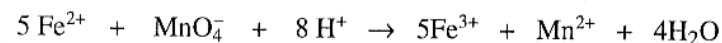
- c) Nejmenší společný násobek čísel udávajících počty uvolněných a přijatých elektronů je pět. První rovnici proto vynásobíme pěti, druhá zůstane nezměněna:



- d) Provedeme vlastní úpravu schématu:

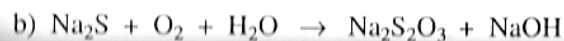
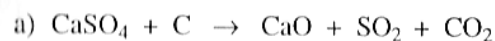


- e) Atomy kyslíku se na levé straně schématu vyskytují pouze v manganistanovém aniontu, na straně pravé jen ve vodě. Protože počty atomů kteréhokoliv prvku musí být na obou stranách rovnice shodné, před vzorec vody doplníme čtyřku. Ve čtyřech molekulách vody je osm atomů vodíku, proto před  $\text{H}^+$  na levé straně schématu doplníme osmičku a úprava rovnice je ukončena.



- f) Správnost řešení lze ověřit součtem nábojů všech iontů na levé a pravé straně rovnice. Oba součty musí být shodné. V našem případě je součet nábojů jednotlivých iontů na obou stranách iontové rovnice +17.

## 4. Doplněte stechiometrické koeficienty:



- c)  $\text{MnO}_2 + \text{SO}_2 \rightarrow \text{MnSO}_4 + \text{MnS}_2\text{O}_6$   
 d)  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{I}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6 + \text{NaI}$   
 e)  $\text{H}_2\text{SeO}_3 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Se} + \text{H}_2\text{SO}_4$   
 f)  $\text{H}_2\text{SeO}_3 + \text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{Se} + \text{H}_2\text{O} + \text{S}$   
 g)  $\text{FeSO}_4 + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{H}_2\text{O}$   
 h)  $\text{P} + \text{H}_2\text{O} + \text{Br}_2 \rightarrow \text{HBr} + \text{H}_3\text{PO}_3$   
 i)  $\text{Se} + \text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SeO}_3 + \text{NO}$   
 j)  $\text{H}_2\text{SeO}_3 + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{SeO}_4 + \text{H}_2\text{O}$   
 k)  $\text{Te} + \text{HClO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_6\text{TeO}_6 + \text{Cl}_2$   
 l)  $\text{NaClO}_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{ClO}_2 + \text{NaCl}$   
 m)  $\text{H}_2\text{SeO}_3 + \text{HClO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{SeO}_4 + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O}$   
 n)  $\text{I}_2 + \text{NaClO}_3 \rightarrow \text{NaIO}_3 + \text{Cl}_2$   
 o)  $\text{Se} + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SeO}_4 + \text{HCl}$   
 p)  $\text{HBrO}_3 \rightarrow \text{Br}_2 + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O}$   
 q)  $\text{Ag}_2\text{SeO}_3 + \text{Br}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SeO}_4 + \text{AgBr}$   
 r)  $\text{TeO}_2 + \text{KMnO}_4 + \text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_6\text{TeO}_6 + \text{KNO}_3 + \text{Mn}(\text{NO}_3)_2$   
 s)  $\text{H}_6\text{TeO}_6 + \text{SO}_2 \rightarrow \text{Te} + \text{H}_2\text{SO}_4$   
 t)  $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{MnSO}_4 + \text{O}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$   
 u)  $\text{H}_6\text{TeO}_6 + \text{HCl} \rightarrow \text{H}_2\text{TeO}_3 + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O}$   
 v)  $\text{NaCl} + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{MnO}_2 \rightarrow \text{Cl}_2 + \text{MnCl}_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$   
 w)  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NaHSO}_4 + \text{HCl}$   
 x)  $\text{NaClO}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{ClO}_2 + \text{Cl}_2 + \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$   
 y)  $\text{H}_2\text{SeO}_3 + \text{KMnO}_4 \rightarrow \text{H}_2\text{SeO}_4 + \text{K}_2\text{SeO}_3 + \text{MnSeO}_3 + \text{H}_2\text{O}$   
 z)  $\text{KCl} + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{MnSO}_4 + \text{Cl}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$

### 5. Doplňte následující reakční schémata

- a)  $\text{P} + \text{H}_2\text{O} + \text{I}_2 \rightarrow \text{HI} + \text{H}_3\text{PO}_3$   
 b)  $\text{H}_3\text{PO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{Br}_2 \rightarrow \text{HBr} + \text{H}_3\text{PO}_4$   
 c)  $\text{B}_2\text{O}_3 + \text{BrF}_3 \rightarrow \text{BF}_3 + \text{Br}_2 + \text{O}_2$

- d)  $\text{SiO}_2 + \text{BrF}_3 \rightarrow \text{SiF}_4 + \text{Br}_2 + \text{O}_2$   
 e)  $\text{AgClO}_3 + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{ClO}_2 + \text{O}_2 + \text{AgCl}$   
 f)  $\text{HClO}_3 \rightarrow \text{ClO}_2 + \text{HClO}_4 + \text{H}_2\text{O}$   
 g)  $\text{CO} + \text{I}_2\text{O}_5 \rightarrow \text{I}_2 + \text{CO}_2$   
 h)  $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HCl} + \text{HClO}$   
 i)  $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{Ca}(\text{ClO}_3)_2 + \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$   
 j)  $\text{HIO}_3 + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{O}_2 + \text{I}_2 + \text{H}_2\text{O}$   
 k)  $\text{I}_2 + \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{HIO}_3 + \text{H}_2\text{O}$   
 l)  $\text{NH}_4\text{ClO}_4 \rightarrow \text{N}_2 + \text{Cl}_2 + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O}$   
 m)  $\text{P}_4 + \text{NaOH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NaH}_2\text{PO}_2 + \text{PH}_3$   
 n)  $\text{Hg} + \text{XeF}_4 \rightarrow \text{Xe} + \text{HgF}_2$   
 o)  $\text{SF}_4 + \text{XeF}_4 \rightarrow \text{Xe} + \text{SF}_6$   
 p)  $\text{Au} + \text{NaCN} + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Na}[\text{Au}(\text{CN})_2] + \text{NaOH}$   
 q)  $\text{FeCl}_2 + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{HCl} \rightarrow \text{FeCl}_3 + \text{H}_2\text{O}$   
 r)  $\text{Cu} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$   
 s)  $\text{Cu} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{CuSO}_4 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}$   
 t)  $\text{H}_2\text{S} + \text{SO}_2 \rightarrow \text{S} + \text{H}_2\text{O}$   
 u)  $\text{HCl} + \text{MnO}_2 \rightarrow \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O}$   
 v)  $\text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{KNO}_3 + \text{KOH} \rightarrow \text{K}_2\text{CrO}_4 + \text{KNO}_2 + \text{H}_2\text{O}$   
 w)  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{S} + \text{SO}_2 + \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$   
 x)  $\text{NaOH} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{NaClO} + \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$   
 y)  $\text{Al} + \text{NaOH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4] + \text{H}_2$   
 z)  $\text{NaOH} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{NaClO}_3 + \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$

### 6. Úpravy oxidačně redukčních rovnic v iontovém tvaru

- a)  $\text{IO}_3^- + \text{HSO}_3^- \rightarrow \text{I}^- + \text{SO}_4^{2-} + \text{H}^+$   
 b)  $\text{I}^- + \text{IO}_3^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{I}_2 + \text{H}_2\text{O}$   
 c)  $\text{Cl}_2 + \text{OH}^- \rightarrow \text{Cl}^- + \text{ClO}_3^- + \text{H}_2\text{O}$   
 d)  $\text{ClO}_3^- + \text{C}_2\text{O}_4^{2-} + \text{H}^+ \rightarrow \text{ClO}_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

- e)  $\text{BrO}_2 + \text{OH}^- \rightarrow \text{BrO}_3^- + \text{Br}^- + \text{H}_2\text{O}$   
 f)  $\text{ClO}^- \rightarrow \text{Cl}^- + \text{ClO}_3^-$   
 g)  $\text{MnO}_4^{2-} + \text{H}^+ \rightarrow \text{MnO}_4^- + \text{MnO}_2 + \text{H}_2\text{O}$   
 h)  $\text{ClO}_3^- \rightarrow \text{Cl}^- + \text{ClO}_4^-$   
 i)  $\text{BrO}_3^- + \text{I}^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{Br}_2 + \text{I}_2 + \text{H}_2\text{O}$   
 j)  $\text{IO}_3^- + \text{Br}^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{Br}_2 + \text{IBr} + \text{H}_2\text{O}$   
 k)  $\text{ClO}_3^- + \text{SO}_2 \rightarrow \text{ClO}_2 + \text{SO}_4^{2-}$   
 l)  $\text{Br}^- + \text{BrO}_3^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{Br}_2 + \text{H}_2\text{O}$   
 m)  $\text{IO}_3^- + \text{SO}_3^{2-} \rightarrow \text{I}^- + \text{SO}_4^{2-}$   
 n)  $\text{BrO}^- \rightarrow \text{Br}^- + \text{BrO}_3^-$   
 o)  $\text{I}_2 + \text{SO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{I}^- + \text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-}$   
 p)  $\text{Co}^{2+} + \text{ClO}^- + \text{OH}^- + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Co}(\text{OH})_3 + \text{Cl}^-$   
 q)  $\text{Mn}^{2+} + \text{PbO}_2 + \text{H}^+ \rightarrow \text{MnO}_4^- + \text{Pb}^{2+} + \text{H}_2\text{O}$   
 r)  $\text{Mn}^{2+} + \text{S}_2\text{O}_8^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{MnO}_4^- + \text{SO}_4^{2-} + \text{H}^+$   
 s)  $\text{Cl}^- + \text{MnO}_4^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{Mn}^{2+} + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O}$   
 t)  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{SO}_2 + \text{H}^+ \rightarrow \text{Cr}^{3+} + \text{SO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O}$   
 u)  $\text{MnO}_4^- + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Mn}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} + \text{H}^+$   
 v)  $\text{Fe}^{2+} + \text{NO}_3^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{Fe}^{3+} + \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$   
 w)  $\text{Fe}^{2+} + \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{H}^+ \rightarrow \text{Cr}^{3+} + \text{Fe}^{3+} + \text{H}_2\text{O}$   
 x)  $(\text{COO})_2^{2-} + \text{MnO}_4^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{Mn}^{2+} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$   
 y)  $\text{SO}_3^{2-} + \text{MnO}_4^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{Mn}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O}$   
 z)  $\text{MnO}_4^- + \text{Br}^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{Mn}^{2+} + \text{Br}_2 + \text{H}_2\text{O}$

## Hmotnostní zlomek

1. Jaký je hmotnostní zlomek KOH v roztoku, který vznikl rozpuštěním 50 g této látky ve 150 g vody?

### Řešení:

Hmotnostní zlomek  $w$  je definován jako podíl hmotnosti určité části soustavy (např. rozpuštěné látky) k celkové hmotnosti soustavy.

Pro náš případ:  $w_{\text{KOH}} = 50 / (50 + 150) = 0,25$

**Odpoď:** Hmotnostní zlomek hydroxidu draselného v roztoku je 0,25.

2. Kolik gramů vody bude třeba, aby z 65 g KBr byl připraven roztok, ve kterém je hmotnostní zlomek této soli 0,05?

### Řešení:

Vyjdeme z definice hmotnostního zlomku a sestavíme následující rovnici:

$$0,05 = 65 / (65 + x)$$

$$0,05 \cdot 65 + 0,05x = 65$$

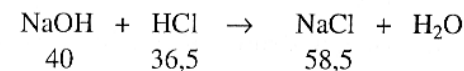
$$x = 1235 \text{ g vody}$$

**Odpoď:** Pro přípravu roztoku je třeba 1235 g vody.

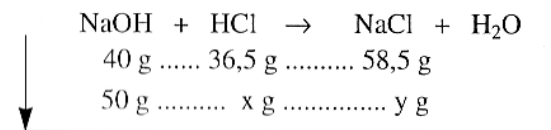
3. Jaký bude hmotnostní zlomek chloridu sodného v soustavě, která vznikla neutralizací roztoku připraveného rozpuštěním 50 g NaOH v 550 cm<sup>3</sup> vody plyným chlorovodíkem?

### Řešení:

- a) Napíšeme rovnici reakce a pod jednotlivé reaktanty i produkty vyznačíme jejich relativní molekulové hmotnosti:



- b) Zápis využijeme pro sestavení dvou přímých úměr:



$$50 : 40 = x : 36,5$$

$$x = 45,6 \text{ g HCl}$$

$$50 : 40 = y : 58,5$$

$$y = 73,1 \text{ g NaCl}$$

c) Hmotnost roztoku vypočítáme jako součet hmotností NaOH, HCl a vody:

$$m_{\text{roztoku}} = 50 + 45,6 + 550 = 645,6 \text{ g}$$

d) Hmotnostní zlomek NaCl v soustavě vypočteme jako podíl hmotností reakcí vzniklého NaCl a hmotností roztoku:

$$w = 73,1 / 645,6 = 0,113$$

**Odpověď:** Hmotnostní zlomek chloridu sodného je 0,113.

**4. Jaký bude hmotnostní zlomek síranu měďnatého v roztoku, který vznikl rozpštěním 50 g  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  ve 450 g vody?**

**Řešení:**

a) V tabulkách vyhledáme relativní molekulové hmotnosti pentahydrátu síranu měďnatého a síranu měďnatého:

$$M_r(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 249,7$$

$$M_r(\text{CuSO}_4) = 159,6$$

b) Z přímé úměry vypočteme hmotnost síranu měďnatého v 50 g jeho pentahydrátu:

$$\begin{array}{l} 249,7 \text{ g CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O} \dots\dots\dots 159,6 \text{ g CuSO}_4 \\ \downarrow \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \downarrow \\ 50,0 \text{ g CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O} \dots\dots\dots x \text{ g CuSO}_4 \end{array}$$

$$50 : 249,7 = x : 159,6$$

$$x = 31,96 \text{ g}$$

c) Hmotnost roztoku vypočteme jako součet hmotností vody a pentahydrátu síranu měďnatého:

$$m = 450 + 50 = 500 \text{ g}$$

d) Hmotnostní zlomek  $\text{CuSO}_4$  je dán jako podíl hmotností síranu měďnatého a hmotnosti roztoku:

$$w_{\text{CuSO}_4} = 31,96 / 500 = 0,0639$$

**Odpověď:** Hmotnostní zlomek síranu měďnatého v roztoku je 0,0639.

**5. Jaký je hmotnostní zlomek chlorovodíku v roztoku, který vznikl z 200 g vodného roztoku HCl, ve kterém byl  $w_{\text{HCl}} = 0,15$ , bylo-li do soustavy přidáno 95 g vody?**

**Řešení:**

a) Vyjdeme z definice hmotnostního zlomku a vypočítáme hmotnost chlorovodíku obsaženého v roztoku:

$$0,15 = m_{\text{HCl}} / 200$$

$$0,15 \cdot 200 = m_{\text{HCl}}$$

$$m_{\text{HCl}} = 30 \text{ g}$$

b) Vypočítáme hmotnost roztoku vzniklého přidáním 95 g vody k původnímu roztoku:

$$200 + 95 = 295 \text{ g}$$

c) Vypočítáme hmotnostní zlomek chlorovodíku ve vzniklém roztoku:

$$w_{\text{HCl}} = 30 / 295$$

$$w_{\text{HCl}} = 0,102$$

**Odpověď:** Po přidání 95 g vody k původnímu roztoku bude hmotnostní zlomek chlorovodíku 0,102.

**6. Sloučenina dusíku a kyslíku obsahuje 63,636 % dusíku a 36,364 % kyslíku. Vypočítejte její stechiometrický vzorec.**

**Řešení:**

a) Vyjdeme-li ze 100 g sloučeniny, je procentický obsah prvků obsažených v této sloučenině číselně shodný s jejich hmotnostním obsahem. Pokud využijeme vztahu pro výpočet látkového množství  $n = m/M$ , můžeme z hodnot získaných pro jednotlivé prvky vytvořit poměr jejich látkových množství ve sloučenině. Pro náš případ:

$$n_{\text{N}} = 63,636 / 14,007 = 4,543$$

$$n_{\text{O}} = 36,364 / 16 = 2,273$$

b) S využitím matematické úpravy (dělíme nejmenším z čísel) získáme poměr celých čísel, která udávají počty atomů dusíku a kyslíku v molekule:

$$4,543 / 2,273 = 1,999$$

$$2,273 / 2,273 = 1$$

**Odpověď:** Stechiometrický vzorec sloučeniny je  $\text{N}_2\text{O}$ .

**7. Jaký je hmotnostní zlomek roztoku, který byl připraven ze 650 g roztoku síranu měďnatého, ve kterém byl hmotnostní zlomek  $\text{CuSO}_4$  roven 0,04, bylo-li k němu přidáno 35 g pentahydrátu síranu měďnatého? [ $M_r(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 249,5$ ;  $M_r(\text{H}_2\text{O}) = 18,0$ ]**

**Řešení:**

a) Vyjdeme ze vztahu pro výpočet hmotnostního zlomku:

$$0,04 = x / 650$$

$$x = 0,04 \cdot 650$$

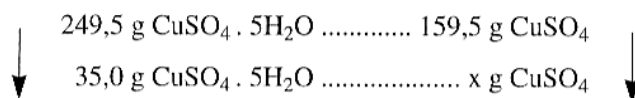
$$x = 26 \text{ g}$$

- b) Vypočítáme relativní molekulovou hmotnost síranu měďnatého jako rozdíl molekulové hmotnosti pentahydrátu síranu měďnatého a pětinásobku molekulové hmotnosti vody:

$$249,7 - 5 \cdot 18 = 159,5$$

$$M_r(\text{CuSO}_4) = 159,6$$

- c) Z přímé úměry vypočítáme hmotnost síranu měďnatého v navážce pentahydrátu síranu měďnatého:



$$35 : 249,5 = x : 159,5$$

$$x = 22,4 \text{ g}$$

- d) Hmotnost roztoku vypočítáme jako součet hmotnosti původního roztoku a navážky pentahydrátu síranu měďnatého:

$$m_{\text{roztoku}} = 650 + 35 = 685 \text{ g}$$

- e) Hmotnost síranu měďnatého získáme jako součet hmotnosti původně rozpuštěné soli a hmotnosti síranu měďnatého přítomného v navážce pentahydrátu síranu měďnatého:

$$m_{\text{CuSO}_4} = 26 + 22,4 = 48,4 \text{ g}$$

- f) Nyní již můžeme vypočítat hmotnostní zlomek nově připraveného roztoku:

$$w = 48,4 / 685 = 0,071$$

**Odpověď:** Hmotnostní zlomek vzniklého roztoku je 0,071.

- 8. Kolik gramů  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  vznikne, dojde-li k odpaření vody z 250 g 10 % roztoku síranu železnatého? [ $M_r(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 278,0$ ;  $M_r(\text{H}_2\text{O}) = 18$ ]**

**Řešení:**

- a) Vypočteme hmotnost síranu železnatého:

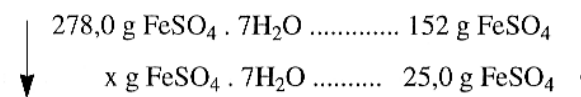
$$250 \cdot 10 / 100 = 25 \text{ g}$$

- b) Vypočítáme relativní molekulovou hmotnost síranu železnatého jako rozdíl molekulové hmotnosti heptahydrátu síranu železnatého a sedminásobku molekulové hmotnosti vody:

$$278,0 - 7 \cdot 18 = 152$$

$$M_r(\text{FeSO}_4) = 152$$

- c) Pomocí přímé úměry vypočteme hmotnost heptahydrátu síranu železnatého, ve které je obsaženo 25 g síranu železnatého:



$$x : 278 = 25 : 152$$

$$x = 45,7 \text{ g}$$

**Odpověď:** Odpařením veškeré vody z roztoku získáme 45,7 g pentahydrátu síranu železnatého.

9. Jaký je hmotnostní zlomek HCl v roztoku, jehož 90 g obsahuje 15 g HCl. [0,167]
10. Jaký je hmotnostní zlomek  $\text{AgNO}_3$  v roztoku, který vznikl rozpuštěním 2 g dusičnanu stříbrného ve 198 g vody. [0,01]
11. 50 g NaOH bylo rozpuštěno v 750 g vody. Bude hmotnostní zlomek hydroxidu sodného v roztoku větší než 0,07? [Ne; bude 0,0625]
12. Kolik gramů KI je rozpuštěno v roztoku, ve kterém je  $w_{\text{KI}} = 0,05$ , bylo-li pro jeho přípravu použito 90 g vody? [4,74 g]
13. Kolik gramů HCl je rozpuštěno v roztoku, ve kterém je hmotnostní zlomek této látky 0,12, bylo-li pro jeho přípravu použito 245 g vody? [33,41 g]
14. Kolik gramů NaCl bude izolováno z 2 500 g roztoku, ve kterém je hmotnostní zlomek chloridu sodného 0,14, bude-li z něj odpařena veškerá voda? [350 g]
15. Jaký bude hmotnostní zlomek chloridu sodného v soustavě, která vznikla neutralizací 150 g roztoku NaOH ( $w_{\text{NaOH}} = 0,08$ ) ekvivalentním množstvím roztoku HCl, ve kterém je  $w_{\text{HCl}} = 0,1$ ? [0,0676]
16. Kolik gramů vody je třeba na rozpuštění 90 g  $\text{KNO}_3$ , pokud má být hmotnostní zlomek dusičnanu draselného v roztoku 0,08? [1035 g]
17. Kolik gramů vody bude nutno použít na přípravu roztoku chloridu nikelnatého z 50 g  $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , má-li být hmotnostní zlomek chloridu nikelnatého v připraveném roztoku 0,07? [339,8 g]
18. Jaká byla navážka  $\text{Na}_2\text{SO}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  na přípravu 500 g roztoku siřičitanu sodného, ve kterém je hmotnostní zlomek  $w = 0,042$  [1150 g]

19. Jaký je hmotnostní zlomek chloridu sodného v roztoku, který vznikl ze 450 g roztoku této látky, v němž byl  $w_{\text{NaCl}} = 0,03$ , pokud se ze soustavy odpařilo 170 g vody? [0,0482]
20. Vypočtete jaký je hmotnostní zlomek železa v heptahydrátu síranu železnatého. [0,2009]
21. Ve které z uvedených solí je nejvyšší procentuální obsah síry?  
a)  $\text{CuSO}_4$     b)  $\text{ZnSO}_4$     c)  $\text{FeSO}_4$     d)  $\text{K}_2\text{SO}_4$
22. Roztok A byl připraven rozpuštěním 50 g NaCl ve 150 g vody a roztok B rozpuštěním 85 g NaCl ve 180 g vody. Ve kterém z roztoků je vyšší procentuální obsah sodných iontů?
23. Sloučenina boru s vodíkem obsahuje 78,14 % boru a 21,86 % vodíku. Molekulová hmotnost látky je 27,67. Vypočítejte sumární vzorec sloučeniny. [ $\text{B}_2\text{H}_6$ ]
24. Jaká je procentuální koncentrace (hmot. %) roztoku, který vznikl rozpuštěním 50 g chlorovodíku ve 150 g vody? [25 %]
25. Ve 125 g roztoku jodidu draselného je rozpuštěno 18 g této soli. Vypočtete jaká je procentuální koncentrace (hmot. %) roztoku? [14,4 %]
26. 5 g dusitanu draselného bylo rozpuštěno ve 150 g vody. Vypočtete, jaká je procentuální koncentrace (hmot. %) tohoto roztoku? [3,2 %]
27. Kolik gramů vody bude třeba, aby z 16 g manganistanu draselného byl připraven 2 % roztok této soli? [784 g]
28. Jaké množství jodidu draselného je rozpuštěno ve 12 % roztoku této látky, bylo-li na jeho přípravu použito 125 g vody? [17,1 g]
29. Kolik gramů  $\text{KNO}_2$  bylo izolováno ze 750 g 15 % roztoku této látky po odpaření veškeré vody? [112,5 g]
30. Vypočítejte procentuální zastoupení jednotlivých prvků v  $\text{KSO}_3\text{NH}_2$ .  
[28,93% K; 23,72% S; 35,51% O; 10,36% N; 1,48% H]
31. Kolik procent vody obsahuje pentahydrát síranu měďnatého? [36,08%]
32. Jaká je procentuální koncentrace roztoku chloridu železitého, který vznikl rozpuštěním 62 g  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  ve 450 g vody? [7,27%]

33. Jaké procento síranu železnatého obsahuje heptahydrát této soli? [54,68%]
34. Vypočtete, která z uvedených sloučenin obsahuje nejvyšší procento vody:  
a)  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$     b)  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$     c)  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
35. Kolik vody je třeba na rozpuštění 38 g jodidu draselného, má-li být připraven 10% roztok této látky? [342 g]
36. Kolik vody je nutno použít na přípravu desetiprocentního roztoku síranu měďnatého z 85 g  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ? [458,6 g]
37. Jaká je procentuální koncentrace roztoku, který vznikl ze 450 g 20% roztoku  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , bylo-li do soustavy přidáno 65 g vody? [17,5%]
38. Jaká je procentuální koncentrace roztoku, který vznikl ze 1360 g 5% roztoku  $\text{FeCl}_3$ , bylo-li k němu přidáno 45 g  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ? [6,8%]
39. Kolik gramů uhličitanu draselného se vyloučí odpařením veškeré vody z 500  $\text{cm}^3$  20% roztoku  $\text{K}_2\text{CO}_3$ , jehož hustota je 1,1898  $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ? [119 g]
40. V jakém hmotnostním poměru musí být smíšena voda a NaCl, aby vznikl jeho 10% roztok? [9 : 1]



## Objemové procento

1. Roztok ethanolu o objemu  $900 \text{ cm}^3$  byl připraven zředěním  $400 \text{ cm}^3$  absolutního ethanolu. Vypočítejte koncentraci roztoku v objemových %?

Řešení:

Objemové procento je definováno jako poměr objemu výchozí složky k celkovému objemu soustavy, vynásobený stem. V našem případě:

$$400 \cdot 100 / 900 = 44,4 \text{ \% obj.}$$

**Odpověď:** Roztok obsahuje 44,4 objemových % ethanolu.

2. Vypočítejte, kolik  $\text{cm}^3$  absolutního ethanolu je třeba na přípravu  $1200 \text{ cm}^3$  roztoku, který obsahuje 50 objemových % ethanolu?

Řešení:

Objemové procento je definováno jako poměr objemu výchozí složky k celkovému objemu soustavy, vynásobený stem. Tuto definici využijeme pro výpočet objemu potřebného množství absolutního ethanolu ( $x$  = objem absolutního ethanolu v připravovaném roztoku):

$$x \cdot 100 / 1200 = 50$$

$$x = 600 \text{ cm}^3$$

**Odpověď:** Na přípravu roztoku je třeba  $600 \text{ cm}^3$  absolutního ethanolu.

3. Roztok byl připraven zředěním 70 g absolutního ethanolu na celkový objem  $400 \text{ cm}^3$ . Vyjádřete koncentraci roztoku v objemových procentech.

( $\rho_{\text{ethanolu}} = 0,7907 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ )

Řešení:

- a) Objemové procento je definováno jako poměr objemu výchozí složky k celkovému objemu soustavy, vynásobený stem. Z uvedeného je zřejmé, že nejprve musíme vypočítat objem absolutního ethanolu. Vydeme ze vztahu  $V = m / \rho$ :

$$V = 70 / 0,7907$$

$$V = 88,53 \text{ cm}^3$$

- b) Nyní již můžeme vypočítat koncentraci roztoku v objemových procentech:

$$88,53 \cdot 100 / 400 = 22,13 \text{ \% obj.}$$

**Odpověď:** Roztok obsahuje 22,13 objemových % ethanolu.

4. Roztok obsahuje 35 hmotnostních % methanolu. Přepočítejte tento údaj na objemová procenta. ( $\rho_{\text{methanolu}} = 0,7917 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ,  $\rho_{35\% \text{ roztoku}} = 0,9433 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ )

Řešení:

- a) Při vlastním výpočtu vyjdeme např. z objemu  $1000 \text{ cm}^3$  a ze vztahu  $m = \rho \cdot V$ . Nejprve vypočteme hmotnost uvedeného objemu 35 % methanolu:

$$m = 0,9433 \cdot 1000$$

$$m = 943,3 \text{ g}$$

- b) 35 % hmotnosti tohoto roztoku tvoří methanol:

$$943,3 \cdot 35 / 100 = 330,16 \text{ g methanolu (100\%)}$$

- c) Objem methanolu vypočteme ze vztahu  $V = m / \rho$ :

$$V = 330,16 / 0,7917$$

$$V = 417,03 \text{ cm}^3$$

- d) Zbývá vypočítat objemová procenta methanolu v roztoku:

$$417,03 \cdot 100 / 1000 = 41,7 \% \text{ obj.}$$

**Odpověď:** Roztok methanolu obsahuje 41,7 objemových % této látky.

5. Koncentrace roztoku methanolu je 26,7 % obj. ( $\rho = 0,9636 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ). Přepočítejte tento údaj na procenta hmotnostní. ( $\rho_{\text{methanolu}} = 0,7917 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ )

Řešení:

- a) Zvolíme libovolný objem roztoku, např.  $100 \text{ cm}^3$  a vypočteme objem methanolu, ze kterého by bylo možné tento roztok připravit. Vzhledem k tomu, že jsme zvolili objem  $100 \text{ cm}^3$  je zřejmé, že objemová procenta methanolu jsou číselně shodná s objemem methanolu použitým pro přípravu roztoku. Uvedené množství roztoku tedy obsahuje  $26,7 \text{ cm}^3$  methanolu.

- b) Nyní vyjdeme ze vztahu  $m = \rho \cdot V$  a vypočteme hmotnost zvolených  $100 \text{ cm}^3$  roztoku i  $26,7 \text{ cm}^3$  methanolu:

$$m_{\text{roztoku}} = 0,9636 \cdot 100$$

$$m_{\text{methanolu}} = 0,7917 \cdot 26,7$$

$$m_{\text{roztoku}} = 96,36 \text{ g}$$

$$m_{\text{methanolu}} = 21,14 \text{ g}$$

- c) Nyní již můžeme vypočítat hmotnostní procenta methanolu v roztoku:

$$21,14 \cdot 100 / 96,36 = 21,94 \% \text{ hmotnostních}$$

**Odpověď:** Roztok methanolu obsahuje 21,94 hmotnostních % této látky.

6. Vypočítejte jaká je molarita roztoku methanolu o koncentraci 18,38 procent objemových, je-li hustota čistého methanolu  $0,7917 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ .

Řešení:

- a) Vypočítáme relativní molekulovou hmotnost methanolu:

$$M_r(\text{CH}_3\text{OH}) = 32$$

- b) Pro výpočet zvolíme libovolný objem roztoku methanolu. Výhodné bude (vzhledem k definici molarity) vyjít z  $1 \text{ dm}^3$ . Z definice objemového procenta plyne, že  $1000 \text{ cm}^3$  roztoku o koncentraci 18,38 procent objemových obsahuje:

$$1000 \cdot 18,38 / 100 = 183,8 \text{ cm}^3 \text{ čistého methanolu}$$

- c) Nyní ze vztahu  $m = \rho \cdot V$  vypočteme hmotnost methanolu v roztoku:

$$m = 0,7917 \cdot 183,8$$

$$m = 145,51 \text{ g}$$

- d) vzhledem k tomu, že jsme pro výpočet zvolili  $1000 \text{ cm}^3$  roztoku, vypočítáme látkové množství methanolu přímo ze vztahu  $n = m / M$ :

$$n = 145,51 / 32$$

$$n = 4,55 \text{ molu}$$

**Odpověď:** Roztok methanolu je 4,55 M.

7. Přepočítejte na objemová procenta koncentraci 6,606 M roztoku methanolu, víte-li, že hustota čistého methanolu je  $0,7917 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ .

Řešení:

- a) Vypočítáme relativní molekulovou hmotnost methanolu:

$$M_r(\text{CH}_3\text{OH}) = 32$$

- b) Z definice molarity plyne, že  $1000 \text{ cm}^3$  uvažovaného roztoku obsahuje 6,606 molu methanolu. Dosazením do vztahu  $m = M \cdot n$  zjistíme hmotnost methanolu obsaženého v roztoku:

$$m = 32 \cdot 6,606$$

$$m = 211,39 \text{ g methanolu}$$

- c) Nyní ze vztahu  $V = m / \rho$  vypočteme objem čistého methanolu obsaženého v  $1000 \text{ cm}^3$  jeho roztoku:

$$V = 211,39 / 0,7917$$

$$V = 267,0 \text{ cm}^3$$

d) Vypočteme objemová procenta methanolu v roztoku:

$$267 \cdot 100 / 1000 = 26,7\% \text{ obj.}$$

**Odpověď:** Roztok obsahuje 26,7% obj. methanolu.

8. 80 cm<sup>3</sup> methanolu bylo doplněno vodou na celkový objem 1000 cm<sup>3</sup>. Jaká je koncentrace roztoku vyjádřená v objemových procentech? [8 % obj.]
9. K 500 cm<sup>3</sup> roztoku methanolu o koncentraci 29 % obj. ( $\rho = 0,9607 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ) bylo přidáno 400 g vody. Vyjádřete koncentraci připraveného roztoku ve hmotnostních procentech, víte-li, že  $\rho_{\text{methanolu}} = 0,7917 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ . [13,04 % hmot.]
10. K 450 cm<sup>3</sup> roztoku methanolu o koncentraci 48,2 % obj. ( $\rho = 0,9327 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ) bylo přidáno 200 g vody. Vypočítejte koncentraci připraveného roztoku ve hmotnostních procentech víte-li, že  $\rho_{\text{methanolu}} = 0,7917 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ . [27,71 % hmot.]
11. Bylo smícháno 400 cm<sup>3</sup> methanolu o koncentraci 18,38 % obj. ( $\rho = 0,9483 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ) s 500 cm<sup>3</sup> roztoku obsahujícího 57,71 % obj. této látky ( $\rho = 0,9156 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ). Jaká je výsledná koncentrace roztoku ve hmotnostních procentech? ( $\rho_{\text{methanolu}} = 0,7917 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ) [34,24 % hmot.]
12. Bylo smícháno 100 cm<sup>3</sup> methanolu o koncentraci 67,7 % obj. ( $\rho = 0,8946 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ) s 500 cm<sup>3</sup> roztoku obsahujícího 13,6 % obj. této látky ( $\rho = 0,9799 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ). Jaká je výsledná koncentrace roztoku ve hmotnostních procentech? ( $\rho_{\text{methanolu}} = 0,7917 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ) [18,5 % hmot.]
13. Roztok ethanolu o koncentraci 12,44% obj. má hustotu 0,9819 g · cm<sup>-3</sup>. Vypočítejte, jaká je molární koncentrace tohoto roztoku, víte-li, že hustota absolutního ethanolu je 0,7893 g · cm<sup>-3</sup>. [0,214 M]
14. Vypočítejte, jaká je koncentrace roztoku ethanolu ve vodě v objemových procentech, víte-li, že v 1 dm<sup>3</sup> roztoku je obsaženo 5 molů ethanolu. Hustota absolutního ethanolu je 0,7893 g · cm<sup>-3</sup>. [29,14% obj.]

## Látkové množství

### 1. Vypočítejte molární hmotnost Br<sub>2</sub> a HCl

**Řešení:**

a) Vypočteme střední relativní molekulovou hmotnost Br<sub>2</sub>.

$$\bar{A}_r(\text{Br}) = 79,904$$

$$\bar{M}_r(\text{Br}_2) = 79,904 + 79,904$$

$$\bar{M}_r(\text{Br}_2) = 159,808$$

V tabulkách vyhledáme střední relativní atomovou hmotnost vodíku a chloru, ze kterých vypočteme střední relativní molekulovou hmotnost HCl:

$$\bar{A}_r(\text{H}) = 1,008$$

$$\bar{M}_r(\text{HCl}) = 1,008 + 35,453$$

$$\bar{A}_r(\text{Cl}) = 35,453$$

$$\bar{M}_r(\text{HCl}) = 36,461$$

b) Molární hmotnosti jsou číselně rovny středním relativním molekulovým hmotnostem, nejsou však bezrozměrné. Udávají se v g · mol<sup>-1</sup>.

**Odpověď:** Molární hmotnost Br<sub>2</sub> je 159,808 g · mol<sup>-1</sup> a HCl 36,461 g · mol<sup>-1</sup>.

### 2. Vypočítejte látkové množství:

A) S<sub>8</sub> v 80 g síry

B) S v 80 g síry

C) H<sub>2</sub>S v 70 g sulfanu

D) vody ve 249,68 g CuSO<sub>4</sub> · 5H<sub>2</sub>O

E) aniontů Cl<sup>-</sup> ve 475,42 g NiCl<sub>2</sub> · 6H<sub>2</sub>O

**Řešení A:**

a) V tabulkách vyhledáme střední relativní atomovou hmotnost síry  $\bar{A}_r(\text{S}) = 32,06$ .

b) Vypočítáme  $\bar{M}_r(\text{S}_8) = 8 \cdot 32,06$ ;  $\bar{M}_r(\text{S}_8) = 256,48$

c) Látkové množství vypočteme ze vztahu  $n = m / M$ , kde  $M$  = molární hmotnost

$$n = 80 / 256,48$$

$$n = 0,312 \text{ mol}$$

**Odpověď:** V 80 g síry je obsaženo 0,312 molu S<sub>8</sub>.

**Řešení B:**

a) V tabulkách vyhledáme střední relativní atomovou hmotnost síry  $\bar{A}_r(\text{S}) = 32,06$ .



b) Sestavíme přímou úměru:

|   |                                    |                                  |   |
|---|------------------------------------|----------------------------------|---|
| ↑ | 22,41 dm <sup>3</sup> vodíku ..... | 6,022 · 10 <sup>23</sup> molekul | ↑ |
|   | 50,00 dm <sup>3</sup> vodíku ..... | x molekul                        |   |

$$50,00 : 22,41 = x : 6,022 \cdot 10^{23}$$

$$x = 1,3435 \cdot 10^{24}$$

**Odpověď:** Za normálních podmínek obsahuje 50 dm<sup>3</sup> vodíku 1,3435 · 10<sup>24</sup> molekul tohoto prvku.

5. Vypočítejte, jakou hustotu (v g · dm<sup>-3</sup>) bude mít za normálních podmínek oxid uhelnatý.

**Řešení:**

a) Za využití tabulek zjistíme relativní molekulovou hmotnost oxidu uhelnatého:

$$M_r(\text{CO}) = 28,01$$

b) Z definice plyne, že 1 mol oxidu uhelnatého bude mít za normálních podmínek objem 22,41 dm<sup>3</sup> a hmotnost 28,01 g. Hustotu oxidu uhelnatého vypočteme ze vztahu  $\rho = m / V$ . Po dosazení:

$$\rho = 28,01 / 22,41$$

$$\rho = 1,25 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$$

**Odpověď:** Hustota oxidu uhelnatého je za normálních podmínek 1,25 g · cm<sup>-3</sup>.

6. Vypočítejte, jaký objem bude zaujímat za normálních podmínek:

A) 5 molů NH<sub>3</sub>; B) 2 moly HCl; C) 4 moly H<sub>2</sub>

**Řešení A:**

Z definice plyne, že za normálních podmínek zaujímá 1 mol libovolné látky v plynném stavu objem 22,41 dm<sup>3</sup>. To znamená, že:

$$5 \text{ molů NH}_3 \text{ bude mít objem: } 5 \cdot 22,41 = 112,05 \text{ dm}^3$$

**Řešení B:**

$$2 \text{ moly HCl budou mít objem: } 2 \cdot 22,41 = 44,82 \text{ dm}^3$$

**Řešení C:**

$$4 \text{ moly H}_2 \text{ budou mít objem: } 4 \cdot 22,41 = 89,64 \text{ dm}^3$$

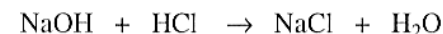
7. Uveďte kolik dm<sup>3</sup> plynného chlorovodíku (měřeno za normálních podmínek) je třeba na neutralizaci:

A) 1,5 molu NaOH

B) 50 g NaOH

**Řešení A:**

a) Napíšeme rovnici reakce:



b) Z rovnice je zřejmé, že látky reagují v molárním poměru 1 : 1, proto k neutralizaci 1,5 molu NaOH bude nutné použít 1,5 molu plynného HCl.

c) Z definice plyne, že 1 mol libovolné plynné látky zaujímá za normálních podmínek objem 22,41 dm<sup>3</sup>. Celkový potřebný objem vypočítáme tak, že zjištěné látkové množství vynásobíme molárním objemem:

$$V_{\text{HCl}} = 1,5 \cdot 22,41$$

$$V_{\text{HCl}} = 33,62 \text{ dm}^3$$

**Odpověď:** K neutralizaci 1,5 molu NaOH je třeba 33,62 dm<sup>3</sup> HCl.

**Řešení B:**

a) S využitím relativních atomových hmotností vypočteme relativní molekulovou hmotnost hydroxidu sodného:

$$M_r(\text{NaOH}) = 40$$

b) Ze vztahu  $n = m / M$  vypočteme látkové množství NaOH v 50 g této látky:

$$n = 50 / 40$$

$$n = 1,25 \text{ molu}$$

c) Dále již postupujeme stejným způsobem jako při řešení předchozího příkladu:

$$V_{\text{HCl}} = 1,25 \cdot 22,41$$

$$V_{\text{HCl}} = 28,01 \text{ dm}^3$$

**Odpověď:** K neutralizaci 50 g NaOH je třeba použít 28,01 dm<sup>3</sup> plynného HCl.

8. Vypočítejte střední relativní atomovou hmotnost přírodního chloru. Víte, že hmotnost jednoho atomu nuklidu  $^{35}_{17}\text{Cl}$  je  $5,806 \cdot 10^{-26}$  kg a hmotnost jednoho atomu nuklidu  $^{37}_{17}\text{Cl}$  je  $6,138 \cdot 10^{-26}$  kg. Přírodní chlor je směsí 75,4 % nuklidu  $^{35}_{17}\text{Cl}$  a 24,6 % nuklidu  $^{37}_{17}\text{Cl}$ .

**Řešení:**

- a) Ze zadání plyne, že přírodní chlor obsahuje 75,4% ( $w = 0,754$ ) nuklidu  $^{35}_{17}\text{Cl}$  a 24,6% ( $w = 0,246$ ) nuklidu  $^{37}_{17}\text{Cl}$ . Vypočteme proto hmotnost soustavy složené z obou nuklidů:

$$m = 5,806 \cdot 10^{-26} \cdot 0,754 + 6,138 \cdot 10^{-26} \cdot 0,246$$

$$m = 5,8877 \cdot 10^{-26} \text{ kg}$$

- b) Nyní již můžeme vypočítat střední relativní atomovou hmotnost chloru jako podíl průměrné hmotnosti  $\bar{m}(\text{Cl})$  a atomové hmotnostní jednotky:

$$\bar{A}_r(\text{Cl}) = \frac{\bar{m}(\text{Cl})}{m_u}$$

kde  $\bar{A}_r(\text{Cl})$  je střední relativní atomová hmotnost chloru,  $m_u$  atomová hmotnostní jednotka ( $m_u = 1,66057 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ )

c) dosadíme: 
$$\bar{A}_r(\text{Cl}) = \frac{5,8877 \cdot 10^{-26}}{1,66057 \cdot 10^{-27}}$$

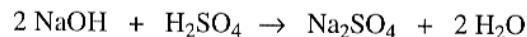
$$\bar{A}_r(\text{Cl}) = 35,45$$

**Odpověď:** Střední relativní atomová hmotnost chloru je 35,45.

- 9. Vypočítejte kolik gramů NaOH je třeba na neutralizaci 1,5 molu kyseliny sírové.**

**Řešení:**

- a) Napíšeme rovnici reakce:



Z rovnice reakce je zřejmé, že hydroxid sodný reaguje s kyselinou sírovou v molárním poměru 2 : 1, to znamená, že na neutralizaci 1,5 molu kyseliny sírové musí být použity 3 moly hydroxidu sodného.

- b) S využitím relativních atomových hmotností vypočítáme relativní molekulovou hmotnost hydroxidu sodného:

$$M_r(\text{NaOH}) = 40$$

- c) Ze vzahu  $m = n \cdot M$  vypočítáme hmotnost hydroxidu sodného:

$$m = 3 \cdot 40$$

$$m = 120 \text{ g}$$

**Odpověď:** Pro neutralizaci 1,5 molu kyseliny sírové je třeba 120 g NaOH.

- 10.** Vypočítejte molární hmotnost: a)  $\text{H}_2$ , b)  $\text{NaCl}$ , c)  $\text{K}_2\text{CO}_3$ , d)  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , e)  $\text{CCl}_4$  [(a)  $2,02 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ , (b)  $58,44 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ , (c)  $138,20 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ , (d)  $98,07 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ , (e)  $153,82 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ]

- 11.** Vypočítejte látkové množství: a)  $\text{N}_2$  ve 30 g dusíku, b) N ve 30 g dusíku, c)  $\text{CO}_2$  v 50 g oxidu uhličitého, d) vody ve 278,0 g  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ , e) aniontů  $\text{NO}_3^-$  ve 200 g  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  [(a) 1,07 molu, (b) 2,14 molu, (c) 1,14 molu, (d) 7,00 molů, (e) 0,83 molu]

- 12.** Vypočítejte hmotnost jednoho atomu a) jodu, b) fluoru, pokud víte, že  $A_r(\text{I}) = 126,9045$ ,  $A_r(\text{F}) = 18,9984$ . [(a)  $2,1073 \cdot 10^{-25} \text{ kg}$ , (b)  $3,1548 \cdot 10^{-26} \text{ kg}$ ]

- 13.** Relativní atomová hmotnost jodu je 126,9045. Vypočítejte, kolikrát je atom jodu těžší, než atom beryllia. [14,08 krát]

- 14.** Kolik molekul vodíku je třeba, aby úplně zreagovalo  $3,0112 \cdot 10^{22}$  molekul kyslíku za vzniku vody? [ $6,0224 \cdot 10^{22}$ ]

- 15.** Vypočítejte, kolik molekul se nachází ve 126,9045 g jodu. [ $3,011 \cdot 10^{23}$ ]

- 16.** Vypočítejte relativní atomovou hmotnost sodíku, víte-li, že atom jodu je 5,52 krát těžší než atom sodíku. [22,99]

- 17.** Vypočítejte hmotnost jednoho atomu cesia, víte-li, že atom cesia je 1,0473 krát těžší než atom jodu. [ $2,2069 \cdot 10^{-25}$ ]

- 18.** Jaký počet molekul obsahuje za normálních podmínek  $30 \text{ dm}^3$  oxidu uhličitého? [ $8,0615 \cdot 10^{23}$ ]

- 19.** Je za normálních podmínek obsaženo více molekul ve  $40 \text{ dm}^3$  vodíku nebo v 60 g kyslíku?

- 20.** Zreaguje beze zbytku  $75 \text{ dm}^3$  vodíku s 258,585 g chloru? Produktem reakce je chlorovodík.

- 21.** Bude za normálních podmínek počet molekul ve  $35 \text{ dm}^3$  vodíku převyšovat hodnotu  $1,052 \cdot 10^{24}$ ?

- 22.** Vypočítejte, jakou hustotu ( $\text{v g} \cdot \text{dm}^{-3}$ ) bude mít za normálních podmínek oxid siřičitý. [ $2,86 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$ ]

- 23.** Bude mít, za stejných podmínek, větší hmotnost  $5 \text{ dm}^3$  amoniaku nebo stejné množství oxidu uhelnatého?

24. Vypočítejte, jaká bude za normálních podmínek hmotnost 3 dm<sup>3</sup> sulfanu. [4,56 g]
25. Obsahuje za stejných podmínek 6 dm<sup>3</sup> N<sub>2</sub> stejný počet molekul jako 6 dm<sup>3</sup> O<sub>2</sub>?
26. Chlorovodík lze připravit přímou reakcí chloru s vodíkem. Napište rovnici reakce a vypočítejte kolik molů vodíku a chloru je třeba k přípravě 20 molů chlorovodíku.
27. Zreaguje beze zbytku 9,0337 · 10<sup>23</sup> molekul amoniaku s 1,5 molem chlorovodíku?
28. Vypočítejte, jaký objem bude zaujímat za normálních podmínek: a) 7 molů SO<sub>2</sub>, b) 2 moly CO, c) 5 molů N<sub>2</sub>. [(a) 156,87 dm<sup>3</sup>, (b) 44,82 dm<sup>3</sup>, (c) 112,05 dm<sup>3</sup>]
29. Zjistěte, jaký je ve 20 g dusíku: a) počet molů N<sub>2</sub>, b) počet atomů N, c) počet molekul. [(a) 0,714 molů, (b) 8,6 · 10<sup>23</sup> atomů, (c) 4,3 · 10<sup>23</sup> molekul]
30. Zjistěte jaký je a) počet molů, b) počet molekul CO v 8 dm<sup>3</sup> oxidu uhelnatého (objem měřen za normálních podmínek). [(a) 0,357 molu, (b) 2,15 · 10<sup>23</sup> molekul]
31. Uveďte kolik dm<sup>3</sup> plynného chlorovodíku (měřeno za normálních podmínek) zreaguje beze zbytku a) se 3 moly plynného amoniaku a b) s 20 g plynného amoniaku. [HCl + NH<sub>3</sub> → NH<sub>4</sub>Cl, (a) 67,23 dm<sup>3</sup>, (b) 26,37 dm<sup>3</sup>]
32. Směs obsahovala 10 dm<sup>3</sup> vodíku a 15 dm<sup>3</sup> kyslíku. Elektrickou jiskrou byla iniciována reakce, při níž vznikla voda. Napište rovnici reakce a vypočítejte, jaký bude (za normálních podmínek) objem soustavy po reakci. Uvažujte, že voda se v soustavě vyskytuje v podobě páry.
33. Vypočítejte kolik gramů KOH je třeba na neutralizaci 2 molů kyseliny dusičné. [KOH + HNO<sub>3</sub> → KNO<sub>3</sub> + H<sub>2</sub>O, 112,2 g]
34. Poměr relativních atomových hmotností fluoru a jodu je 18,9984 : 126,9045. Jsou ve stejném poměru i skutečné hmotnosti molekul obou plynů?
35. Hmotnost jednoho atomu nuklidu <sup>12</sup><sub>6</sub>C je 1,993 · 10<sup>-26</sup> kg a jednoho atomu nuklidu <sup>9</sup><sub>4</sub>Be 1,496 · 10<sup>-26</sup> kg. Vypočítejte relativní atomovou hmotnost <sup>9</sup><sub>4</sub>Be. [9,007]
36. Amoniak se vyrábí přímou syntézou z prvků. Napište rovnici reakce a vypočítejte kolik molů amoniaku vzniklo, jestliže zreagovalo 12 molů vodíku. Jaký objem bude vzniklý amoniak zaujímat za normálních podmínek?
37. Vypočítejte jak dlouho by trvala reakce 0,001 molu H<sub>2</sub> s 0,001 molu Cl<sub>2</sub>, kdyby každou sekundu vznikly dvě molekuly HCl. [H<sub>2</sub> + Cl<sub>2</sub> → 2HCl, 1,91 · 10<sup>13</sup> let]

38. Za normálních podmínek bylo smícháno 10 dm<sup>3</sup> chloru a 0,8925 g vodíku. Jejich reakcí vznikl chlorovodík. Zjistěte, zda oba plyny zreagovaly beze zbytku.
39. Vypočítejte objem vodíku, který se uvolní reakcí 3 molů zinku s roztokem kyseliny sírové. [Zn + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> → ZnSO<sub>4</sub> + H<sub>2</sub>, 67,23 dm<sup>3</sup>]
40. Termickým rozkladem manganistanu draselného, dusičnanu draselného a chlorečnanu draselného se uvolňuje kyslík. Údaje o relativní molekulové hmotnosti uvedených látek a látkovém množství kyslíku uvolněného rozkladem 1 molu těchto látek jsou uvedeny v následující tabulce:

| KMnO <sub>4</sub>       | KClO <sub>3</sub>       | KNO <sub>3</sub>       |
|-------------------------|-------------------------|------------------------|
| M <sub>r</sub> = 158,0  | M <sub>r</sub> = 122,6  | M <sub>r</sub> = 101,1 |
| 0,5 molu O <sub>2</sub> | 1,5 molu O <sub>2</sub> | 1 mol O <sub>2</sub>   |

Vypočítejte, jaké látkové množství kyslíku se uvolní rozkladem 100 g každé z uvedených látek.





b) V tabulkách vyhledáme relativní molekulovou hmotnost HCl:

$$M_r(\text{HCl}) = 36,5$$

c) Hmotnost chlorovodíku obsaženého v uvedeném roztoku vypočteme ze vztahu  $m = n \cdot M$ :

$$m = 2,234 \cdot 36,5$$

$$m = 81,54 \text{ g}$$

d) Nyní za využití nepřímé úměry vypočítáme hmotnost odpovídajícího množství 20 % roztoku kyseliny chlorovodíkové:



$$x : 81,54 = 100 : 20$$

$$x = 407,7 \text{ g } 20 \% \text{ HCl}$$

e) Hmotnost roztoku přepočteme na objem. Využijeme vztah  $V = m / \rho$ :

$$V = 407,7 / 1,0980$$

$$V = 371,3 \text{ cm}^3 \text{ } 20 \% \text{ HCl}$$

f) Pro výpočet hmotnosti vody nutné na přípravu roztoku je třeba znát jeho celkovou hmotnost. Využijeme vztah  $m = \rho \cdot V$ :

$$m = 1,0181 \cdot 2000$$

$$m = 2036,2 \text{ g}$$

g) Hmotnost vody potřebné pro přípravu roztoku vypočteme jako rozdíl celkové hmotnosti roztoku a hmotnosti 20 % roztoku HCl:

$$m = 2036,2 - 407,7$$

$$m = 1628,5 \text{ g}$$

h) Vzhledem k tomu, že hustota vody je za běžných laboratorních podmínek prakticky rovna jedné, vypočtená hmotnost vody je číselně rovna jejímu objemu.

**Odpověď:** Pro přípravu roztoku použijeme  $371,3 \text{ cm}^3$  20 % roztoku HCl a  $1628,5 \text{ cm}^3$  vody.

3. Kolik  $\text{cm}^3$  64 % kyseliny dusičné ( $\rho = 1,3866 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ) zneutralizuje  $1000 \text{ cm}^3$  2 M roztoku NaOH ?

**Řešení:**

a) S využitím relativních atomových hmotností vypočteme relativní molekulovou hmotnost hydroxidu sodného a kyseliny dusičné:

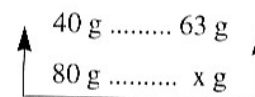
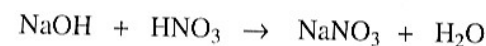
$$M_r(\text{NaOH}) = 40$$

$$M_r(\text{HNO}_3) = 63$$

b) Nyní vypočítáme kolik g NaOH obsahuje  $1000 \text{ cm}^3$  jeho 2 M roztoku.  $1000 \text{ cm}^3$  2 M roztoku NaOH obsahuje 2 moly této látky. Ze vztahu  $n = m / M$  vyjádříme  $m$  a dosadíme známé hodnoty:

$$m = n \cdot M \quad m = 2 \cdot 40 \quad m = 80 \text{ g NaOH}$$

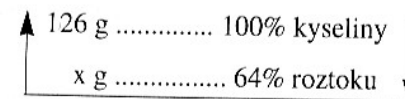
c) Sestavíme rovnici reakce a pod ni napíšeme molární hmotnosti NaOH a  $\text{HNO}_3$  ( $\text{v g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ). S využitím hmotnosti NaOH vypočtené v bodě b) sestavíme přímou úměru a vypočteme hmotnost 100 % kyseliny dusičné potřebné k neutralizaci:



$$80 : 40 = x : 63$$

$$x = 126 \text{ g } 100 \% \text{ HNO}_3$$

d) S využitím nepřímé úměry přepočteme hmotnost 100 % kyseliny dusičné na hmotnost jejího 64 % roztoku:



$$x : 126 = 100 : 64$$

$$x = 196,9 \text{ g } 64 \% \text{ HNO}_3$$

e) Vypočtenou hmotnost 64% roztoku kyseliny dusičné přepočteme na objem. Dosadíme do vztahu  $V = m / \rho$ :

$$V = 196,9 / 1,3866$$

$$V = 142 \text{ cm}^3 \text{ } 64 \% \text{ HNO}_3$$

**Odpověď:** Na neutralizaci roztoku NaOH je třeba použít  $142 \text{ cm}^3$  64 % roztoku  $\text{HNO}_3$ .

4. Vypočítejte procentickou koncentraci 2,591 M roztoku kyseliny sírové. Roztok má hustotu 1,1548 g · cm<sup>-3</sup>.

**Řešení:**

- a) Vypočítáme relativní molekulovou hmotnost kyseliny sírové:

$$M_r(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98,1$$

- b) Při výpočtu bude vhodné vycházet z objemu 1000 cm<sup>3</sup> roztoku. Jeho hmotnost je dána vztahem  $m = \rho \cdot V$ :

$$m = 1,1548 \cdot 1000$$

$$m = 1154,8 \text{ g}$$

- c) S ohledem na definici molarity je zřejmé, že v 1000 cm<sup>3</sup> roztoku bude rozpuštěno 2,591 molu kyseliny sírové. Její hmotnost vypočítáme ze vztahu  $m = n \cdot M$ :

$$m = 2,591 \cdot 98,1$$

$$m = 254,2 \text{ g kyseliny sírové (100\%)}$$

- d) Zbývá zjistit, kolik procent z celkové hmotnosti roztoku připadá na kyselinu sírovou. K výpočtu lze využít následující vztah:

$$\% \text{ kys.} = \frac{m_{100\% \text{ kys.}}}{m_{\text{roztoku}}} \cdot 100 \quad \% \text{ kys.} = \frac{254,2}{1154,8} \cdot 100 \quad \% \text{ kys.} = 22\%$$

**Odpověď:** Roztok kyseliny sírové je 22%.

5. Kolik gramů kyseliny sírové obsahuje 0,5 dm<sup>3</sup> jejího 0,25 M roztoku?

**Řešení:**

- a) Vypočítáme relativní molekulovou hmotnost kyseliny sírové:

$$M_r(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98,1$$

- b) S ohledem na definici molarity je zřejmé, že 1 dm<sup>3</sup> roztoku obsahuje 0,25 molu H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Hmotnost kyseliny v 1 dm<sup>3</sup> vypočítáme ze vztahu  $m = n \cdot M$ :

$$m = 0,25 \cdot 98,1$$

$$m = 24,5 \text{ g kyseliny sírové (100\%)}$$

- c) Hmotnost kyseliny sírové v 0,5 dm<sup>3</sup> jejího 0,25 M roztoku vypočteme z následující přímé úměry:

$$\begin{array}{l} \uparrow 1000 \text{ cm}^3 \text{ roztoku} \dots\dots\dots 24,5 \text{ g kys.} \uparrow \\ \uparrow 500 \text{ cm}^3 \text{ roztoku} \dots\dots\dots x \text{ g kys.} \uparrow \end{array}$$

$$500 : 1000 = x : 24,5$$

$$x = 12,25 \text{ g kyseliny sírové}$$

**Odpověď:** 0,5 dm<sup>3</sup> 0,25 M roztoku kyseliny sírové obsahuje 12,25 g této látky

6. Vypočítejte molaritu a procentuální koncentraci roztoku NaOH, jestliže 500 g tohoto roztoku obsahuje 136,52 g NaOH. Hustota roztoku je 1,2411 g · cm<sup>-3</sup>.

**Řešení:**

- a) Nejprve vypočítáme procentuální koncentraci roztoku hydroxidu sodného:

$$\% \text{ hydrox.} = \frac{m_{100\% \text{ hydrox.}}}{m_{\text{roztoku}}} \cdot 100 \quad \% \text{ hydrox.} = \frac{136,52}{500} \cdot 100$$

$$\% \text{ hydrox.} = 27,3\%$$

- b) Pro výpočet molární koncentrace roztoku musíme nejdříve znát jeho objem. Vypočítáme jej ze vztahu  $V = m / \rho$ :

$$V = 500 / 1,2411$$

$$V = 402,9 \text{ cm}^3$$

- c) Zjistíme relativní molekulovou hmotnost hydroxidu sodného a s využitím vztahu  $n = m / M$  vypočítáme látkové množství této látky v uvedeném roztoku:

$$M_r(\text{NaOH}) = 40$$

$$n = 136,52 / 40$$

$$n = 3,413 \text{ molu}$$

- d) Molární koncentraci hydroxidu sodného vypočteme z následující přímé úměry:

$$\begin{array}{l} \uparrow 402,9 \text{ cm}^3 \dots\dots\dots 3,413 \text{ molu} \uparrow \\ \uparrow 1000 \text{ cm}^3 \dots\dots\dots x \text{ molů} \uparrow \end{array}$$

$$1000 : 402,9 = x : 3,413$$

$$x = 8,47 \text{ M}$$

**Odpověď:** Uvedený roztok hydroxidu sodného je 8,47 M nebo také 27,3%.

7. Jaká bude molární koncentrace roztoku síranu sodného, který vznikne rozpuštěním 10 g Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> · 10H<sub>2</sub>O ve vodě a doplněním tohoto roztoku na objem 1 dm<sup>3</sup>? [M<sub>r</sub>(Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> · 10H<sub>2</sub>O) = 322,195]

**Řešení:**

Ze vztahu  $n = m / M$  vypočítáme látkové množství dekahydrátu síranu sodného:

$$n = 10 / 322,195$$

$$n = 3,1 \cdot 10^{-2} \text{ molu}$$

Vzhledem k tomu, že toto látkové množství se nachází právě v 1 dm<sup>3</sup> roztoku, je jeho koncentrace 3,1 · 10<sup>-2</sup> M.

**Odpověď:** Připravený roztok síranu sodného je 3,1 · 10<sup>-2</sup> M.





14. Jaký byl hmotnostní zlomek síranu železnatého v roztoku, který vznikl rozpouštěním 0,5 molu  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  ve 100 molech vody? [ $M_r(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 278,0$ ;  $M_r(\text{H}_2\text{O}) = 18,0$ ]

Řešení:

- a) Vypočteme relativní molekulovou hmotnost síranu železnatého:

$$M_r(\text{FeSO}_4) = 152$$

- b) Ze vztahu  $m = n \cdot M$  vypočteme hmotnost 0,5 molu síranu železnatého i hmotnost 0,5 molu jeho heptahydrátu:

$$m_{\text{FeSO}_4} = 0,5 \cdot 152$$

$$m_{\text{FeSO}_4} = 76 \text{ g}$$

$$m_{\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}} = 0,5 \cdot 278$$

$$m_{\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}} = 139 \text{ g}$$

Stejný vztah použijeme také pro výpočet hmotnosti 100 molů vody:

$$m_{\text{H}_2\text{O}} = 100 \cdot 18$$

$$m_{\text{H}_2\text{O}} = 1800 \text{ g}$$

- c) Hmotnost roztoku, je dána součtem hmotnosti heptahydrátu síranu železnatého a vody:

$$m_{\text{roztoku}} = m_{\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}} + m_{\text{H}_2\text{O}} \quad m_{\text{roztoku}} = 139 + 1800$$

$$m_{\text{roztoku}} = 1939 \text{ g}$$

- d) Zbývá vypočítat hmotnostní zlomek síranu železnatého v roztoku. Ten je dán podílem hmotnosti síranu železnatého a celkové hmotnosti roztoku:

$$w_{\text{FeSO}_4} = 76 / 1939$$

$$w_{\text{FeSO}_4} = 3,92 \cdot 10^{-2}$$

**Odpověď:** Hmotnostní zlomek síranu železnatého je  $3,92 \cdot 10^{-2}$ .

15. Jaká je molární koncentrace ethanolu v roztoku, který obsahuje 40 objemových procent této látky? ( $\rho_{100\% \text{ ethanolu}} = 0,7907 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ) [ $M_r(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 46,0$ ]

Řešení:

- a) Při výpočtu budeme vycházet z 1000  $\text{cm}^3$  roztoku. Z definice objemových procent plyne, že 40 % z celkového objemu roztoku připadá na bezvodý, tedy 100% ethanol:

$$V_{100\% \text{ ethanolu}} = \frac{1000}{100} \cdot 40 \quad V_{100\% \text{ ethanolu}} = 400 \text{ cm}^3$$

- b) Ze vztahu  $m = \rho \cdot V$  vypočteme hmotnost zjištěného objemu ethanolu:

$$m = 0,7907 \cdot 400 \quad m = 316,28 \text{ g}$$

- c) Ze vztahu  $n = m / M$  vypočteme látkové množství ethanolu:

$$n = 316,28 / 46 \quad n = 6,88 \text{ molu}$$

Vzhledem k tomu, že jsme při výpočtu vycházeli z objemu 1000  $\text{cm}^3$ , vypočtené látkové množství je totožné s molární koncentrací roztoku.

**Odpověď:** Roztok ethanolu je 6,88 M.

16. Kolik  $\text{cm}^3$  30 % kyseliny dusičné ( $\rho = 1,1800 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ) je potřeba na přípravu 500  $\text{cm}^3$  jejího 0,5 M roztoku? [44,5  $\text{cm}^3$ ]

17. Kolik  $\text{cm}^3$  26 % kyseliny fosforečné ( $\rho = 1,1529 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ) je potřeba na přípravu 1000  $\text{cm}^3$  jejího 2 M roztoku? [653,9  $\text{cm}^3$ ]

18. Kolik  $\text{cm}^3$  20 % kyseliny sírové ( $\rho = 1,1394 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ) a kolik  $\text{cm}^3$  vody je potřeba na přípravu 1000  $\text{cm}^3$  jejího 2,064 M roztoku o hustotě 1,1243  $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ? [888,5  $\text{cm}^3$  20 %  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ; 111,8  $\text{cm}^3$  vody]

19. Kolik  $\text{cm}^3$  20 % kyseliny sírové ( $\rho = 1,1394 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ) zneutralizuje 2000  $\text{cm}^3$  1 M roztoku NaOH? [430,5  $\text{cm}^3$ ]

20. Kolik  $\text{cm}^3$  2 M kyseliny dusičné zneutralizuje 1000  $\text{cm}^3$  10% roztoku hydroxidu draselného o hustotě 1,0904  $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ? [972  $\text{cm}^3$ ]

21. Jaká je procentická koncentrace 8,392 M roztoku kyseliny dusičné o hustotě 1,2591  $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ? [42 %]

22. Jaká je procentuální koncentrace 19,07 M roztoku hydroxidu sodného o hustotě 1,5253  $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ? [50 %]

23. Kolik gramů kyseliny dusičné obsahují 2  $\text{dm}^3$  jejího 1 M roztoku? [126 g]

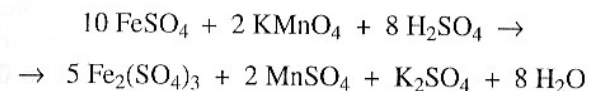
24. Kolik gramů hydroxidu sodného obsahuje 1,5  $\text{dm}^3$  jeho 5 M roztoku? [300 g]

25. Vypočítejte molaritu a procentuální koncentraci roztoku kyseliny bromovodíkové, jestliže 0,2 kg jejího roztoku obsahuje 92,04 g bromovodíku. Hustota roztoku je 1,3150  $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ . [46,02 %, 7,48 M]

26. Vypočítejte molaritu roztoku uhličitanu sodného, jestliže 100 g jeho roztoku obsahuje 14,175 g  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ . Hustota roztoku je  $1,0502 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ . [1,4 M]
27. V jakém objemu 0,82 M roztoku uhličitanu sodného je obsaženo 20 g  $\text{Na}^+$  [530,2  $\text{cm}^3$ ]
28. V jakém objemu 0,25 M roztoku NaCl je obsaženo 10 g  $\text{Na}^+$ ? [1739,1  $\text{cm}^3$ ]
29. Jaká bude molární koncentrace roztoku NaCl, který vznikne neutralizací 0,5 dm<sup>3</sup> 0,06 M roztoku NaOH 0,06 M roztokem HCl, zanedbáme-li objemovou kontrakci? [0,03 M]
30. Jaká bude molární koncentrace roztoku chloridu sodného, který vznikne rozpuštěním 15 g NaCl ve vodě a doplněním takto vzniklého roztoku na objem 500 cm<sup>3</sup> [0,5134 M]
31. Kolik gramů  $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  je nutno navážít pro přípravu 500 cm<sup>3</sup> 0,1 M roztoku chloridu manganatého? [9,895 g]
32. Kolik gramů  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  je nutno navážít pro přípravu 250 cm<sup>3</sup> 0,1 M roztoku síranu měďnatého? [6,242 g]
33. Kolik gramů dekahydrátu síranu sodného je třeba navážít, aby po jeho rozpuštění ve vodě a po doplnění na celkový objem 1000 cm<sup>3</sup> vznikl 0,05 M roztok  $\text{Na}^+$ ? Jaká bude molarita  $\text{SO}_4^{2-}$ ? [8,055 g, 0,025 M]
34. Kolik cm<sup>3</sup> 0,2 M roztoku HCl bude nutno použít, aby jeho neutralizací 0,4 M roztokem NaOH vzniklo 10 gramů NaCl? Kolik cm<sup>3</sup> 0,4 M roztoku NaOH bude pro tuto reakci použito? [855 cm<sup>3</sup> 0,2 M roztoku HCl, 427,5 cm<sup>3</sup> 0,4 M roztoku NaOH]
35. Plynný amoniak zreagoval s plynným chlorovodíkem za vzniku chloridu amonijního. Rozpuštěním vzniklé soli ve vodě bylo připraveno 1000 cm<sup>3</sup> 0,2 M roztoku. Kolik gramů amoniaku a kolik gramů chlorovodíku zreagovalo? [3,406 g  $\text{NH}_3$ , 7,292 g HCl]
36. Kolik cm<sup>3</sup> 0,1 M roztoku  $\text{AgNO}_3$  musí být přidáno k 15 cm<sup>3</sup> 0,3 M roztoku KBr, aby se veškeré bromidové ionty vysrážely ve formě AgBr? [45 cm<sup>3</sup>]
37. Na jaký objem je třeba zředit roztok, který vznikl rozpuštěním 65 g KBr ve 150 cm<sup>3</sup> vody, aby výsledný roztok byl 0,5 M? [1092 cm<sup>3</sup>]
38. Kolik cm<sup>3</sup> 0,2 M roztoku  $\text{AgNO}_3$  musí být přidáno k 25 cm<sup>3</sup> 0,1 M roztoku KI, aby se veškeré jodidové ionty vysrážely ve formě AgI? [12,5 cm<sup>3</sup>]

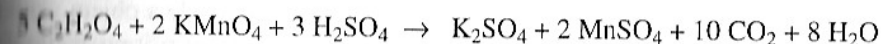
39. Kolik cm<sup>3</sup> 0,1 M roztoku  $\text{KMnO}_4$  je potřeba, aby bylo kvantitativně zoxidováno 50 cm<sup>3</sup> 0,1 M roztoku  $\text{FeSO}_4$ ?

Průběh reakce vyjadřuje následující chemická rovnice:



[K oxidaci je třeba 10 cm<sup>3</sup> 0,1 M roztoku  $\text{KMnO}_4$ ]

40. Kolik cm<sup>3</sup> 0,02 M roztoku  $\text{KMnO}_4$  je třeba, aby bylo kvantitativně zoxidováno 50 cm<sup>3</sup> roztoku kyseliny šťavelové ( $\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4$ ), který vznikl rozpuštěním 1,4 g  $\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$  ( $M_r = 126$ ) ve vodě a doplněním na celkový objem 100 cm<sup>3</sup>? Průběh reakce vyjadřuje následující chemická rovnice:



[K oxidaci je třeba 111 cm<sup>3</sup> 0,02 M roztoku  $\text{KMnO}_4$ ]

41. Jaká je procentuální koncentrace 3,380 M roztoku kyseliny chlorovodíkové o hustotě  $1,0574 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ? [11,65 %]

42. Jaká je procentuální koncentrace 0,495 M roztoku uhličitanu sodného o hustotě  $1,0502 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ? [5 %]

43. Jaká je procentuální koncentrace 1,673 M roztoku kyseliny dusičné o hustotě  $1,0543 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ? [10 %]

44. Kolik cm<sup>3</sup> 20 % roztoku hydroxidu sodného ( $\rho = 1,2191 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ) je potřeba na přípravu 1000 cm<sup>3</sup> jeho 2 M roztoku? [328,1 cm<sup>3</sup>]

45. Kolik cm<sup>3</sup> 30 % roztoku hydroxidu draselného ( $\rho = 1,2879 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ) je potřeba na přípravu 500 cm<sup>3</sup> jeho 2,5 M roztoku? [181,4 cm<sup>3</sup>]

46. Kolik cm<sup>3</sup> 20 % roztoku hydroxidu sodného ( $\rho = 1,2191 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ) je potřeba na přípravu 1000 cm<sup>3</sup> roztoku, jehož 10 cm<sup>3</sup> zreaguje beze zbytku se 40 cm<sup>3</sup> 1 M roztoku  $\text{HNO}_3$ ? [656,2 cm<sup>3</sup>]

47. 30 cm<sup>3</sup> roztoku hydroxidu sodného zreagovalo beze zbytku s 15 cm<sup>3</sup> 0,5 M kyselinou sírovou. Vypočítejte molární koncentraci hydroxidu sodného. [0,3 M]

48. Ze zásobní láhve s roztokem hydroxidu sodného bylo odpipetováno 10 cm<sup>3</sup> a zředěno na objem 100 cm<sup>3</sup>. Z takto zředěného roztoku bylo odpipetováno 20 cm<sup>3</sup> a titrováno 0,2 M kyselinou sírovou. Spotřeba 0,2 M kyseliny sírové činila 25 cm<sup>3</sup>. Jaká byla molární koncentrace hydroxidu sodného? [5 M]

73. Jaká je molární koncentrace roztoku ethanolu, který vznikl zředěním  $450 \text{ cm}^3$  100% ethanolu vodou na celkový objem  $1000 \text{ cm}^3$ ? ( $\rho_{100\% \text{ ethanolu}} = 0,7907 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ) [7,73 M]
74. Jaká je molarita roztoku, který vznikl zředěním 250 g absolutního ethanolu na  $1000 \text{ cm}^3$  roztoku? [5,44M]
75. Jaká je koncentrace 1 M roztoku ethanolu v objemových procentech? ( $\rho_{100\% \text{ ethanolu}} = 0,7907 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ) [5,82 % obj.]
76. Jaká je molarita roztoku hydroxidu sodného, jestliže  $300 \text{ cm}^3$  tohoto roztoku obsahuje 25 g NaOH? [2,08 M]
77. Jaký bude hmotnostní zlomek chlorovodíku v jeho 2,871 M roztoku, je-li hustota tohoto roztoku  $1,0474 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ? [0,0968]
78. Jaký je hmotnostní zlomek síranu měďnatého v roztoku, který vznikl rozpuštěním 2,5 molu  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  ve 1250 g vody? [0,21]
79. Jaká je procentuální koncentrace roztoku kyseliny sírové, obsahuje-li tento roztok 2,324 molu  $\cdot \text{dm}^{-3}$   $\text{H}_2\text{SO}_4$ ? Hustota roztoku je  $1,1394 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ . [20 %]

## Vypočty z chemického vzorce

1. Vypočítejte, ve které z následujících sloučenin je nejvyšší procentické zastoupení síry:  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ , PbS.

**Řešení:**

a) V tabulkách vyhledáme relativní molekulové hmotnosti uvedených sloučenin:

$$M_r(\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 322,0; \quad M_r(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 249,6; \quad M_r(\text{PbS}) = 239,3$$

b) S využitím relativních molekulových hmotností vypočteme procentický obsah síry v jednotlivých sloučeninách:

$$\% \text{ obsah prvku} = \frac{A_r(\text{prvku})}{M_r(\text{sloučeniny})} \cdot 100 \quad \% \text{ obsah S} = \frac{A_r(\text{S})}{M_r(\text{sloučeniny})} \cdot 100$$

$$\text{obsah S v } \text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}: \quad 100 \cdot 32,1/322,0 = 10,0 \%$$

$$\text{obsah S v } \text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}: \quad 100 \cdot 32,1/249,6 = 12,9 \%$$

$$\text{obsah síry v PbS}: \quad 100 \cdot 32,1/239,3 = 13,4 \%$$

**Odpověď:** Nejvíce síry je obsaženo v sulfidu olovnatém.

2. Vypočítejte stechiometrický vzorec sloučeniny, která obsahuje 27,047 % sodíku, 16,482 % dusíku a 56,471 % kyslíku.

**Řešení:**

Nejprve musíme zjistit v jakém molárním poměru jsou jednotlivé prvky obsaženy v neznámé sloučenině; to zjistíme tak, že procentický obsah prvků podělíme jejich relativní atomovou hmotností:

$$\text{Na: } \frac{27,047}{22,99} = 1,176 \quad \text{N: } \frac{16,482}{14,01} = 1,176 \quad \text{O: } \frac{56,471}{16,0} = 3,529$$

b) Získané hodnoty (Na: 1,176; N: 1,176; O: 3,529) podělíme nejmenší z nich, abychom získali poměr malých celých čísel. V našem případě je nejmenší hodnota rovna 1,176. Získané podíly prot o budou:

$$\text{pro Na: } 1,176 / 1,176 = 1$$

$$\text{pro N: } 1,176 / 1,176 = 1$$

$$\text{pro O: } 3,529 / 1,176 = 3$$

Uvedené prvky – sodík, dusík, kyslík – jsou ve vzorci sloučeniny zastoupeny v poměru 1 : 1 : 3; tomu odpovídá poměr prvků  $\text{NaNO}_3$ .

**Odpověď:** Stechiometrický vzorec sloučeniny je  $\text{NaNO}_3$ .

- 3.** Analýzou bylo zjištěno, že jistý uhlovodík obsahuje 85,71 % uhlíku a 14,29 % vodíku. Vypočítejte jeho stechiometrický vzorec. Stanovte molekulový vzorec této látky, víte-li, že její relativní molekulová hmotnost je 84.

**Řešení:**

- a) Molární poměr, ve kterém jsou prvky v neznámém uhlovodíku zastoupeny, získáme jako podíl jejich procentického obsahu a jejich relativní atomové hmotnosti:

$$\text{C} : \frac{85,71}{12,00} = 7,143 \qquad \text{H} : \frac{14,29}{1,00} = 14,290$$

- b) Poměr malých celých čísel získáme vydělením obou získaných hodnot menší z nich. V našem případě je menší hodnota rovna 7,143. Získané podíly proto budou:
- pro C:  $7,143 / 7,143 = 1$                       pro H:  $14,290 / 7,143 = 2$ .

Uhlík a vodík jsou ve vzorci zastoupeny v poměru 1 : 2. Výsledkem je  $\text{CH}_2$ .

- c) Pro určení molekulového vzorce je třeba vypočítat koeficient, kterým se vynásobí „relativní molekulová hmotnost“ útvaru, popsaného stechiometrickým vzorcem  $\text{CH}_2$ . Tento koeficient je dán podílem relativní molekulové hmotnosti neznámého uhlovodíku (v našem případě 84) a „relativní molekulové hmotnosti“ útvaru  $\text{CH}_2$ .  $M_r(\text{CH}_2) = 14,0$ . Po dosazení:  $84 / 14 = 6$ . Z uvedeného vyplývá, že molekulový vzorec neznámého uhlovodíku získáme tak, že vypočtený stechiometrický vzorec vynásobíme 6. Výsledkem je  $\text{C}_6\text{H}_{12}$ .

**Odpověď:** Stechiometrický vzorec uhlovodíku je  $\text{CH}_2$ , molekulový  $\text{C}_6\text{H}_{12}$ .

- 4.** Dva neznámé oxidy A a B byly podrobeny termickému rozkladu a žíhání do konstantní hmotnosti. Hmotnost vzorku A se z původních 3,6852 g po vyžhání snížila na 3,4308 g. Hmotnost vzorku B klesla z 3,5476 g na 3,2855 g. Určete oba oxidy víte-li, že jedním neznámým vzorkem byl oxid stříbrný, druhým oxid rtuťnatý a v průběhu reakce došlo k úniku veškerého kyslíku.

**Řešení:**

- a) Nejdříve v tabulkách vyhledáme relativní molekulové hmotnosti obou oxidů a vypočteme hmotnostní zlomek kyslíku, který je v nich obsažen.

$$M_r(\text{Ag}_2\text{O}) = 231,8 \qquad \text{pro Ag}_2\text{O platí: } w_{\text{O}} = 16 / 231,8 = 0,0690$$

$$M_r(\text{HgO}) = 216,6 \qquad \text{pro HgO platí: } w_{\text{O}} = 16 / 216,6 = 0,0739$$

- b) Vypočítáme hmotnost kyslíku, který v průběhu rozkladu unikl ze vzorku A a B.
- pro vzorek A platí:  $3,6852 - 3,4308 = 0,2544$
- pro vzorek B platí:  $3,5476 - 3,2855 = 0,2621$

- c) Nyní vypočítáme hmotnostní zlomek kyslíku ve vzorku A a B:

$$\text{vzorek A: } w_{\text{O(A)}} = 0,2544 / 3,6852 = 0,0690$$

$$\text{vzorek B: } w_{\text{O(B)}} = 0,2621 / 3,5476 = 0,0739$$

- d) Z porovnání teoretické a praktické hodnoty plyne, že vzorek A obsahoval  $\text{Ag}_2\text{O}$  a vzorek B  $\text{HgO}$ .

**Odpověď:** Vzorek A obsahoval oxid stříbrný, vzorek B oxid rtuťnatý.

- 6.** Vypočítejte, ve které z následujících sloučenin je nejvyšší obsah železa: a)  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ , b)  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ , c)  $\text{FeCO}_3$ .
- 8.** Dusičnan amonný a močovina patří mezi významná dusíkatá hnojiva. Vypočítejte, ve které z uvedených sloučenin je vyšší procentické zastoupení dusíku.
- 7.** Oxid uhličitý lze připravit reakcí uhličitánů s kyselinou chlorovodíkovou. Vypočítejte, která z uvedených látek bude, s ohledem na hmotnostní poměr oxidu uhličitého uvolněného z navážky 100 g uhličitánu, pro přípravu oxidu uhličitého nejvýhodnější. a)  $\text{CaCO}_3$ , b)  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , c)  $\text{K}_2\text{CO}_3$ , d)  $\text{NaHCO}_3$
- 9.** Vypočítejte, který z uvedených krystalohydrátů obsahuje nejvyšší procento vody: a)  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ , b)  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ , c)  $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$
- 9.** Vypočítejte, která z následujících sloučenin má nejvyšší obsah kyslíku: a)  $\text{CH}_3\text{COOH}$ , b)  $\text{CH}_3\text{OH}$ , c)  $\text{HCOH}$ , d)  $\text{CH}_3\text{OCH}_3$
- 10.** Vzorek hydrátu  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  o hmotnosti 16,1 g byl zahříváním zbaven veškeré krystalové vody. Úbytek hmotnosti činil 9 g. Stanovte vzorec zkoumaného hydrátu.
- 11.** Vypočítejte procentický obsah kyslíku v dusičnanu draselném, manganistanu draselném a v peroxidu vodíku.
- 12.** Vypočítejte procentické zastoupení jednotlivých prvků v heptahydrátu síranu železnatého.
- 13.** Analýzou bylo zjištěno, že zkoumaná látka obsahuje 43,40 % sodíku, 11,32 % uhlíku, 45,28 % kyslíku. Vypočítejte stechiometrický vzorec uvedené sloučeniny.



- 14.** Byly analyzovány vzorky dvou čistých látek. Látka A obsahovala 82,35 % dusíku a 17,65 % vodíku; látka B obsahovala 87,5 % dusíku a 12,5 % vodíku. Rozhodněte, který vzorek obsahoval amoniak.
- 15.** Byly analyzovány vzorky dvou oxidů kovů. Vzorek A obsahoval 7,168 % kyslíku a vzorek B obsahoval 7,387 % kyslíku. Vypočítejte relativní atomové hmotnosti obou kovů, víte-li, že oba oxidy mají obecný vzorec MO. V periodické tabulce prvků vyhledejte určené kovy.
- 16.** Dva vzorky čistých látek A a B byly žíhány do konstantní hmotnosti. Hmotnost vzorku A se z původních 2,5840 g po vyžhání snížila na 1,4482 g. Hmotnost vzorku B klesla z 2,4585 g na 1,1753 g. Určete oba vzorky víte-li, že se jednalo o uhličitany hořečnatý a vápenatý. (Při rozkladu obou vzorků ze soustavy unikal oxid uhličitý.)
- 17.** Určete relativní molekulovou hmotnost a vzorec sloučeniny obsahující pouze kovy, chlor a kyslík, které jsou v ní obsaženy v molárním poměru 1 : 1 : 3. Daná sloučenina obsahuje 39,168 hmotnostních % kyslíku a její molekulová hmotnost je menší než 150.
- 18.** Vypočítejte stechiometrický vzorec sloučeniny, která obsahuje pouze kyslík, dusík a vodík. Zastoupení prvků je následující: 43,75 % dusíku, 50,00 % kyslíku, 6,25 % vodíku. Ze stechiometrického vzorce vypočítejte vzorec molekulový, víte-li že relativní molekulová hmotnost uvedené sloučeniny je 64.
- 19.** Určete relativní molekulovou hmotnost a vzorec oxidu, víte-li, že: a) stechiometrický vzorec oxidu je totožný s molekulovým, b) kov sloučený s kyslíkem je v oxidacioním stavu I, c) oxid se termicky rozkládá na kov a kyslík, d) termickým rozkladem 1,9574 g oxidu vzniklo 1,8223 g kovu.
- 20.** Analýzou jistého uhlovodíku bylo zjištěno, že se skládá z 82,76 % uhlíku a 17,24 % vodíku. Vypočítejte stechiometrický vzorec této sloučeniny.
- 21.** Analýzou bylo zjištěno, že jistá látka obsahuje 85,71 % uhlíku a 14,29 % vodíku. Vypočítejte stechiometrický vzorec a stanovte molekulový vzorec této látky, víte-li že její relativní molekulová hmotnost je 56.
- 22.** Analýzou neznámé sloučeniny obsahující pouze uhlík, vodík a kyslík bylo zjištěno její procentické složení: C: 52,174 %; H: 13,043 %; O: 34,783 %. Vypočítejte stechiometrický vzorec této látky.
- 23.** Vypočítejte procentické zastoupení jednotlivých prvků v pyridinu.

- 24.** Bylo zjištěno, že relativní molekulová hmotnost jisté látky obsahující pouze uhlík, vodík a kyslík je 62. Analýzou bylo zjištěno, že tato látka obsahuje 38,71 % uhlíku a 9,68 % vodíku. Stanovte její stechiometrický a molekulový vzorec.
- 25.** Dokonalým spálením jistého plynného uhlovodíku vzniklo 5 dm<sup>3</sup> oxidu uhličitého a 5 dm<sup>3</sup> vodní páry. (Objemy obou plynů byly měřeny za stejných podmínek.) Stanovte stechiometrický vzorec této látky. Vypočítejte vzorec molekulový, pokud víte, že 5 dm<sup>3</sup> neznámého uhlovodíku (objem přepočten na normální podmínky) má hmotnost 6,2472 g.
- 26.** Byly smíchány 2 dm<sup>3</sup> par jistého uhlovodíku s 23 dm<sup>3</sup> kyslíku. Soustava byla přivedena k výbuchu a reakcí vzniklo 30 dm<sup>3</sup> spalných produktů. Objemy plynů před i po reakci byly měřeny za stejných podmínek. Vypočítejte molekulový vzorec uhlovodíku, víte-li, že po zkapalnění vody přítomné v reakční směsi, které bylo provedeno ochlazením soustavy na -10 °C, se po opětovném uvedení plynů na výchozí teplotu (před výbuchem) objem soustavy zmenšil o 14 dm<sup>3</sup>. Při nezměněné teplotě se objem soustavy po její reakci s roztokem NaOH a po vysušení zmenšil o 12 dm<sup>3</sup>, tedy na 4 dm<sup>3</sup>.

## Ředění roztoků

1. Vypočítejte, kolik  $\text{cm}^3$  50 %  $\text{HNO}_3$  ( $\rho = 1,3100 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ) a kolik  $\text{cm}^3$  vody je třeba na přípravu  $1500 \text{ cm}^3$  jejího 20 % roztoku ( $\rho = 1,1150 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ).

### Řešení:

- a) Hmotnost  $1500 \text{ cm}^3$  20 % roztoku kyseliny zjistíme ze vztahu  $m = \rho \cdot V$ , kde  $V$  je objem kyseliny a  $\rho$  její hustota. Po dosazení:

$$m = 1500 \cdot 1,1150$$

$$m = 1672,5 \text{ g } 20 \% \text{ HNO}_3$$

- b) V  $1672,5 \text{ g}$  20 % roztoku kyseliny dusičné připadá 20 % hmotnosti na bezvodou (100 %) kyselinu. Tedy:

$$m_{\text{HNO}_3(100\%)} = \frac{1672,5 \cdot 20}{100} \quad m_{\text{HNO}_3(100\%)} = 334,5 \text{ g}$$

- c) Nyní, za využití přímé úměry, vypočteme v jakém hmotnostním množství 50 % kyseliny dusičné se nachází  $334,5 \text{ g}$  bezvodé kyseliny:

|  |            |
|--|------------|
| $\uparrow$ 50 g bezvodé $\text{HNO}_3$ ..... ve 100 g 50 % roztoku | $\uparrow$ |
| $\uparrow$ 334,5 g bezvodé $\text{HNO}_3$ ..... v x g 50 % roztoku | $\uparrow$ |

$$334,5 : 50 = x : 100$$

$$x = 669 \text{ g } 50 \% \text{ HNO}_3$$

- d) Vypočtenou hmotnost 50 %  $\text{HNO}_3$  převedeme s využitím vztahu  $V = m / \rho$  na objem.

$$\text{Po dosazení: } V = 669 / 1,31 \quad V = 510,7 \text{ cm}^3$$

- e) Hmotnost vody potřebné pro přípravu roztoku vypočteme jako rozdíl hmotnosti 20 % roztoku  $\text{HNO}_3$  a hmotnosti 50 % kyseliny dusičné:

$$1672,5 - 669 = 1003,5 \text{ g}$$

- f) Vzhledem k tomu, že hustota vody je prakticky rovna jedné, vypočtená hmotnost vody je číselně rovna jejímu objemu.

**Odpověď:** Na přípravu roztoku je třeba  $510,7 \text{ cm}^3$  50 % kyseliny dusičné a  $1003,5 \text{ cm}^3$  vody.

2. Kolik  $\text{cm}^3$  60 % kyseliny dusičné ( $\rho = 1,3667 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ) a kolik  $\text{cm}^3$  jejího 10 % roztoku ( $\rho = 1,0543 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ) bude třeba smísit pro přípravu  $5 \text{ dm}^3$  30 % roztoku této kyseliny ( $\rho = 1,1800 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ )?

Řešení:

a) pro výpočet je vhodné použít zředovací rovnici ve tvaru:

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

kde  $m_1$  a  $m_2$  jsou hmotnosti výchozích roztoků a  $c_1$  a  $c_2$  jejich koncentrace. Člen  $(m_1 + m_2)$  udává celkovou hmotnost výsledného roztoku a  $c$  jeho koncentraci (v našem případě 30 %).

b) Objem výsledného roztoku je  $5 \text{ dm}^3$  ( $5000 \text{ cm}^3$ ). Jeho hmotnost vypočteme ze vztahu  $m = \rho \cdot V$ . Po dosazení:

$$5000 \cdot 1,18 = 5900 \text{ g}$$

c) Součet hmotností obou použitých roztoků  $m_1$  a  $m_2$  je roven celkové hmotnosti vzniklého roztoku; v našem případě  $m_1 + m_2 = 5900 \text{ g}$

d) Pokud si hmotnost 60 % roztoku označíme  $m_1$ , pro hmotnost 10% roztoku  $m_2$  platí

$$m_2 = 5900 - m_1$$

e) Nyní můžeme dosadit do zředovací rovnice:

$$m_1 \cdot 60 + (5900 - m_1) \cdot 10 = 5900 \cdot 30$$

$$m_1 = 2360 \text{ g}$$

$$m_2 = 5900 - 2360$$

$$m_2 = 3540 \text{ g}$$

Pro přípravu  $5000 \text{ cm}^3$  30% roztoku  $\text{HNO}_3$  bude třeba 2360 g 60 % a 3540 g 10% roztoku této kyseliny.

f) Vypočtené hmotnosti obou roztoků podělíme jejich hustotami a tak získáme příslušné objemy:

$$\text{– výpočet objemu 60 \% kyseliny dusičné: } 2360 : 1,3667 = 1726,8 \text{ cm}^3$$

$$\text{– výpočet objemu 10 \% kyseliny dusičné: } 3540 : 1,0543 = 3357,7 \text{ cm}^3$$

Poznámka:

Sečteme-li vypočtené objemy ( $1726,8 \text{ cm}^3 + 3357,7 \text{ cm}^3$ ) je hodnota součtu ( $5084,5 \text{ cm}^3$ ) větší než skutečný objem roztoku ( $5000 \text{ cm}^3$ ). Je tomu tak proto, že při mísení roztoků dochází k tzv. objemové kontrakci. Z uvedeného důvodu musíme při těchto výpočtech pracovat s hmotnostmi roztoků a nikoli s jejich objemy.

**Odpověď:** Pro přípravu  $5000 \text{ cm}^3$  30 % roztoku kyseliny dusičné je třeba smísit  $1726,8 \text{ cm}^3$  jejího 60 % a  $3357,7 \text{ cm}^3$  jejího 10 % roztoku.

3. Kolik gramů vody je nutno odpařit z 250 g 8 % roztoku bromidu draselného, aby jeho koncentrace vzrostla na 12 %?

Řešení:

a) Vypočítáme hmotnost bromidu draselného ve 250 g jeho 8 % roztoku:

$$\frac{250 \cdot 8}{100} = 20 \text{ g KBr}$$

b) V nově vzniklém roztoku bude toto množství (20 g) tvořit 12 % hmotnosti. Z příčné úměry vypočteme hmotnost celého roztoku:

$$\begin{array}{l} \uparrow 20 \text{ g} \dots\dots\dots 12 \% \uparrow \\ \quad x \text{ g} \dots\dots\dots 100 \% \end{array}$$

$$x : 20 = 100 : 12$$

$$x = 166,7 \text{ g}$$

c) Hmotnost vody, kterou je nutno z 8 % roztoku odpařit, je dána rozdílem původní a nové hmotnosti roztoku:

$$250 - 166,7 = 83,3 \text{ g vody}$$

**Odpověď:** Z roztoku je nutno odpařit 83,3 g vody.

4. Kolik gramů  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  je nutno přidat k 550 g 6 % roztoku  $\text{FeCl}_3$ , aby jeho koncentrace vzrostla na 12 %? [ $M_r(\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}) = 270,3$ ;  $M_r(\text{H}_2\text{O}) = 18,0$ ]

Řešení:

a) Vydeme-li z představy, že hexahydrát chloridu železitého je roztok vzniklý rozpuštěním jednoho molu chloridu železitého v šesti molech vody, můžeme pro výpočet využít zředovací rovnici.

Nejprve provedeme výpočet koncentrace tohoto hypotetického roztoku. K výpočtu je třeba znát relativní molekulovou hmotnost bezvodého chloridu železitého, kterou získáme jako rozdíl relativní molekulové hmotnosti hexahydrátu chloridu železitého a šestinásobku relativní molekulové hmotnosti vody:

$$M_r(\text{FeCl}_3) = 162,3$$

Výpočet koncentrace hypotetického roztoku:

$$\frac{162,3 \cdot 100}{270,3} = 60 \%$$

b) Pro další výpočet použijeme zředovací rovnici:

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

kde:  $m_1 = 550\text{g}$ ,  $m_2 = \text{hmotnost FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ,  $c_1 = 6 \%$ ,  $c_2 = 60 \%$ ,  $c = 12 \%$

Po dosazení:  $550 \cdot 6 + m_2 \cdot 60 = (550 + m_2) \cdot 12$   
 $m_2 = 68,75 \text{ g}$

**Odpověď:** K roztoku je nutno přidat 68,75 g hexahydrátu chloridu železitého.

**5. Jaká je výsledná koncentrace roztoku, který vznikl z 250 g 10 % roztoku kyseliny chlorovodíkové, do něhož bylo zavedeno 50 dm<sup>3</sup> (přepočteno na normální podmínky) plynného chlorovodíku? [ $M_r(\text{HCl}) = 36,5$ ]**

**Řešení:**

a) Zjistíme hmotnost chlorovodíku v jeho 10 % roztoku:

$$m_{\text{HCl}} = \frac{250 \cdot 10}{100} \quad m_{\text{HCl}} = 25 \text{ g}$$

b) Za využití normálního molárního objemu a přímé úměry vypočteme hmotnost plynného chlorovodíku zavedeného do roztoku kyseliny chlorovodíkové:

$$\begin{array}{l} \uparrow 22,41 \text{ dm}^3 \text{ HCl} \dots\dots\dots 36,5 \text{ g} \uparrow \\ \quad 50 \text{ dm}^3 \text{ HCl} \dots\dots\dots x \end{array}$$

$$50 : 22,41 = x : 36,5$$

$$x = 81,4 \text{ g HCl}$$

c) Vypočteme celkovou hmotnost chlorovodíku a celkovou hmotnost nově vzniklého roztoku:

- celková hmotnost chlorovodíku:  $25 + 81,4 = 106,4 \text{ g}$
- hmotnost nově vzniklého roztoku:  $250 + 81,4 = 331,4 \text{ g}$

d) Vypočítáme procentickou koncentraci nového roztoku:

$$\frac{106,4 \cdot 100}{331,4} = 32,1 \%$$

**Odpověď:** Připravený roztok kyseliny chlorovodíkové je 32,1 %.

**6. Jaká bude výsledná koncentrace roztoku methanolu (vyjádřená v hmotnostních procentech), který vznikl smísením 250 cm<sup>3</sup> roztoku obsahujícího 75,18 objemových % methanolu ( $\rho = 0,8763 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ) se 150 cm<sup>3</sup> bezvodého methanolu ( $\rho = 0,7917 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ) a 300 cm<sup>3</sup> 40 % (hmotnostní %) roztoku této látky ( $\rho = 0,9345 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ )?**

**Řešení:**

a) Vypočítáme hmotnost methanolu obsaženého v jednotlivých roztocích:

- 250 cm<sup>3</sup> roztoku methanolu obsahuje 75,18 % obj. bezvodého methanolu.

Nejdříve vypočteme objem bezvodého methanolu v roztoku:

$$\frac{250 \cdot 75,18}{100} = 187,95 \text{ cm}^3$$

Hmotnost methanolu vypočteme ze vztahu  $m = \rho \cdot V$

Po dosazení:  $m = 0,7917 \cdot 187,95$

$$m = 148,8 \text{ g (bezvodého methanolu)}$$

- hmotnost 150 cm<sup>3</sup> bezvodého methanolu vypočteme stejným způsobem.

Při výpočtu využijeme vztahu  $m = \rho \cdot V$ :

$$m = 0,7917 \cdot 150 \quad m = 118,8 \text{ g}$$

- 300 cm<sup>3</sup> roztoku obsahujícího 40 % hmotnostních bezvodého methanolu:

Nejprve vypočteme hmotnost roztoku. Využijeme opět vztahu  $m = \rho \cdot V$ :

$$m = 0,9345 \cdot 300 \quad m = 280,35 \text{ g}$$

Nyní vypočteme hmotnost bezvodého methanolu v roztoku:

$$\frac{280,35 \cdot 40}{100} = 112,1 \text{ g}$$

b) Pro výpočet je nutné znát i hmotnost prvního roztoku. Využijeme vztah  $m = \rho \cdot V$ :

$$m = 0,8763 \cdot 250 \quad m = 219,1 \text{ g}$$

c) Vypočteme celkovou hmotnost methanolu a celkovou hmotnost nově vzniklého roztoku:

$$- \text{celková hmotnost methanolu: } 148,8 + 118,8 + 112,1 = 379,7 \text{ g}$$

$$- \text{hmotnost nově vzniklého roztoku: } 219,1 + 118,8 + 280,4 = 618,3 \text{ g}$$

d) Vypočítáme procentickou koncentraci vzniklého roztoku:

$$\frac{379,7 \cdot 100}{618,3} = 61,4\%$$

**Odpověď:** Vytvořený roztok obsahuje 61,4 % (hmotnostních) methanolu.

**7.** Vypočítejte, jaká bude koncentrace roztoku (v hmotnostních procentech), smísíme-li 450 cm<sup>3</sup> 11 M kyseliny sírové ( $\rho = 1,5874 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ) s 250 cm<sup>3</sup> jejího 15 % roztoku ( $\rho = 1,1020 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ).

**Řešení:**

a) Zjistíme relativní molekulovou hmotnost kyseliny sírové:  $M_r(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98$

b) Hmotnost kyseliny sírové obsažené ve 450 cm<sup>3</sup> (0,45 dm<sup>3</sup>) 11 M roztoku vypočteme ze vztahu  $m = c \cdot M_r \cdot V$ :

$$m = 11 \cdot 98 \cdot 0,450$$

$$m = 485,1 \text{ g kyseliny sírové (100\%)}$$

c) Vypočteme hmotnost kyseliny sírové obsažené ve 250 cm<sup>3</sup> jejího 15 % roztoku:

- nejprve ze vztahu  $m = \rho \cdot V$  vypočteme hmotnost roztoku:

$$m = 1,1020 \cdot 250 \quad m = 275,5 \text{ g}$$

- nyní vypočteme hmotnost kyseliny sírové (100%) obsažené v tomto roztoku:

$$\frac{275,5 \cdot 15}{100} = 41,3 \text{ g kyseliny sírové (100\%)}$$

d) Pro výpočet je nutné znát i hmotnost 11 M roztoku. Vypočteme ji analogicky jako v předcházejícím bodě dosazením do vztahu  $m = \rho \cdot V$ :

$$m = 1,5874 \cdot 450 \quad m = 714,3 \text{ g}$$

e) Vypočítáme hmotnost kyseliny sírové, která bude obsažena v novém roztoku a hmotnost tohoto roztoku:

$$- \text{hmotnost kyseliny sírové: } m = 485,1 + 41,3 \quad m = 526,4 \text{ g}$$

$$- \text{hmotnost roztoku: } m = 714,3 + 275,5 \quad m = 989,8 \text{ g}$$

f) Vypočítáme procentickou koncentraci nového roztoku:

$$\frac{526,4 \cdot 100}{989,8} = 53,2\%$$

**Odpověď:** Připravený roztok kyseliny sírové má koncentraci 53,2 %.

**8.** Vypočítejte kolik cm<sup>3</sup> 30 % roztoku hydroxidu draselného ( $\rho = 1,2879 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ) a kolik cm<sup>3</sup> vody bude třeba na přípravu 2 dm<sup>3</sup> 10 % roztoku ( $\rho = 1,0904 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ) této látky. [564,4 cm<sup>3</sup> 30 % hydroxidu draselného, 1453,9 cm<sup>3</sup> vody]

**9.** Vypočítejte kolik dm<sup>3</sup> 20 % roztoku kyseliny fosforečné ( $\rho = 1,1134 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ) je možno připravit z 900 cm<sup>3</sup> jejího 80 % roztoku ( $\rho = 1,6330 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ). Kolik dm<sup>3</sup> vody budeme pro ředění potřebovat? [5280,2 cm<sup>3</sup> 20% roztoku, 4709,3 cm<sup>3</sup> vody]

**10.** Kolik vody je nutno použít pro přípravu 20 % roztoku H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ( $\rho = 1,1394 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ) z 250 cm<sup>3</sup> jejího 98 % roztoku ( $\rho = 1,8361 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ )? [1790 cm<sup>3</sup>]

**11.** Vypočítejte kolik cm<sup>3</sup> 80 % kyseliny sírové ( $\rho = 1,7272 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ) bylo použito na přípravu 500 cm<sup>3</sup> jejího 20 % roztoku ( $\rho = 1,1394 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ). [82,5 cm<sup>3</sup>]

**12.** Vypočítejte kolik cm<sup>3</sup> 40 % roztoku hydroxidu draselného ( $\rho = 1,3959 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ) bylo použito na přípravu 950 cm<sup>3</sup> jeho 18 % roztoku ( $\rho = 1,1669 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ). [178,7 cm<sup>3</sup>]

**13.** Kolik gramů vody je nutno přidat ke 350 g 10 % roztoku KI, aby vznikl 6 % roztok? [233,3 g vody]

**14.** Kolik gramů FeSO<sub>4</sub> · 7H<sub>2</sub>O je nutno přidat k 900 g 8 % roztoku síranu železnatého, aby koncentrace roztoku stoupla na 12 %? [84,3 g]

**15.** Jaká je procentuální koncentrace roztoku dusitanu draselného, který vznikl odpařením 200 g vody z 650 g 6 % roztoku této látky? [8,7 %]

**16.** Vypočítejte koncentraci roztoku kyseliny sírové, který vznikl smísením:

$$= 250 \text{ g } 10\% \text{ roztoku } \text{H}_2\text{SO}_4$$

$$= 350 \text{ cm}^3 \text{ } 30\% \text{ roztoku } \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ (} \rho = 1,2185 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} \text{)}$$

$$= 450 \text{ g } 15\% \text{ roztoku } \text{H}_2\text{SO}_4$$

– 850 cm<sup>3</sup> 50 % roztoku H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (ρ = 1,3951 g . cm<sup>-3</sup>)

[výsledný roztok kyseliny sírové bude 32,5 %]

17. Vypočítejte koncentraci roztoku hydroxidu sodného, který vznikl smísením:

– 500 cm<sup>3</sup> 40% roztoku NaOH (ρ = 1,4300 g . cm<sup>-3</sup>)

– 200 g 20% roztoku NaOH

– 600 cm<sup>3</sup> 20% roztoku NaOH (ρ = 1,2191 g . cm<sup>-3</sup>)

[výsledný roztok bude 28,7 %]

18. Jaká je procentická koncentrace vodného roztoku amoniaku, který vznikl rozpuštěním 67,23 dm<sup>3</sup> plynného amoniaku (objem byl přepočten na normální podmínky) v 800 cm<sup>3</sup> jeho 10 % roztoku (ρ = 0,9575 g . cm<sup>-3</sup>)? [15,6 %]

19. Jaká bude procentická koncentrace roztoku ethanolu, který vznikl z 550 cm<sup>3</sup> jeho 20 % roztoku (ρ = 0,9686 g . cm<sup>-3</sup>) a 350 cm<sup>3</sup> bezvodého ethanolu (ρ = 0,7893 g . cm<sup>-3</sup>)? [47,3 %]

20. Jakou koncentraci (vyjádřenou v hmotnostních procentech) bude mít roztok, který vznikl smísením 350 cm<sup>3</sup> 13 M kyseliny dusičné (ρ = 1,3667 g . cm<sup>-3</sup>) s 500 cm<sup>3</sup> vody? [29,3 %]

21. Jaká bude koncentrace roztoku (vyjádřená ve hmotnostních procentech), jestliže dojde ke smísení 500 cm<sup>3</sup> 1,5 M roztoku kyseliny dusičné (ρ = 1,0485 g . cm<sup>-3</sup>) s 850 cm<sup>3</sup> 7 M roztoku téže kyseliny (ρ = 1,2206 g . cm<sup>-3</sup>)? [27 %]

22. Jaká bude koncentrace roztoku methanolu vyjádřená ve hmotnostních procentech, pokud roztok vznikl smísením 300 cm<sup>3</sup> roztoku methanolu obsahujícího 26,7 % objemových této látky s 500 cm<sup>3</sup> roztoku methanolu, který obsahuje 41,7 % objemových této látky (ρ<sub>26,7 %</sub> = 0,9636 g . cm<sup>-3</sup>, ρ<sub>41,7 %</sub> = 0,9433 g . cm<sup>-3</sup>, ρ<sub>methanolu</sub> = 0,7917 g . cm<sup>-3</sup>). [30,03% hmotnostních]

## Výpočty z chemických rovnic

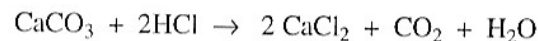
1. Uhličitan vápenatý reagoval s přebytkem kyseliny chlorovodíkové. Jaká byla hmotnost jeho navážky, jestliže se v průběhu reakce uvolnilo 40 dm<sup>3</sup> oxidu uhličitého? Objem je přepočten na normální podmínky.

Řešení:

a) Napíšeme rovnici reakce:



b) Pod uhličitan vápenatý napíšeme jeho relativní molekulovou hmotnost, pod vznikající CO<sub>2</sub> jeho objem za normálních podmínek a sestavíme přímou úměru, ze které vypočítáme navážku CaCO<sub>3</sub>:



|               |                      |
|---------------|----------------------|
| 100,1 g ..... | 22,4 dm <sup>3</sup> |
| x .....       | 40,0 dm <sup>3</sup> |

$$x : 100,1 = 40,0 : 22,4$$

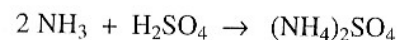
$$x = 178,8 \text{ g CaCO}_3$$

**Odpoď:** Bylo naváženo 178,8 g uhličitanu vápenatého.

2. Kolik cm<sup>3</sup> 10% roztoku amoniaku (ρ = 0,9575 g . cm<sup>-3</sup>) a kolik 20% roztoku H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (ρ = 1,1394 g . cm<sup>-3</sup>) je třeba pro přípravu 55 g síranu amonného?

Řešení:

a) Napíšeme rovnici reakce a pod ni uvedeme relativní molekulové hmotnosti reaktantů a produktu. Pak sestavíme přímé úměry s jejichž pomocí vypočítáme, kolik gramů 100% amoniaku a kyseliny sírové by muselo zreagovat, aby vzniklo 55 g síranu amonného:



|              |            |       |
|--------------|------------|-------|
| 2.17 g ..... | 98 g ..... | 132 g |
| x .....      | y .....    | 55 g  |

$$x : 34 = 55 : 132$$

$$y : 98 = 55 : 132$$

$$x = 14,2 \text{ g (100 \% NH}_3\text{)}$$

$$y = 40,8 \text{ g (100 \% H}_2\text{SO}_4\text{)}$$

- b) Pomocí nepřímé úměry vypočítáme hmotnost 10 % roztoku amoniaku, ve kterém je obsaženo 14,2 g amoniaku. Stejným způsobem vypočítáme hmotnost 20 % roztoku kyseliny sírové:

$$\begin{array}{l} \text{amoniak: } \uparrow 14,2 \text{ g} \dots\dots 100 \% \\ \quad \quad \quad \downarrow x \dots\dots\dots 10 \% \end{array}$$

$$x : 14,2 = 100 : 10$$

$$x = 142 \text{ g}$$

$$\begin{array}{l} \text{kyselina sírová: } \uparrow 40,8 \text{ g} \dots\dots\dots 100 \% \\ \quad \quad \quad \downarrow y \dots\dots\dots 20 \% \end{array}$$

$$y : 40,8 = 100 : 20$$

$$y = 204 \text{ g}$$

- c) S využitím vztahu  $V = m / \rho$  přepočteme zjištěné hmotnosti obou roztoků na objem

$$\text{amoniak: } V = 142 / 0,9575$$

$$V = 148,3 \text{ cm}^3$$

$$\text{kyselina sírová: } V = 204 / 1,1394$$

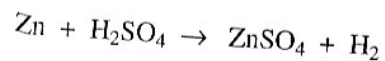
$$V = 179 \text{ cm}^3$$

**Odpoď:** Pro přípravu 55 g síranu amonného je třeba použít 148,3 cm<sup>3</sup> 10% roztoku amoniaku a 179 cm<sup>3</sup> 20 % kyseliny sírové.

3. Jaké množství zinku zreagovalo se zředěnou kyselinou sírovou, jestliže se v průběhu reakce za normálních podmínek uvolnilo 29,5 dm<sup>3</sup> vodíku?

**Řešení:**

- a) Napíšeme rovnici reakce:



- b) Pod rovnicí napíšeme relativní atomovou hmotnost zinku a molární objem vzniklého vodíku. S využitím zadané hodnoty sestavíme přímou úměru, ze které vypočteme potřebné množství zinku:

$$\begin{array}{l} \text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{ZnSO}_4 + \text{H}_2 \\ \uparrow 65,4 \text{ g} \dots\dots\dots 22,4 \text{ dm}^3 \\ \quad \quad \quad \downarrow x \dots\dots\dots 29,5 \text{ dm}^3 \end{array}$$

$$x : 65,4 = 29,5 : 22,4$$

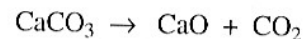
$$x = 86,1 \text{ g}$$

**Odpoď:** Na přípravu 29,5 dm<sup>3</sup> vodíku je za normálních podmínek třeba 86,1 g zinku.

4. Oxid vápenatý (tzv. pálené vápno), se získává termickým rozkladem uhličitanu vápenatého, který je hlavní složkou vápence. Druhým produktem této reakce je oxid uhličitý. Napíšte rovnici reakce a vypočítejte, jaké množství oxidu vápenatého vznikne z 900 kg suroviny, která obsahuje 95 % CaCO<sub>3</sub>.

**Řešení:**

- a) Napíšeme rovnici reakce:



- b) Vápenec obsahuje 95 % uhličitanu vápenatého, to znamená, že hmotnostní zlomek uhličitanu vápenatého v surovině je 0,95. Získaný údaj využijeme pro výpočet obsahu čistého uhličitanu vápenatého v 900 kg suroviny:  $900 \cdot 0,95 = 855 \text{ kg}$

- c) Relativní molekulová hmotnost uhličitanu vápenatého je 100,1 a oxidu vápenatého 56,1. Tyto hodnoty a vypočtenou hmotnost čistého uhličitanu vápenatého v surovině využijeme pro sestavení přímé úměry, ze které vypočteme množství vzniklého oxidu vápenatého:

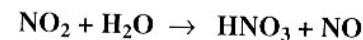
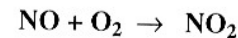
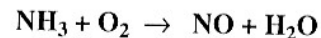
$$\begin{array}{l} \uparrow 100,1 \text{ kg CaCO}_3 \dots\dots\dots 56,1 \text{ kg CaO} \\ \quad \quad \quad \downarrow 855,0 \text{ kg CaCO}_3 \dots\dots\dots x \text{ kg CaO} \end{array}$$

$$855 : 100,1 = x : 56,1$$

$$x = 479,2 \text{ kg}$$

**Odpoď:** Z 900 kg suroviny vznikne 479,2 kg oxidu vápenatého.

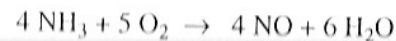
5. Kyselina dusičná se vyrábí katalytickou oxidací amoniaku vzdušným kyslíkem. Děj popisují reakční schémata:

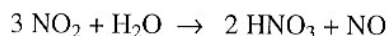
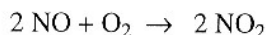


Uvedená reakční schémata upravte tak, aby odpovídala zákonu zachování hmotnosti. Vypočítejte, jaké množství amoniaku by bylo třeba na výrobu 1 tuny 60 % roztoku kyseliny dusičné, pokud by se oxid dusnatý vznikající při reakci oxidu dusičitého s vodou dále nespoteboval.

**Řešení:**

- a) Nejprve vyrovnáme reakční schémata popisující výrobu kyseliny dusičné:





- b) Z definice plyne, že hmotnostní zlomek kyseliny dusičné v jejím 60 % roztoku je roven 0,6. 1000 kg 60 % roztoku tedy obsahuje  $1000 \cdot 0,6 = 600$  kg kyseliny dusičné (100 %).
- c) Potřebné množství amoniaku vypočteme pomocí přímé úměry. Při jejím sestavování vyjdeme z rovnic popisujících výrobu kyseliny dusičné a z relativních molekulových hmotností amoniaku [ $M_r(\text{NH}_3) = 17$ ] a kyseliny dusičné [ $M_r(\text{HNO}_3) = 63$ ]:

$$\begin{array}{ccc} 2 \text{HNO}_3 & \dots\dots\dots & 3 \text{NH}_3 \\ \uparrow & & \uparrow \\ 2 \cdot 63 \text{ kg} & \dots\dots\dots & 3 \cdot 17 \\ 600 \text{ kg} & \dots\dots\dots & x \\ \hline 600 : 126 & = & x : 51 \\ & & x = 242,9 \text{ kg NH}_3 \end{array}$$

**Odpověď:** Pro výrobu 1 tuny 60 % roztoku kyseliny dusičné je třeba 242,9 kg amoniaku.

6. Síran železnatý se vyskytuje ve formě heptahydrátu, síran měďnatý ve formě pentahydrátu. Vypočítejte hmotnost obou látek v 50 g jejich směsi, jestliže po odstranění veškeré krystalové vody (termickým rozkladem) klesla hmotnost soustavy o 42%.

**Řešení:**

- a) V tabulkách vyhledáme relativní molekulové hmotnosti obou solí a vody:

$$M_r(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 249,7 \quad M_r(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 278 \quad M_r(\text{H}_2\text{O}) = 18$$

- b) Vypočteme procentové zastoupení vody v obou solích:

$$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}: \quad 5 \cdot 18 \cdot 100 / 249,7 = 36,0 \% \text{ vody}$$

$$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}: \quad 7 \cdot 18 \cdot 100 / 278,0 = 45,3 \% \text{ vody}$$

- c) Vzhledem k tomu, že se jedná o směs dvou solí, ve které je průměrný obsah vody 42%, využijeme pro výpočet obsahu jednotlivých složek směšovací rovnici:

$$\text{Hmotnost CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O} \dots\dots\dots x$$

$$\text{Hmotnost FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O} \dots\dots\dots 50 - x$$

Po dosazení do rovnice:

$$36x + (50 - x) \cdot 45,3 = 50 \cdot 42,0$$

$$x = 17,74 \text{ g CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$$

$$\text{Zbývá vypočítat hmotnost FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}: \quad 50 - 17,74 = 32,26 \text{ g}$$

**Odpověď:** Směs obsahovala 17,74 g pentahydrátu síranu měďnatého a 32,26 g heptahydrátu síranu železnatého.

7. 94 g 10% roztoku KOH bylo zneutralizováno vypočteným množstvím 8 % kyseliny bromovodíkové. Jaká je koncentrace vzniklého roztoku KBr ve hmotnostních procentech?

**Řešení:**

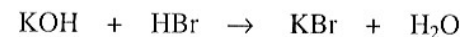
- a) Vypočteme hmotnost hydroxidu draselného (100%) v roztoku. Je zřejmé, že jeho hmotnostní zlomek v 10% roztoku je 0,1. Tedy:

$$m_{\text{KOH}} = m_{\text{roztoku}} \cdot w_{\text{KOH}}$$

$$\text{Po dosazení: } m_{\text{KOH}} = 94 \cdot 0,1$$

$$m_{\text{KOH}} = 9,4 \text{ g KOH (100\%)}$$

- b) Napíšeme rovnici vyjadřující průběh popsané chemické reakce. Dále zjistíme potřebné relativní molekulové hmotnosti a s využitím přímé úměry vypočteme množství bromovodíku (100%) nutné pro zreagování veškerého hydroxidu draselného. Stejným způsobem vypočteme hmotnost KBr, který reakcí vznikne:



$$\begin{array}{ccc} \uparrow & & \uparrow \\ 56,1 \text{ g} & \dots\dots & 80,9 \text{ g} \dots\dots & 119 \text{ g} \\ 9,4 \text{ g} & \dots\dots & x \text{ g} \dots\dots & y \text{ g} \end{array}$$

$$9,4 : 56,1 = x : 80,9$$

$$9,4 : 56,1 = y : 119$$

$$x = 13,56 \text{ g HBr}$$

$$y = 19,94 \text{ g KBr}$$

- c) Hmotnost 8 % roztoku kyseliny bromovodíkové vypočteme pomocí nepřímé úměry:

$$\begin{array}{ccc} \uparrow & & \downarrow \\ 13,56 \text{ g} & \dots\dots\dots & 100 \% \text{ HBr} \\ x \text{ g} & \dots\dots\dots & 8 \% \text{ HBr} \\ \hline & & x : 13,56 = 100 : 8 \end{array}$$

$$x = 169,5 \text{ g}$$



d) Hmotnost vzniklého roztoku bromidu draselného je dána součtem hmotností roztoků hydroxidu draselného a kyseliny bromovodíkové:

$$m_{\text{roztoku KBr}} = 94 + 169,5 \quad m_{\text{roztoku KBr}} = 263,5 \text{ g}$$

e) Zbývá vypočítat procentickou koncentraci vzniklého roztoku:

$$100 \cdot 19,94 / 263,5 = 7,6 \%$$

**Odpověď:** Roztok bromidu draselného má koncentraci 7,6 %.

8. Sulfid železnatý je možno připravit reakcí železa se sírou. Vypočítejte, kolik gramů železa a síry je třeba navážit na přípravu 75 g sulfidu železnatého. [47,65 g železa, 27,35 g síry]
9. Chlorid fosforečný je možno připravit reakcí chloridu fosforitého s chlorem. Určete, která z látek je v této reakci oxidačním činidlem a vypočítejte, kolik  $\text{dm}^3$  chloru je za normálních podmínek třeba pro přípravu 70 g chloridu fosforečného. [ $\text{Cl}_2$ , 7,5  $\text{dm}^3$ ]
10. Termickým rozkladem dichromanu amonného vzniká oxid chromitý, dusík a voda. Napište rovnici této chemické reakce a vypočítejte, jaké množství dichromanu se rozložilo, jestliže vzniklo 35 g  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ . Zjistěte, jaký objem by za normálních podmínek zaujímal dusík uvolněný při rozkladu vypočteného množství dichromanu.
11. Reakcí mědi se zředěnou kyselinou dusičnou vzniká dusičnan měďnatý, oxid dusnatý a voda. Napište rovnici této chemické reakce a vypočítejte kolik  $\text{cm}^3$  30% roztoku  $\text{HNO}_3$  ( $\rho = 1,1800 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ) je třeba použít na přípravu 60 g trihydrátu dusičnanu měďnatého.
12. Uhlí obsahuje 2% síry. Vypočítejte, kolik  $\text{m}^3$  oxidu siřičitého se za normálních podmínek dostane do ovzduší při spálení 1 tuny tohoto uhlí. [14  $\text{m}^3$ ]
13. Amoniak se vyrábí přímou syntézou z prvků. Napište rovnici reakce a vypočítejte, kolik  $\text{dm}^3$  dusíku a vodíku je třeba na výrobu amoniaku, který je obsažen v 1  $\text{dm}^3$  jeho vodného 26 % roztoku ( $\rho = 0,9040 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ). Pro výpočet předpokládejte, že syntéza amoniaku probíhá s 90 % účinností.
14. 100 g roztoku kyseliny chlorovodíkové bylo zneutralizováno 60  $\text{cm}^3$  10% roztoku NaOH ( $\rho = 1,1089 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ). Jaká byla % koncentrace kyseliny chlorovodíkové a vzniklého chloridu sodného? [konc. HCl = 6,07 %, konc. NaCl = 5,8 %]
15. Směs vytvořená za normálních podmínek z 10  $\text{dm}^3$   $\text{H}_2$  a 5  $\text{dm}^3$   $\text{O}_2$  explodovala. Napište rovnici reakce a zjistěte, zda byl některý z reaktantů v nadbytku a vypočítejte, kolik gramů vody reakcí vzniklo.

16. Vypočítejte, kolik gramů oxidu železitého a kolik gramů hliníku je třeba navážit na přípravu 30 g železa aluminotermickou reakcí, jejíž průběh vyjadřuje následující chemická rovnice:  $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 2 \text{Al} \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 + 2 \text{Fe}$  [42,9 g oxidu železitého, 14,5 g hliníku]
17. Ve vodě bylo rozpuštěno 50 g pentahydrátu síranu měďnatého. Vypočítejte, jaké množství práškového zinku je nutno k roztoku přidat, aby se z něj vyloučila veškerá měď? Princip reakce lze vyjádřit následující rovnicí:  $\text{Zn} + \text{Cu}^{2+} \rightarrow \text{Cu} + \text{Zn}^{2+}$  [13,1 g]
18. Vypočítejte kolik gramů  $\text{P}_4\text{O}_{10}$  vzniklo spálením 0,5 molu  $\text{P}_4$  v kyslíkové atmosféře? Průběh reakce vystihuje následující chemická rovnice:  $\text{P}_4 + 5 \text{O}_2 \rightarrow \text{P}_4\text{O}_{10}$  [142 g]
19. Reakcí chloridu barnatého s kyselinou sírovou vzniká nerozpustný síran barnatý a uvolňuje se kyselina chlorovodíková. Napište rovnici reakce a vypočítejte, kolik gramů  $\text{BaCl}_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$  je třeba navážit pro přípravu roztoku, který právě postačí na vysrážení veškerých síranových iontů z 50  $\text{cm}^3$  5 % roztoku  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ( $\rho = 1,0317 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ).
20. Pentahydrát síranu měďnatého byl zahříván na teplotu 300 °C. V průběhu zahřívání došlo k úplnému uvolnění vody vázané v krystalech této soli. Vypočítejte, jaká byla navážka  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ , jestliže hmotnostní úbytek vzorku činil 1,2 g. [3,33 g]
21. Peroxid vodíku v kyselém prostředí reaguje s manganistanem draselným za vzniku kyslíku. Princip reakce vyjadřuje následující iontová rovnice:
- $$5 \text{H}_2\text{O}_2 + 2 \text{MnO}_4^- + 6 \text{H}^+ \rightarrow 5 \text{O}_2 + 2 \text{Mn}^{2+} + 8 \text{H}_2\text{O}$$
- Vypočítejte, jaká látková množství manganistanu draselného a peroxidu vodíku reagovala, jestliže reakcí vzniklo 38  $\text{dm}^3$  kyslíku. (Objem byl měřen za normálních podmínek.) [1,7 molu peroxidu vodíku, 0,68 molu manganistanu draselného]
22. Oxid siřičitý se nejčastěji připravuje reakcí siřičitanu sodného s kyselinou sírovou. Napište rovnici reakce a vypočítejte kolik heptahydrátu siřičitanu sodného je nutno navážit pro přípravu 30 g  $\text{SO}_2$ . Zjistěte, zda připravený oxid siřičitý bude mít větší objem než  $\text{SO}_2$  vzniklý spálením 15 g síry. (Objem oxidu siřičitého je v obou případech měřen za stejných podmínek.)
23. Přímou reakcí sodíku s chlorem vzniklo jisté množství chloridu sodného. Produkt reakce byl převeden do roztoku a zředěn na 500  $\text{cm}^3$ . Z vytvořeného roztoku bylo odpipetováno 50  $\text{cm}^3$ , ve kterém byly veškeré chloridové ionty vysráženy 1 % roztokem  $\text{AgNO}_3$ . Vzniklá sraženina byla odfiltrována, vysušena a zvážena. Bylo získáno 1,7913 g  $\text{AgCl}$ . Vypočítejte, kolik gramů chloridu sodného reakcí vzniklo. [7,3040 g]

24. Termický rozklad dusičnanu olovnatého vyjadřuje následující chemická rovnice:  $2 \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow 2 \text{PbO} + 4 \text{NO}_2 + \text{O}_2$ . Vypočítejte, kolik gramů dusičnanu olovnatého se rozložilo, jestliže v průběhu reakce vzniklo 50 g oxidu olovnatého. [74,2 g]
25. Vypočítejte molární hmotnost hořčíku, jestliže reakcí 0,0382 g tohoto kovu se zředěnou kyselinou sírovou vzniklo 35,2 cm<sup>3</sup> vodíku. Uvedený objem vodíku je přepočten na normální podmínky. [24,22 g · mol<sup>-1</sup>]
26. Bismut je možno připravit redukcí oxidu bismutitého vodíkem. Průběh reakce popisuje následující chemická rovnice:  $\text{Bi}_2\text{O}_3 + 3 \text{H}_2 \rightarrow 2 \text{Bi} + 3 \text{H}_2\text{O}$ . Vypočítejte, kolik dm<sup>3</sup> vodíku by za normálních podmínek bylo třeba pro přípravu 30 g bismutu. Kolik cm<sup>3</sup> 30 % roztoku H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> by muselo zreagovat se zinkem, aby došlo k uvolnění uvedeného množství vodíku? ( $\rho_{30\% \text{H}_2\text{SO}_4} = 1,2185 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ). [4,8 dm<sup>3</sup> vodíku, 57,5 cm<sup>3</sup> 30 % kyseliny sírové]
27. Tetrakarbonyl niklu se rozkládá při teplotě nad 230 °C. Probíhající děj vyjadřuje následující chemická rovnice:  $[\text{Ni}(\text{CO})_4] \rightarrow \text{Ni} + 4 \text{CO}$ . Vypočítejte, kolik niklu se vyloučilo, jestliže v průběhu reakce (po přepočtu na normální podmínky) vzniklo 80 dm<sup>3</sup> oxidu uhelnatého. [52,4 g niklu]
28. Titan se nejčastěji vyrábí redukcí par chloridu titaničitého hořčíkem. Reakce se provádí v ochranné argonové atmosféře při teplotě 900 °C. Děj popisuje následující chemická rovnice:  $\text{TiCl}_4 + 2 \text{Mg} \rightarrow \text{Ti} + 2 \text{MgCl}_2$ . Vypočítejte, kolik tun chloridu titaničitého musí být zpracováno na výrobu 1 tuny titanu. [3,96 tuny]
29. Pro reakci bylo nutno připravit 20 g chloru. Vypočítejte kolik cm<sup>3</sup> 35 % roztoku kyseliny chlorovodíkové ( $\rho = 1,1740 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ) a kolik gramů manganistanu draselného bylo pro uskutečnění reakce třeba. Průběh reakce vyjadřuje následující chemická rovnice:  $16 \text{HCl} + 2 \text{KMnO}_4 \rightarrow 2 \text{MnCl}_2 + 2 \text{KCl} + 5 \text{Cl}_2 + 8 \text{H}_2\text{O}$  [17,8 g KMnO<sub>4</sub>, 80,1 cm<sup>3</sup> 35 % roztoku HCl]
30. 50 g směsi uhličitanu hořečnatého a uhličitanu vápenatého reagovalo s nadbytkem kyseliny chlorovodíkové. Z reakční směsi se uvolnilo 12,5 dm<sup>3</sup> (měřeno za normálních podmínek) oxidu uhličitého. Vypočítejte, kolik gramů uhličitanu hořečnatého směs obsahovala. [31,17 g MgCO<sub>3</sub>, 18,83 g CaCO<sub>3</sub>]
31. 5 g směsi bromidu draselného a chloridu sodného bylo rozpuštěno ve vodě a halogenidové ionty byly vysráženy roztokem dusičnanu stříbrného. Bylo získáno 10,5 g směsi chloridu a bromidu stříbrného. Vypočítejte, kolik gramů bromidu draselného směs obsahovala. [2,984 g NaCl, 2,016 g KBr]

32. Jaký je hmotnostní zlomek NH<sub>4</sub>Cl v roztoku, který vznikl smísením 100 cm<sup>3</sup> 10 % roztoku amoniaku ( $\rho = 0,9575 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ) s ekvivalentním množstvím roztoku HCl, ve kterém je  $w_{\text{HCl}} = 0,1$ ? [0,1]
33. Jaká je procentuální koncentrace roztoku MgSO<sub>4</sub>, který vznikl reakcí 20 g hořčíku s vypočteným množstvím 15 % H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>? [17,82 %]
34. Jaká je koncentrace (v hmotnostních %) roztoku KBr, který vznikl smísením 135 cm<sup>3</sup> 16 % roztoku KOH ( $\rho = 1,1475 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ) s vypočteným množstvím roztoku HBr, ve kterém je  $w_{\text{HBr}} = 0,08$ ? [8,7 %]
35. Hmotnostní zlomek chloridových iontů v roztoku chloridu sodného je 0,01. Vypočítejte, kolik gramů chloridu sodného bylo použito na přípravu 500 g tohoto roztoku. [8,24 g]
36. Směs vytvořená z 15 dm<sup>3</sup> vodíku a 5 dm<sup>3</sup> kyslíku byla elektrickou jiskrou přivedena k výbuchu. Napište rovnici reakce a vypočítejte, jaký byl objem plynných produktů, pokud se reakční soustava nechala vychladnout na teplotu shodnou s teplotou reaktantů před reakcí. (Teplota před reakcí i po reakci byla tak vysoká, že se veškerá voda, která reakcí vznikla, nacházela v plynném stavu.)
37. Hmotnostní zlomek vodíku v soustavě obsahující pouze vodík a kyslík byl 0,1. Vypočítejte objem soustavy za normálních podmínek, jestliže víte, že soustava obsahovala 16 g kyslíku. [31,13 dm<sup>3</sup>]
38. 2 g vodíku reagovaly s 30 dm<sup>3</sup> chloru. Vypočítejte, jaký byl za normálních podmínek objem soustavy po reakci. [52,41 dm<sup>3</sup>]
39. 10 dm<sup>3</sup> dusíku zreagovalo se 40 dm<sup>3</sup> vodíku za vzniku amoniaku. Napište rovnici reakce a pokud se změnil objem soustavy (reaktanty i produkty se nacházely při stejné teplotě), vypočítejte, k jaké objemové změně došlo.

## Výpočty pH

1. Vypočítejte pH roztoku: A) 0,001 M roztoku kyseliny chlorovodíkové  
 B) 0,01 M roztoku hydroxidu sodného  
 C) 0,0005 M roztoku kyseliny sírové  
 D) 0,0005 M roztoku hydroxidu barnatého

### Řešení A:

Kyselina chlorovodíková je silná jednosytná kyselina, která je ve zředěném roztoku zcela disociovaná. Koncentrace vzniklých  $\text{H}_3\text{O}^+$  iontů bude proto rovna koncentraci kyseliny. pH roztoku vypočteme jako záporný logaritmus této koncentrace:

$$\text{pH} = -\log 0,001$$

$$\text{pH} = 3$$

**Odpověď:** pH 0,001 M roztoku kyseliny chlorovodíkové je rovno 3.

### Řešení B:

Hydroxid sodný je silný jednosytný hydroxid. Lze proto předpokládat, že ve zředěném roztoku bude zcela disociován. Koncentrace vzniklých  $\text{OH}^-$  iontů bude proto shodná s koncentrací hydroxidu. pH roztoku vypočteme ze vztahu:

$$\text{pH} = 14 - \text{pOH}$$

dosadíme:  $\text{pH} = 14 - (-\log 0,01)$

$$\text{pH} = 12$$

**Odpověď:** pH 0,01 M roztoku hydroxidu sodného je rovno 12.

### Řešení C:

Kyselina sírová je silná dvojsytná kyselina, proto lze předpokládat, že ve velmi zředěném roztoku je prakticky úplně disociována až do druhého stupně. Koncentrace vzniklých  $\text{H}_3\text{O}^+$  iontů je tedy rovna dvojnásobku koncentrace kyseliny. Z uvedeného vyplývá, že pH roztoku vypočteme jako záporný logaritmus dvojnásobku koncentrace kyseliny:

$$\text{pH} = -\log 2 \cdot 0,0005$$

$$\text{pH} = 3$$

**Odpověď:** pH 0,0005 M roztoku kyseliny sírové je rovno 3.



$$n_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 250 \cdot 10^{-3} \cdot 0,01$$

$$n_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 0,0025 \text{ mol}$$

$$n_{\text{KOH}} = 200 \cdot 10^{-3} \cdot 0,025$$

$$n_{\text{KOH}} = 0,005 \text{ mol}$$

Vzhledem k molárnímu poměru, ve kterém spolu obě látky reagují (viz bod a), je zřejmé, že zjištěná látková množství zreagují beze zbytku. V reakční soustavě bude tak přítomen pouze síran draselný, který je solí silné kyseliny a silné zásady. Víme, že tyto soli ve vodném roztoku reagují neutrálně. pH vzniklého roztoku bude 7.

**Odpoď:** Připravený roztok bude mít pH rovno 7.

5. Vypočítejte hmotnost hydroxidu sodného, který byl použit pro přípravu 20 dm<sup>3</sup> roztoku, jehož pH = 12,2?

**Řešení:**

a) Vyjdeme ze vztahu:  $\text{pOH} = 14 - \text{pH}$

Po dosazení:  $\text{pOH} = 14 - 12,2$

$$\text{pOH} = 1,8$$

- b) koncentraci OH<sup>-</sup> iontů získáme odlogaritmováním:

$$c_{\text{OH}^-} = 1,585 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

- c) Ze vztahu  $n = V \cdot c$  vypočteme látkové množství hydroxidu sodného, které je shodné s látkovým množstvím OH<sup>-</sup> iontů v 20 dm<sup>3</sup> roztoku této látky:

$$n_{\text{NaOH}} = 20 \cdot 1,585 \cdot 10^{-2}$$

$$n_{\text{NaOH}} = 0,317 \text{ mol}$$

- d) Vypočteme relativní molekulovou hmotnost hydroxidu sodného:  $M_r(\text{NaOH}) = 40,0$

- e) Hmotnost hydroxidu sodného, který je potřeba pro přípravu roztoku, vypočteme ze vztahu  $m = n \cdot M$ :

$$m_{\text{NaOH}} = 0,317 \cdot 40 = 12,68 \text{ g}$$

$$m_{\text{NaOH}} = 12,68 \text{ g}$$

**Odpoď:** Na přípravu roztoku bylo použito 12,68 g hydroxidu sodného.

6. Stačí 1,5 dm<sup>3</sup> roztoku kyseliny chlorovodíkové o pH = 2,5 na neutralizaci 0,5 dm<sup>3</sup> 0,017 M roztoku hydroxidu sodného?

**Řešení:**

- a) Napíšeme rovnici reakce:



Z rovnice je zřejmé, že látky reagují v molárním poměru 1 : 1. Proto pro vyřešení zadaného úkolu stačí pouze porovnat látková množství obou látek.

- b) Výpočet látkového množství kyseliny chlorovodíkové:

Roztok kyseliny chlorovodíkové má pH = 2,5. Koncentraci H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> iontů získáme odlogaritmováním této hodnoty:

$$c_{\text{H}_3\text{O}^+} = 3,162 \cdot 10^{-3} \text{ molu}$$

Látkové množství kyseliny chlorovodíkové, které je shodné s látkovým množstvím H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>, vypočteme ze vztahu  $n = V \cdot c$ :

$$n_{\text{HCl}} = 1,5 \cdot 3,162 \cdot 10^{-3}$$

$$n_{\text{HCl}} = 0,0047 \text{ molu}$$

- c) Obdobným způsobem vypočteme látkové množství hydroxidu sodného:

$$n_{\text{NaOH}} = 0,5 \cdot 0,017$$

$$n_{\text{NaOH}} = 0,0085 \text{ molu}$$

- d) Porovnáním látkových množství obou látek zjistíme, že zadaný objem kyseliny chlorovodíkové k neutralizaci roztoku hydroxidu sodného stačit nebude.

**Odpoď:** Uvedené množství kyseliny chlorovodíkové na neutralizaci roztoku hydroxidu sodného nestačí.

7. Roztok hydroxidu draselného má pH = 12,5 a objem 340 cm<sup>3</sup>. Jaké bude pH roztoku, který vznikne zředěním původního roztoku na celkový objem 800 cm<sup>3</sup>?

**Řešení:**

- a) Ze vztahu  $\text{pH} = 14 - \text{pOH}$  vypočteme hodnotu pOH:

$$\text{pOH} = 14 - 12,5$$

$$\text{pOH} = 1,5$$

b) Koncentraci  $\text{OH}^-$  iontů v roztoku získáme odlogaritmováním hodnoty pOH:

$$c_{\text{OH}^-} = 3,1622 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

c) Ze vztahu  $n = V \cdot c$  vypočteme látkové množství  $\text{OH}^-$ , které je obsaženo ve  $340 \text{ cm}^3$  (tj. v  $0,34 \text{ dm}^3$ ) roztoku:

$$n_{\text{OH}^-} = 0,34 \cdot 3,1622 \cdot 10^{-2}$$

$$n_{\text{OH}^-} = 1,075 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

d) Vypočtené látkové množství bylo použito pro přípravu  $800 \text{ cm}^3$  (tj.  $0,8 \text{ dm}^3$ ) roztoku. Ze vztahu  $c = n / V$  vypočteme výslednou koncentraci iontů  $\text{OH}^-$ :

$$c_{\text{OH}^-} = 1,075 \cdot 10^{-2} / 0,8$$

$$c_{\text{OH}^-} = 0,0134 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

e) Vypočteme záporný dekadický logaritmus hodnoty získané v bodě d):

$$\text{pOH} = -\log 0,0134$$

$$\text{pOH} = 1,87$$

f) pH připraveného roztoku vypočteme ze vztahu  $\text{pH} = 14 - \text{pOH}$ :

$$\text{pH} = 14 - 1,87$$

$$\text{pH} = 12,13$$

**Odpověď:** pH připraveného roztoku bude 12,13.

**8. Vypočtete pH 0,15 M roztoku kyseliny octové ( $K_a = 1,75 \cdot 10^{-5}$ ).**

**Řešení:**

a) Kyselina octová patří mezi slabé kyseliny, proto je i ve zředěných roztocích disociována jen částečně. Disociaci kyseliny octové vystihuje následující rovnovážná konstanta:

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

Položíme-li koncentraci  $[\text{CH}_3\text{COO}^-] = x$ , bude i koncentrace  $[\text{H}^+] = x$ . (Uvědomte si, že oba ionty vznikly disociací kyseliny octové.) Koncentrace nedisociované kyseliny octové  $[\text{CH}_3\text{COOH}]$  bude potom rovna její celkové (analytické) koncentraci zmenšené o koncentraci disociované kyseliny. V našem případě  $[\text{CH}_3\text{COOH}] = 0,15 - x$ .

Po dosazení:

$$1,75 \cdot 10^{-5} = \frac{x \cdot x}{0,15 - x}$$

$$x = 1,622 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

b) pH vypočteme jako záporný dekadický logaritmus hodnoty  $x$ :

$$\text{pH} = -\log 1,622 \cdot 10^{-3}$$

$$\text{pH} = 2,79$$

**Odpověď:** Roztok kyseliny octové bude mít pH = 2,79.

**9. Jaká musí být molární koncentrace kyseliny propionové ( $K_a = 1,33 \cdot 10^{-5}$ ), aby její roztok měl pH = 2,4?**

**Řešení:**

a) Roztok kyseliny propionové má mít pH = 2,4. Odpovídající koncentraci iontů  $\text{H}_3\text{O}^+$  získáme odlogaritmováním této hodnoty:

$$c_{\text{H}_3\text{O}^+} = 3,981 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

b) Nyní vyjdeme ze vztahu pro rovnovážnou konstantu  $K_a$ :

$$K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COO}^-] \cdot [\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}]}$$

Kyselina propionová je jednosytná kyselina, proto platí  $[\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COO}^-] = [\text{H}^+] = 3,981 \cdot 10^{-3}$ . Rovnovážná koncentrace nedisociované kyseliny propionové bude rovna její celkové koncentraci zmenšené o koncentraci disociované kyseliny:  $[\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}] = [x - 3,981 \cdot 10^{-3}]$ .

$$\text{Po dosazení: } 1,33 \cdot 10^{-5} = \frac{3,981 \cdot 10^{-3} \cdot 3,981 \cdot 10^{-3}}{x - 3,981 \cdot 10^{-3}}$$

$$x = 1,19 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

**Odpověď:** Kyselina propionová musí být 1,19 M.

**10. Jaká je  $K_b$  slabé jednosytné zásady, jestliže její 0,05 M roztok má pH = 11,5?**

**Řešení:**

a) Ze vztahu  $14 = \text{pH} + \text{pOH}$  vypočteme pOH:

$$\text{pOH} = 14 - 11,5 = 2,5$$

$$\text{pOH} = 2,5$$

b) Koncentraci  $\text{OH}^-$  iontů přítomných v roztoku získáme odlogaritmováním hodnoty pOH:

$$c_{\text{OH}^-} = 3,1622 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

c) Nyní využijeme vztah pro  $K_b$  slabé jednosytné zásady obecného vzorce ZOH:

$$K_b = \frac{[\text{Z}^+] \cdot [\text{OH}^-]}{[\text{ZOH}]}$$

Je zřejmé, že pro jednosytnou zásadu ZOH platí  $[\text{Z}^+] = [\text{OH}^-]$ .

$$\text{Po dosazení: } K_b = \frac{3,1622 \cdot 10^{-3} \cdot 3,1622 \cdot 10^{-3}}{0,05 - 3,1622 \cdot 10^{-3}}$$

$$K_b = 2,13 \cdot 10^{-4}$$

**Odpověď:**  $K_b$  slabé jednosytné zásady je  $2,13 \cdot 10^{-4}$ .

**11. Vypočtete disociační stupeň 0,07 M vodného roztoku kyanovodíku, je-li jeho  $K_a = 7,2 \cdot 10^{-10}$ .**

**Řešení:**

a) Koncentraci disociovaného kyanovodíku vypočteme ze vztahu pro jeho  $K_a$ :

$$K_a = \frac{[\text{H}^+] \cdot [\text{CN}^-]}{[\text{HCN}]}$$

Pro jednosytnou kyselinu obecného vzorce HA platí:  $[\text{H}^+] = [\text{A}^-]$ , tedy  $[\text{H}^+] = [\text{CN}^-]$ . Koncentrace nedisociovaného HCN je rovna jeho celkové koncentraci zmenšené o koncentraci disociované kyseliny. Položíme-li koncentraci  $[\text{H}^+] = x$ , můžeme psát:

$$7,2 \cdot 10^{-10} = \frac{x \cdot x}{0,07 - x}$$

$$x = 7,1 \cdot 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

b) Stupeň disociace  $\alpha$  je dán poměrem koncentrace disociované slabé kyseliny k její celkové koncentraci. V našem případě je koncentrace disociovaného kyanovodíku rovna  $7,1 \cdot 10^{-6}$ .

$$\text{Po dosazení: } \alpha = \frac{7,1 \cdot 10^{-6}}{0,07}$$

$$\alpha = 1,01 \cdot 10^{-4}, \text{ tj. } 1,01 \cdot 10^{-2} \%$$

**Odpověď:** Disociační stupeň kyanovodíku je  $1,01 \cdot 10^{-4}$ , tj.  $1,01 \cdot 10^{-2} \%$ .

**12. Vypočítejte disociační konstantu 0,05 M roztoku slabé jednosytné kyseliny, je-li její stupeň disociace 2%.**

**Řešení:**

a) Vyjdeme ze vztahu pro výpočet stupně disociace  $\alpha$ , který je dán poměrem koncentrace disociované kyseliny k její celkové koncentraci. Celková koncentrace kyseliny je rovna 0,05,  $\alpha = 2\%$ , tj. 0,02.

$$\text{Po dosazení: } 0,02 = \frac{x}{0,05}$$

$$x = 0,001$$

Uvědomte si, že vypočtená koncentrace disociované kyseliny je zároveň rovna koncentraci oxoniových kationtů  $\text{H}_3\text{O}^+$ , protože se jedná o jednosytnou kyselinu.

b) Nyní využijeme vztahu pro výpočet disociační konstanty  $K_a$  slabé jednosytné kyseliny:

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

Je zřejmé, že pro jednosytnou kyselinu HA platí:  $[\text{H}^+] = [\text{A}^-]$ . Rovnovážná koncentrace nedisociované kyseliny HA je rovna její celkové koncentraci zmenšené o koncentraci disociované kyseliny. V našem případě  $[\text{HA}] = 0,05 - 0,001$ .

$$\text{Po dosazení: } K_a = \frac{0,001 \cdot 0,001}{0,05 - 0,001}$$

$$K_a = 2,041 \cdot 10^{-5}$$

**Odpověď:** Disociační konstanta uvedené kyseliny je  $2,041 \cdot 10^{-5}$ .

**13. Jaká bude reakce vodného roztoku a) síranu měďnatého, b) uhličitanu sodného, c) chloridu amonného, d) chloridu sodného**

**Řešení:**

a) Uvědomte si, že sůl vzniklá reakcí slabé zásady a silné kyseliny reaguje ve vodném roztoku kyselé, sůl silné zásady a slabé kyseliny zásaditě, sůl silné zásady a silné kyseliny neutrálně.

**Odpověď:** Kyselé budou reagovat soli označené písmeny a) a c). Zásaditou reakci poskytne sůl uvedená pod písmenem b) a neutrálně bude reagovat sůl uvedená pod písmenem d).

- 14.** 0,5 g 50% kyseliny sírové bylo zředěno na objem 1 dm<sup>3</sup>. Jaké bude pH takto připraveného roztoku? [2,29]
- 15.** Z 5 g kusového hydroxidu sodného byly připraveny 3 dm<sup>3</sup> vodného roztoku. Vypočítejte jeho pH. [12,62]
- 16.** 1 g Ba(OH)<sub>2</sub> · 8H<sub>2</sub>O byl použit pro přípravu 1,5 dm<sup>3</sup> vodného roztoku. Vypočítejte jeho pH. [11,62]
- 17.** 1 cm<sup>3</sup> 98% kyseliny sírové ( $\rho = 1,8361 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ) byl použit pro přípravu 2,5 dm<sup>3</sup> jejího roztoku. Vypočítejte pH připraveného roztoku. [1,83]
- 18.** Ze 2 cm<sup>3</sup> 30% hydroxidu draselného KOH ( $\rho = 1,2879 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ) bylo připraveno 1,8 dm<sup>3</sup> roztoku. Vypočítejte jeho pH. [11,88]
- 19.** Jaké bude pH roztoku vzniklého zředěním 25 cm<sup>3</sup> 0,1 M roztoku hydroxidu draselného na objem 2,5 dm<sup>3</sup>? [11]
- 20.** Jaké pH bude mít roztok připravený zředěním 15 cm<sup>3</sup> 0,1 M kyseliny sírové na objem 1,6 dm<sup>3</sup>? [2,73]
- 21.** Jaké bude pH roztoku vzniklého smísením 200 cm<sup>3</sup> 0,05 M hydroxidu draselného s 300 cm<sup>3</sup> 0,02 M kyseliny sírové a 150 cm<sup>3</sup> 0,03 M roztoku hydroxidu sodného? (Zanedbejte objemovou kontrakci.) [11,59]
- 22.** 1 cm<sup>3</sup> 98 % kyseliny sírové ( $\rho = 1,8361 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ) byl použit pro přípravu 750 cm<sup>3</sup> jejího vodného roztoku. 0,5 dm<sup>3</sup> roztoku hydroxidu draselného bylo připraveno rozpouštěním 1,7 g KOH ve vodě. Vypočítejte pH soustavy, která vznikne smísením obou roztoků. (Zanedbejte objemovou kontrakci.) [2,29]

- 23.** 0,5 dm<sup>3</sup> roztoku, který byl připraven z 5 cm<sup>3</sup> 34 % roztoku kyseliny chlorovodíkové ( $\rho = 1,1691 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ), bylo smícháno se 750 cm<sup>3</sup> roztoku připraveného ze 3 cm<sup>3</sup> 30% roztoku hydroxidu sodného ( $\rho = 1,3279 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ). Vypočítejte pH vzniklého roztoku. (Objemovou kontrakci zanedbejte.) [1,71]
- 24.** Kolik dm<sup>3</sup> 98% kyseliny sírové ( $\rho = 1,8361 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ) bylo použito pro přípravu 125 dm<sup>3</sup> jejího vodného roztoku o pH = 2,3? [17,08 cm<sup>3</sup>]
- 25.** Roztok kyseliny sírové má pH = 2,5. Kolik gramů NaOH bude nutno použít pro zneutralizování 28 dm<sup>3</sup> tohoto roztoku? [3,5416 g]
- 26.** Roztok hydroxidu sodného má pH = 12,9. Kolik cm<sup>3</sup> 30% kyseliny chlorovodíkové ( $\rho = 1,1493 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ) bude třeba na zneutralizování 32 dm<sup>3</sup> tohoto roztoku? [268,8 cm<sup>3</sup>]
- 27.** Jaké pH bude mít roztok, který vznikl rozpuštěním 22,4 dm<sup>3</sup> plynného chlorovodíku (objem je udán za normálních podmínek) ve vodě, jestliže připravený roztok má celkový objem 10 dm<sup>3</sup>? [1]
- 28.** Roztok kyseliny sírové má pH = 3. Kolik cm<sup>3</sup> 36% roztoku hydroxidu draselného ( $\rho = 1,3520 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ) bude třeba pro zneutralizování 5 dm<sup>3</sup> tohoto roztoku? [0,576 cm<sup>3</sup>]
- 29.** Kolik cm<sup>3</sup> 1,5 M roztoku kyseliny chlorovodíkové je třeba na přípravu 5 dm<sup>3</sup> jejího roztoku, má-li mít pH = 3,5? [1,05 cm<sup>3</sup>]
- 30.** Kolik cm<sup>3</sup> 2 M roztoku hydroxidu draselného je třeba na přípravu 5 dm<sup>3</sup> jeho roztoku, má-li mít pH = 12,8? [157,8 cm<sup>3</sup>]
- 31.** Jaké bude pH roztoku hydroxidu draselného, byla-li jeho navážka určená pro přípravu 10 dm<sup>3</sup> roztoku o pH = 13,2 použita na přípravu 5 dm<sup>3</sup> roztoku této látky? [13,5]
- 32.** Jaké bude pH roztoku kyseliny sírové, byl-li objem jejího koncentrovaného roztoku určený pro přípravu 6 dm<sup>3</sup> roztoku o pH = 2,7 použit pro přípravu 10 dm<sup>3</sup> této kyseliny? [2,92]
- 33.** Kolik dm<sup>3</sup> roztoku kyseliny sírové o pH = 2,3 je možno připravit z 15 cm<sup>3</sup> jejího 98% roztoku ( $\rho = 1,8361 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ )? [109,9 dm<sup>3</sup>]
- 34.** Bude pH 500 cm<sup>3</sup> roztoku hydroxidu draselného připraveného z 20 cm<sup>3</sup> jeho 1 M roztoku vyšší než 11?



35. Budou stačit 2 dm<sup>3</sup> roztoku hydroxidu draselného o pH = 12,5 na neutralizaci 1 dm<sup>3</sup> 0,05 M roztoku kyseliny chlorovodíkové? Vypočítejte pH roztoku, který tímto způsobem vznikne. (Objemovou kontrakci zanedbejte.)
36. Do 900 cm<sup>3</sup> 1 M roztoku hydroxidu sodného bylo zavedeno 20,4 dm<sup>3</sup> plynného chlorovodíku (objem je udán za normálních podmínek). Vypočítejte pH vzniklého roztoku, jestliže byl jeho objem po reakci doplněn na 1 dm<sup>3</sup>. [1,99]
37. Bude pH 12 000 dm<sup>3</sup> vodného roztoku hydroxidu sodného vyšší než 11,8, jestliže pro jeho přípravu použijeme 5 kg pevného NaOH?
38. Jaké by bylo pH vody v bazénu dlouhém 50 m, širokém 25 m a hlubokém 2 m, pokud bychom do něj vlili 1 dm<sup>3</sup> 98 % kyseliny sírové ( $\rho = 1,8361 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ )? Při výpočtu neuvažujte změnu objemu soustavy a předpokládejte, že původní pH vody v bazénu bylo rovno 7. [4,83]
39. Roztok kyseliny dusičné má objem 450 cm<sup>3</sup> a pH = 1,9. Jaké bude pH roztoku, který vznikne zředěním uvedeného roztoku na objem 1250 cm<sup>3</sup>? [2,34]
40. Na jaký objem musí být zředěno 500 cm<sup>3</sup> roztoku kyseliny chlorovodíkové o pH = 2,5, má-li být pH vzniklého roztoku 4,1? [19,89 dm<sup>3</sup>]
41. Na jaký objem musí být zředěno 350 cm<sup>3</sup> roztoku hydroxidu sodného, jehož pH = 12,9, má-li mít roztok po zředění pH = 11,5? [8,791 dm<sup>3</sup>]
42. Jaká je disociační konstanta slabé jednosytné kyseliny, jestliže její 0,12 M roztok má pH = 2,95? [ $1,05 \cdot 10^{-5}$ ]
43. Jaké bude pH roztoku kyseliny octové, jestliže 100 cm<sup>3</sup> jejího 0,6 M roztoku bylo použito pro přípravu 1200 cm<sup>3</sup> roztoku této kyseliny? ( $K_a = 1,75 \cdot 10^{-5}$ ) [3,03]
44. Pro přípravu 800 cm<sup>3</sup> roztoku kyseliny octové ( $K_a = 1,75 \cdot 10^{-5}$ ) bylo použito 60 cm<sup>3</sup> jejího 8% roztoku ( $\rho = 1,0097 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ). Jaké bude pH připraveného roztoku? [2,88]
45. Vypočítejte disociační konstantu kyseliny máselné, jestliže její 0,15 M roztok má pH = 2,826. [ $1,5 \cdot 10^{-5}$ ]
46. Jaké je pH 0,1 M roztoku amoniaku, jestliže jeho  $K_b = 1,77 \cdot 10^{-5}$ ? [11,12]
47. Pro přípravu 750 cm<sup>3</sup> vodného roztoku amoniaku bylo použito 10 cm<sup>3</sup> 26% roztoku této látky ( $\rho = 0,9040 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ). Vypočítejte pH roztoku amoniaku, je-li jeho  $K_b = 1,77 \cdot 10^{-5}$ . [11,26]

48. Pro přípravu 650 cm<sup>3</sup> roztoku amoniaku ( $K_b = 1,77 \cdot 10^{-5}$ ) bylo použito 100 cm<sup>3</sup> jeho 0,3 M roztoku. Vypočítejte, jaké bude pH připraveného roztoku. [10,95]
49. Jaká je koncentrace roztoku amoniaku ( $K_b = 1,77 \cdot 10^{-5}$ ), jestliže jeho pH = 11,1? [ $8,97 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ ]
50. Vypočítejte stupeň disociace kyseliny dusité ( $K_a = 5,0 \cdot 10^{-4}$ ) v jejím: a) 1 M roztoku, b) 0,1 M roztoku [a)  $2,21 \cdot 10^{-2}$ , tj. 2,21 %; b)  $6,82 \cdot 10^{-2}$ , tj. 6,82 %]
51. Vypočítejte disociační konstantu a stupeň disociace kyseliny octové, víte-li, že její 0,01 M roztok má pH = 3,38. [ $K_a = 1,8134 \cdot 10^{-5}$ ,  $\alpha = 4,17 \cdot 10^{-2}$ , tj. 4,17 %]
52. Vypočítejte disociační konstantu a stupeň disociace amoniaku, víte-li, že jeho 0,06 M roztok má pH = 11,01. [ $K_b = 1,77 \cdot 10^{-5}$ ,  $\alpha = 1,71 \cdot 10^{-2}$ , tj. 1,71 %]
53. Vypočítejte pH 0,05 M roztoku slabé jednosytné kyseliny, je-li její disociační stupeň 1,5 %. [3,125]
54. Vypočítejte koncentraci slabé jednosytné kyseliny, má-li disociační stupeň  $9 \cdot 10^{-3}$  a její roztok má pH = 2,9. [ $0,14 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ ]
55. Disociační konstanta HF je  $7,2 \cdot 10^{-4}$ . Jaká je molární koncentrace vodného roztoku této kyseliny, jestliže víme, že koncentrace  $\text{H}_3\text{O}^+$  je  $3,8 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ ? Vypočítejte pH tohoto roztoku. [ $c = 2,39 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ , pH = 2,42]
56. Hodnota iontového součinu vody ( $K_v$ ) závisí na teplotě. Například  $K_v$  vody při teplotě: a) 0 °C je  $1,139 \cdot 10^{-15}$ , při teplotě: b) 10 °C je  $2,920 \cdot 10^{-15}$  a při teplotě: c) 35 °C je  $2,089 \cdot 10^{-14}$ . Vypočítejte hodnoty pH, které bude mít při těchto teplotách neutrální vodný roztok. [a) 7,47; b) 7,27; c) 6,84]
57. Vypočítejte pH a) 2,8 M kyseliny chlorovodíkové, b) 3,0 M hydroxidu sodného za předpokladu, že obě sloučeniny budou v uvedených roztocích zcela disociovány. [a) - 0,45; b) 14,48]
58. Jak bude ve vodném roztoku reagovat:
- |                                    |  |                      |                      |
|------------------------------------|--|----------------------|----------------------|
| a) Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | b) Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> | c) KBr               | d) NaNO <sub>2</sub> |
| e) CH <sub>3</sub> COONa           | f) K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>                  | g) AgNO <sub>3</sub> | h) KClO <sub>4</sub> |

## Součin rozpustnosti

1. Vypočítejte součin rozpustnosti sulfidu stříbrného, je-li rozpustnost této látky  $2,51 \cdot 10^{-17} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ .

**Řešení:**

- a) Sulfid stříbrný má vzorec  $\text{Ag}_2\text{S}$ , proto platí:

$$[\text{Ag}_2\text{S}] = [\text{S}^{2-}]$$

- b) Ze vzorce sulfidu stříbrného je zřejmé, že koncentrace iontů stříbrných bude, v porovnání s koncentrací iontů sulfidických a tedy i s koncentrací sulfidu stříbrného, dvojnásobná.

- c) Nyní již známe vše potřebné, abychom mohli napsat vztah pro výpočet součinu rozpustnosti sulfidu stříbrného:

$$K_S = [\text{Ag}^+]^2 \cdot [\text{S}^{2-}]$$

Po dosazení:  $K_S = [5,02 \cdot 10^{-17}]^2 \cdot [2,51 \cdot 10^{-17}]$

$$K_S = 6,33 \cdot 10^{-50}$$

**Odpověď:** Součin rozpustnosti sulfidu stříbrného je  $6,33 \cdot 10^{-50}$ .

2. Součin rozpustnosti bromidu stříbrného je  $4,90 \cdot 10^{-13}$ . Vypočítejte jeho rozpustnost v  $\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ .

**Řešení:**

- a) Bromid stříbrný má vzorec  $\text{AgBr}$ , proto platí:  $[\text{AgBr}] = [\text{Ag}^+] = [\text{Br}^-]$

- b) Vyjdeme-li z definice součinu rozpustnosti a koncentraci stříbrných iontů si označíme  $x$ , tedy  $[\text{Ag}^+] = x$ , můžeme psát:  $K_S = x^2$

Po dosazení:  $4,90 \cdot 10^{-13} = x^2$

$$x = 7 \cdot 10^{-7} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

**Odpověď:** Rozpustnost bromidu stříbrného je  $7 \cdot 10^{-7} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ .

3. Součin rozpustnosti sulfidu stříbrného je  $6,31 \cdot 10^{-50}$ . Vypočítejte rozpustnost této látky v  $\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ .

**Řešení:**

- a) Sulfid stříbrný má vzorec  $\text{Ag}_2\text{S}$ , proto platí:

$$[\text{Ag}_2\text{S}] = 1/2 [\text{Ag}^+] = [\text{S}^{2-}]$$

b) Nyní využijeme vztah pro výpočet součinu rozpustnosti sulfidu stříbrného:

$$K_S = [\text{Ag}^+]^2 \cdot [\text{S}^{2-}]$$

Pokud koncentraci sulfidických iontů označíme  $x$ , tedy  $[\text{S}^{2-}] = x$ , můžeme psát  $[\text{Ag}^+] = 2x$ . Dosazením do výše uvedeného vztahu získáme rovnici:

$$6,31 \cdot 10^{-50} = (2x)^2 \cdot x$$

$$6,31 \cdot 10^{-50} = 4x^3$$

$$x = 2,51 \cdot 10^{-17}$$

**Odpověď:** Rozpustnost sulfidu stříbrného je  $2,51 \cdot 10^{-17} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ .

- Vypočítejte součin rozpustnosti sulfidu olovnatého, je-li rozpustnost této látky  $1,84 \cdot 10^{-14} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ . [ $3,39 \cdot 10^{-28}$ ]
- Bylo zjištěno, že v  $1 \text{ dm}^3$  nasyceného roztoku uhličitánu nikelnatého je rozpuštěno  $4,36 \cdot 10^{-2} \text{ g}$  této látky. Vypočítejte součin rozpustnosti, víte-li, že  $M_r(\text{NiCO}_3) = 118,72$ . [ $1,35 \cdot 10^{-7}$ ]
- Ve  $100 \text{ cm}^3$  roztoku chromanu olovnatého je obsaženo  $1,1 \cdot 10^{-5} \text{ g}$  olovnatých iontů. Vypočítejte součin rozpustnosti této látky, víte-li, že  $A_r(\text{Pb}) = 207,2$ . [ $2,82 \cdot 10^{-11}$ ]
- Roztok jodidu olovnatého obsahuje v  $1 \text{ dm}^3$   $0,307 \text{ g}$  jodidových iontů. Vypočítejte součin rozpustnosti této látky. [ $7,09 \cdot 10^{-9}$ ]
- Vypočítejte, kolik gramů síranu barnatého je rozpuštěno v  $0,5 \text{ dm}^3$  jeho nasyceného roztoku, víte-li, že součin rozpustnosti této látky je  $1,08 \cdot 10^{-10}$ . [ $1,21 \cdot 10^{-3} \text{ g}$ ]
- Rozhodněte, která ze tří uvedených látek je nejméně rozpustná:
  - $K_S(\text{AgBr}) = 4,90 \cdot 10^{-13}$      $K_S(\text{AgCl}) = 1,78 \cdot 10^{-10}$      $K_S(\text{AgI}) = 8,31 \cdot 10^{-17}$
  - $K_S(\text{AgI}) = 8,31 \cdot 10^{-17}$      $K_S(\text{BaSO}_4) = 1,08 \cdot 10^{-10}$      $K_S(\text{PbS}) = 3,40 \cdot 10^{-28}$
  - $K_S(\text{PbS}) = 3,40 \cdot 10^{-28}$      $K_S(\text{AgBr}) = 4,90 \cdot 10^{-13}$      $K_S(\text{HgI}_2) = 3,16 \cdot 10^{-29}$
- Součin rozpustnosti hydroxidu vápenatého je  $6,4 \cdot 10^{-6}$ . Vypočítejte a) rozpustnost hydroxidu vápenatého v  $\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ , b) pH jeho nasyceného roztoku. [a)  $1,17 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ ; b) 12,37]
- Vypočítejte, jaká je koncentrace (v  $\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ ) stříbrných iontů v nasyceném roztoku a) chloridu stříbrného, jestliže  $K_S(\text{AgCl}) = 1,78 \cdot 10^{-10}$ , b) sulfidu stříbrného, jestliže  $K_S(\text{Ag}_2\text{S}) = 6,31 \cdot 10^{-50}$ . [a)  $1,33 \cdot 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ ; b)  $2,51 \cdot 10^{-17} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ ]

## Termochemie

1. Jaké znaménko má entalpie při exotermních a jaké při endotermních dějích?

**Odpověď:** Pro exotermní děje je  $\Delta H$  záporná, systém předal teplo do okolí a je o tuto energii chudší. Při endotermních dějích je  $\Delta H$  kladná, protože systém od okolí energii přijal.

2. Jaké množství tepla se uvolní spálením 250 g acetylenu? [ $M_r(\text{C}_2\text{H}_2) = 26$ ;  $\Delta H_{\text{spal}}^0 = 1300 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ]

**Řešení:**

a) Spalné teplo je udáváno v  $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ . Pro výpočet tepla uvolněného při spálení určité hmotnosti libovolné látky, je třeba zjistit její látkové množství. Látkové množství acetylenu vypočteme s využitím vztahu  $n = m / M$ :

$$n = 250 / 26$$

$$n = 9,62 \text{ molu}$$

b) Uvolněné teplo získáme jako součin sdandardního spalného tepla a látkového množství:

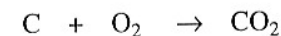
$$1300 \cdot 9,62 = 12506 \text{ kJ}$$

**Odpověď:** Při spálení 250 g acetylenu se uvolní energie 12 506 kJ.

3. 24 g uhlíku bylo za standardních podmínek spáleno na oxid uhličitý. V průběhu reakce se uvolnilo teplo 787,4 kJ. Vypočítejte standardní slučovací teplo  $\text{CO}_2$ .

**Řešení:**

a) Napíšeme rovnici vyjadřující průběh popsané chemické reakce a s jejím využitím sestavíme přímou úměru, ze které vypočítáme látkové množství oxidu uhličitého, který vznikne spálením 24 g uhlíku.



$$24 : 12 = x : 1$$

$$x = 2 \text{ moly}$$

b) Standardní slučovací teplo oxidu uhličitého, které je totožné se standardním spalným teplem uhlíku, vypočítáme tak, že teplo uvolněné v průběhu reakce podělíme látkovým množstvím vzniklého oxidu uhličitého:

$$787,4 : 2 = 393,7 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

Vzhledem k tomu, že došlo k uvolnění tepla, jedná se o reakci exotermní a standardní slučovací teplo bude mít proto záporné znaménko.

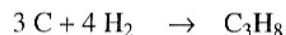
**Odpověď:** Standardní slučovací teplo oxidu uhličitého je  $-393,7 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ .

**4. Vypočítejte standardní slučovací teplo propanu, je-li známo:**

$$\Delta H_{\text{spal}}^0 \text{C}_3\text{H}_8(\text{g}) = -2220 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}, \Delta H_{\text{spal}}^0 \text{C}(\text{s}) \text{ grafit} = -393,7 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}, \\ \Delta H_{\text{sluč}}^0 \text{H}_2\text{O}(\text{l}) = -285,80 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}.$$

**Řešení:**

a) Napišeme rovnici reakce, v jejímž průběhu by propan vznikl přímou syntézou z uhlíku a vodíku:



b) Vydeme ze vztahu pro výpočet reakčního tepla ze spalných tepel reaktantů a produktů:

$$\Delta H^0 = \sum \Delta H_{\text{spal}}^0(\text{reaktantů}) - \sum \Delta H_{\text{spal}}^0(\text{produktů})$$

Je třeba si uvědomit, že slučovací teplo vody je zároveň i spalným teplem vodíku. Po dosazení:

$$\Delta H^0 = 3 \cdot (-393,7) + 4 \cdot (-285,8) - (-2220) = -104,3 \text{ kJ}$$

Vzhledem k tomu, že v průběhu reakce vznikne právě 1 mol propanu, je reakční teplo shodné se standardním slučovacím teplem této sloučeniny.

**Odpověď:** Standardní slučovací teplo propanu je  $-104,3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ .

**5.** Jaké množství tepla se uvolní spálením  $50 \text{ dm}^3$  vodíku (přepočteno na normální podmínky), je-li standardní slučovací teplo  $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$  rovno  $-285,80 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$  a probíhá-li tato reakce při konstantním tlaku?

**6.** Vypočítejte, jaké množství tepla je při standardních podmínkách třeba na převedení 1 kg vody z kapalného stavu do plynného, je-li:

$$\Delta H_{\text{sluč}}^0 \text{H}_2\text{O}(\text{l}) = -285,80 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}; \Delta H_{\text{sluč}}^0 \text{H}_2\text{O}(\text{g}) = -241,80 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

**7.** Vypočítejte jaké množství tepla se uvolní, případně spotřebuje, při dimeraci 69 g  $\text{NO}_2$ , za předpokladu, že děj probíhá za standardních podmínek. Pro výpočet využijte následující údaje:

$$M_r(\text{NO}_2) = 46, \Delta H_{\text{sluč}}^0 \text{NO}_2 = +33,18 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}, \Delta H_{\text{sluč}}^0 \text{N}_2\text{O}_4 = +9,16 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

**8.** Vypočítejte standardní spalné teplo benzenu, je-li známo:

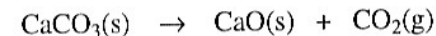
$$\Delta H_{\text{sluč}}^0 \text{C}_6\text{H}_6(\text{l}) = +49,0 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}, \Delta H_{\text{spal}}^0 \text{C}(\text{s}) \text{ grafit} = -393,7 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}, \\ \Delta H_{\text{sluč}}^0 \text{H}_2\text{O}(\text{l}) = -285,8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}.$$

**9.** Vypočítejte, jaké množství tepla se uvolní nebo spotřebuje, jestliže při reakci amoniaku s kyslíkem vznikne 50 g NO. Na počátku i na konci děje je soustava ve standardním stavu. Pro výpočet využijte následující údaje:

$$\Delta H_{\text{sluč}}^0 \text{NO}(\text{g}) = +90,25 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}, \Delta H_{\text{sluč}}^0 \text{NH}_3(\text{g}) = -46,11 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}, \\ \Delta H_{\text{sluč}}^0 \text{H}_2\text{O}(\text{l}) = -285,8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}.$$

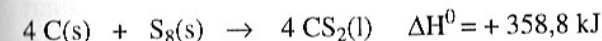
**10.** Jaké množství tepla se uvolní spálením vodíku, který vznikl rozpuštěním 90 g zinku ve zředěné kyselině sírové? Spalování proběhlo za standardních podmínek a  $\Delta H_{\text{sluč}}^0 \text{H}_2\text{O}(\text{l}) = -285,8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ .

**11.** Vypočítejte standardní reakční entalpii následující reakce:



$$\Delta H_{\text{sluč}}^0 \text{CaCO}_3(\text{s}) \text{ kalcit} = -1206,9 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}, \Delta H_{\text{sluč}}^0 \text{CaO}(\text{s}) = -635,09 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}, \\ \Delta H_{\text{sluč}}^0 \text{CO}_2(\text{g}) = -393,70 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}.$$

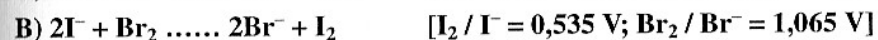
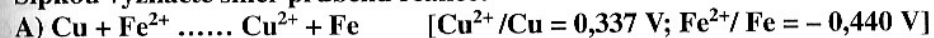
**12.** Průmyslovou výrobu sirouhlíku popisuje následující rovnice:



Jaké množství tepla je nutno do systému dodat, aby vzniklo 40 g  $\text{CS}_2$ ?

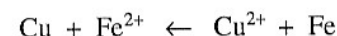
## Elektrochemie

1. Šipkou vyznačte směr průběhu reakce:



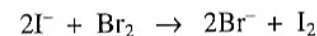
### Řešení A:

Orientace šipky je dána vzájemnou polohou redukčních potenciálů jednotlivých reaktantů. Železo má nižší redukční potenciál než měď, je tedy silnějším redukčním činidlem než měď. Z uvedeného vyplývá, že reakce proběhne ve směru redukce mědi:

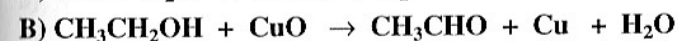
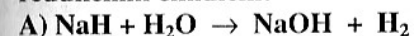


### Řešení B:

Jod má nižší redukční potenciál než brom, je tedy silnějším redukčním činidlem než brom. Z uvedeného vyplývá, že reakce proběhne ve směru redukce bromu:



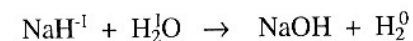
2. V následujících reakcích určete, která sloučenina nebo ion je oxidačním, která redukčním činidlem:



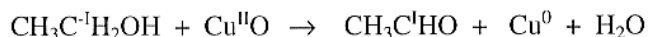
Dříve než přistoupíme k řešení úkolu, zopakujeme si některé základní poznatky. Oxidační činidlo se v průběhu reakce redukuje, to znamená, že se snižuje oxidační číslo některého atomu obsaženého v jeho molekule; jinými slovy řečeno, oxidační činidlo přijímá elektrony. Redukční činidlo se v průběhu reakce oxiduje, to znamená, že roste oxidační číslo některého atomu vázaného v jeho molekule; redukční činidlo elektrony do systému dodává.

### Řešení A:

V chemické rovnici nejprve vyhledáme atomy, jejichž oxidační číslo se změnilo. Na základě změny oxidačního čísla určíme, o jaký typ činidla se jedná:

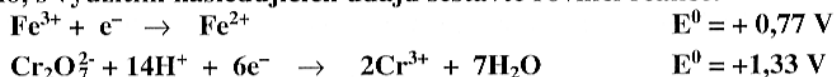


Hydrid sodný je redukčním činidlem, protože hydridový anion ( $\text{H}^-$ ) vázaný v jeho molekule se oxiduje za vzniku vodíku ( $\text{H}_2^0$ ); oxidační číslo vodíku se zvyšuje z  $-1$  na  $0$ . Oxidačním činidlem je voda, protože oxidační číslo vodíku vázaného v její molekule ( $\text{H}_2\text{O}$ ) se v průběhu reakce snižuje ( $\text{H}_2^0$ ); oxidační číslo vodíku se snižuje z  $+1$  na  $0$ .

**Řešení B:**

Redukčním činidlem je ethylalkohol; oxidační číslo uhlíku se v průběhu reakce zvyšuje z -I na I (v acetaldehydu). Oxidačním činidlem je oxid měďnatý; oxidační číslo mědi v průběhu reakce klesá z II na 0.

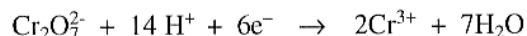
3. Na základě hodnot redukčních potenciálů rozhodněte, zda je dichroman v kyselém prostředí schopen oxidovat železnaté kationty na železitě. Pokud ano, s využitím následujících údajů sestavte rovnici reakce.

**Řešení:**

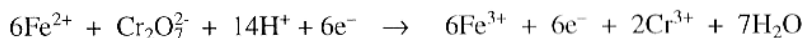
- a) Dříve než přistoupíme k vlastnímu řešení, zopakujeme si některé teoretické poznatky. V tabulkách jsou poloreakce uváděny ve směru redukce a platí, že redukční potenciál oxidačního činidla je v samovolně probíhající reakci vždy vyšší než redukční potenciál činidla redukčního. Reakce tedy probíhá samovolně v tom směru, v němž látka s nižším redukčním potenciálem vystupuje jako činidlo redukční.
- b) Vraťme se k našemu systému. Nižší potenciál přísluší reakci vyjadřující redukci železitých iontů na železnaté. Má-li reakce běžet samovolně, musí uvedený děj probíhat v opačném směru, tedy ve směru oxidace železnatých iontů na železitě. Dichroman bude proto působit jako oxidační činidlo.
- c) Nyní můžeme sestavit rovnici reakce. Železnaté ionty se v jejím průběhu budou oxidovat na železitě. Poloreakci uvedenou v tabulkách proto přepíšeme v opačném směru, tedy ve směru oxidace:



Poloreakci vyjadřující redukci dichromanu ponecháme zapsanu stejným způsobem jak byla uvedena v tabulkách:



- d) Pokud chceme uvedené poloreakce spojit v reakci, je nutné, aby na obou stranách vytvořené rovnice byl stejný počet elektronů. Z probraného učiva již víme, že v tomto případě musíme najít nejmenší společný násobek čísel udávajících počty vyměňovaných elektronů; první rovnici je proto třeba vynásobit šesti:



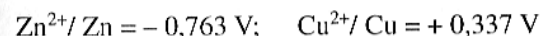
- e) V konečném zápisu reakce se elektrony neuvádí:



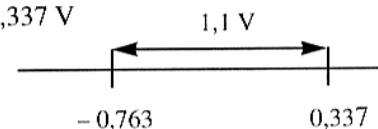
4. Vypočítejte potenciální rozdíl mezi elektrodami článku sestaveného ze zinkové a měděné elektrody. Kovy jsou ponořeny do roztoku vlastních solí za standardních podmínek. [ $\text{Zn}^{2+}/\text{Zn} = -0,763 \text{ V}$ ;  $\text{Cu}^{2+}/\text{Cu} = +0,337 \text{ V}$ ]

**Řešení:**

- a) Elektroda s nižším potenciálem bude v článku působit jako „zdroj elektronů“ – bude na ní docházet k oxidaci. Na elektrodě s vyšším potenciálem bude naopak docházet k redukci, bude tedy „příjemcem elektronů“.
- b) Potenciální rozdíl mezi elektrodami vypočteme tak, že od vyššího potenciálu odečteme potenciál nižší. Pro větší názornost využijeme číselnou osu, na které je potenciální rozdíl mezi elektrodami dán velikostí úsečky ohraničené polohou obou potenciálů. (Potenciální rozdíl musí být vždy kladný.)



$$0,337 - (-0,763) = 1,1 \text{ V}$$



**Odpověď:** Potenciální rozdíl mezi elektrodami je 1,1 V.

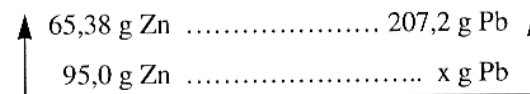
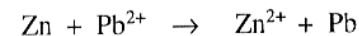
5. Kolik gramů olova se vyloučilo z vodného roztoku dusičnanu olovnatého, jestliže k reakci bylo použito 95 g práškového zinku? (Dusičnan olovnatý byl v roztoku v nadbytku.)

**Řešení:**

- a) V tabulkách vyhledáme relativní atomovou hmotnost zinku a olova:

$$A_r(\text{Zn}) = 65,38; \quad A_r(\text{Pb}) = 207,2$$

- b) Zinek se v elektrochemické řadě napětí kovů nachází nalevo od olova, to znamená, že olovo můžeme z jeho solí zinkem vyredukovat. Napíšeme rovnici reakce a za využití relativních atomových hmotností obou prvků sestavíme přímou úměru, ze které vypočteme hmotnost vyloučeného olova:



$$95 : 65,38 = x : 207,2$$

$$x = 301,1 \text{ g Pb}$$

**Odpověď:** Reakcí se vyloučí 301,1 g olova.

6. Šipkou vyznačte směr průběhu reakce. Při řešení úkolu využijte zadané redukční potenciály:

- a)  $2\text{Cl}^- + \text{Br}_2 \dots\dots 2\text{Br}^- + \text{Cl}_2$       $\text{Br}_2 / \text{Br}^- = 1,065 \text{ V}; \text{Cl}_2 / \text{Cl}^- = 1,359 \text{ V}$   
 b)  $2\text{Ag} + \text{Cu}^{2+} \dots\dots \text{Cu} + 2\text{Ag}^+$       $\text{Cu}^{2+} / \text{Cu} = 0,337 \text{ V}; \text{Ag}^+ / \text{Ag} = 0,799$   
 c)  $\text{Zn} + \text{Pb}^{2+} \dots\dots \text{Pb} + \text{Zn}^{2+}$       $\text{Zn}^{2+} / \text{Zn} = -0,763 \text{ V}; \text{Pb}^{2+} / \text{Pb} = -0,126 \text{ V}$   
 d)  $2\text{I}^- + \text{Cl}_2 \dots\dots 2\text{Cl}^- + \text{I}_2$       $\text{I}_2 / \text{I}^- = 0,535 \text{ V}; \text{Cl}_2 / \text{Cl}^- = 1,359 \text{ V}$

7. V následujících reakcích určete, která sloučenina nebo ion je oxidačním a která redukčním činidlem:

- a)  $2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{NaOH} + \text{H}_2$   
 b)  $5\text{Fe}^{2+} + \text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ \rightarrow \text{Mn}^{2+} + 5\text{Fe}^{3+} + 4\text{H}_2\text{O}$   
 c)  $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$   
 d)  $\text{CH}_4 + 3\text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$   
 e)  $2\text{NaI} + \text{Br}_2 \rightarrow 2\text{NaBr} + \text{I}_2$   
 f)  $\text{Zn} + \text{CuSO}_4 \rightarrow \text{Cu} + \text{ZnSO}_4$

8. Na základě hodnot redukčních potenciálů rozhodněte, zda je dichroman v kyselém prostředí schopen oxidovat bromidy na elementární brom. Pokud ano, sestavte rovnici reakce. Pro řešení využijte uvedené redukční potenciály:  $\text{Br}_2 / \text{Br}^- = 1,065 \text{ V}$   
 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 14\text{H}^+ + 6\text{e}^- \rightarrow 2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$       $E^0 = +1,33 \text{ V}$

9. Rozhodněte, které z uvedených kovů budou reagovat se zředěnou kyselinou chlorovodíkovou: Fe, Mg, Cu, Al, Zn, Ag.

10. Vypočtete potenciální rozdíl mezi elektrodami článku sestaveného: a) z niklové a olovené elektrody, b) z niklové a kadmiové elektrody. Kovy jsou ponořeny do roztoku vlastních solí za standardních podmínek. Pro výpočet využijte uvedené redukční potenciály:  $\text{Cd}^{2+} / \text{Cd} = -0,403 \text{ V}; \text{Ni}^{2+} / \text{Ni} = -0,250 \text{ V}; \text{Pb}^{2+} / \text{Pb} = -0,126 \text{ V}$

11. S využitím zadaných standardních redukčních potenciálů sestavte rovnici reakce, která může proběhnout samovolně:

- a)  $\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ + 5\text{e}^- \rightarrow \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$       $E^0 = +1,510 \text{ V}$   
 $\text{Fe}^{3+} + \text{e}^- \rightarrow \text{Fe}^{2+}$       $E^0 = +0,771 \text{ V}$   
 b)  $\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ + 5\text{e}^- \rightarrow \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$       $E^0 = +1,510 \text{ V}$   
 $\text{Br}_2 + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{Br}^-$       $E^0 = +1,065 \text{ V}$

12. Určete, jaký typ dějů probíhá při elektrolýze na anodě:

- a) oxidace     b) redukce     c) podvojná záměna

13. Napište rovnice dějů probíhajících při elektrolýze:

- a) taveniny chloridu sodného     b) vodného roztoku chloridu sodného

14. Kolik gramů stříbra se vyloučilo z roztoku dusičnanu stříbrného, jestliže k reakci bylo použito 50 g práškové mědi? (Dusičnan stříbrný byl v roztoku v nadbytku.)

15. Rozhodněte, které výroky jsou pravdivé:

- a) Redukční činidlo je látka, která je při reakci redukována  
 b) Oxidační činidlo je látka, která je při reakci redukována  
 c) Elektroda, na které dochází při elektrolýze k oxidaci, se nazývá anoda  
 d) Kovy se zápornými standardními potenciály se rozpouštějí ve zředěných kyselinách za vývoje vodíku

16. Určete, jaký typ dějů probíhá při elektrolýze na katodě:

- a) oxidace  
 b) redukce  
 c) děj, který není spojen s výměnou elektronů

## Názvosloví anorganické chemie

### Oxidy

#### 1. Pojmenujte následující oxidy:

- |                                   |                                   |                                   |                     |                                   |                                   |
|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|---------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| a) BaO                            | b) Bi <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | c) Ce <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | d) N <sub>2</sub> O | e) P <sub>4</sub> O <sub>10</sub> | f) Ga <sub>2</sub> O <sub>3</sub> |
| g) Cl <sub>2</sub> O              | h) CrO <sub>2</sub>               | i) CdO                            | j) IrO <sub>2</sub> | k) SiO <sub>2</sub>               | l) Li <sub>2</sub> O              |
| m) Mo <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | n) MoO <sub>3</sub>               | o) OsO <sub>4</sub>               | p) PtO              | q) Mn <sub>2</sub> O <sub>7</sub> | r) SeO <sub>2</sub>               |
| s) UO <sub>3</sub>                | t) V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>  | u) Cl <sub>2</sub> O <sub>7</sub> | v) XeO <sub>3</sub> | w) ZrO <sub>2</sub>               | x) FeO                            |
| y) WO <sub>2</sub>                | z) CO <sub>2</sub>                |                                   |                     |                                   |                                   |

#### 2. Napište vzorce následujících oxidů:

- |                   |                   |                   |
|-------------------|-------------------|-------------------|
| a) o. antimoničný | b) o. ceričitý    | c) o. dusnatý     |
| d) o. boritý      | e) o. germaničitý | f) o. rutheničelý |
| g) o. rtuťnatý    | h) o. rhenistý    | i) o. jodičný     |
| j) o. chromový    | k) o. hořečnatý   | l) o. sírový      |
| m) o. sodný       | n) o. platičitý   | o) o. selenový    |
| p) o. rtuťnatý    | q) o. manganitý   | r) o. nikelnatý   |
| s) o. telluričitý | t) o. železitý    | u) o. zinečnatý   |
| v) o. wolframový  | w) o. zlatitý     | x) o. uhelnatý    |
| y) o. vanadičný   | z) o. dusičitý    |                   |

### Kyseliny

#### 3. Pojmenujte následující kyseliny:

- |   |   |  |   |                                    |
|---|---|--|---|------------------------------------|
| a) H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>               | b) HMnO <sub>4</sub>                            | c) H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>                | d) HIO <sub>4</sub>                             | e) H <sub>5</sub> IO <sub>6</sub>  |
| f) H <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>7</sub> | g) H <sub>3</sub> P <sub>3</sub> O <sub>9</sub> | h) H <sub>3</sub> P <sub>3</sub> O <sub>10</sub> | i) H <sub>6</sub> TeO <sub>6</sub>              | j) HClO                            |
| k) HNO <sub>2</sub>                             | l) HBrO <sub>3</sub>                            | m) H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>                | n) HIO <sub>3</sub>                             | o) H <sub>4</sub> SiO <sub>4</sub> |
| p) H <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | q) HCN  | r) HCl   | s) HClO <sub>2</sub>                            | t) H <sub>3</sub> ReO <sub>5</sub> |
| u) H <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>              | v) H <sub>2</sub> S                             | w) H <sub>3</sub> IO <sub>4</sub>                | x) H <sub>3</sub> B <sub>3</sub> O <sub>6</sub> | y) HNO <sub>3</sub>                |
| z) H <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>6</sub> |   |  |   |                                    |

#### 4. Napište vzorce následujících kyselin:

- |                                   |                                 |                      |
|-----------------------------------|---------------------------------|----------------------|
| a) k. chlorečná                   | b) k. trihydrogenjodistá        | c) k. fluorovodíková |
| d) k. bromistá                    | e) k. rhenistá                  | f) k. tetrathionová  |
| g) k. uhličitá                    | h) k. trihydrogenarseničná      | i) k. siřičitá       |
| j) k. trisírová                   | k) k. seleničitá                | l) k. selenová       |
| m) k. jodovodíková                | n) k. peroxodisírová            | o) k. bromná         |
| p) k. telluričitá                 | q) k. trihydrogenfosforečná     | r) k. chloristá      |
| s) k. peroxosírová                | t) k. tetrahydrogendifosforečná |                      |
| u) k. hexahydrogentetrafosforečná |                                 |                      |
| v) k. hexahydrogendikfemičitá     |                                 |                      |



**Hydroxidy****5. Pojmenujte následující hydroxidy:**

- a) KOH                      b) Ca(OH)<sub>2</sub>                      c) NaOH                      d) Al(OH)<sub>3</sub>                      e) CsOH  
f) Ba(OH)<sub>2</sub>

**6. Napište vzorce následujících hydroxidů:**

- a) h. lithný                      b) h. hořečnatý                      c) h. inditý                      d) h. strontnatý  
e) h. rubidný                      f) h. thallný

**Thiokyseliny, deriváty kyseliny****7. Pojmenujte následující sloučeniny:**

- a) POBr<sub>3</sub>                      b) H<sub>2</sub>PO<sub>3</sub>NH<sub>2</sub>                      c) SeO<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>  
d) HSO<sub>3</sub>F                      e) SO<sub>2</sub>(NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>                      f) COCl<sub>2</sub>  
g) H<sub>2</sub>MoO<sub>2</sub>S<sub>2</sub>                      h) H<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>                      i) PSCl<sub>3</sub>  
j) H<sub>3</sub>AsO<sub>2</sub>S<sub>2</sub>                      k) CSCI<sub>2</sub>                      l) HPO<sub>2</sub>F<sub>2</sub>  
m) H<sub>2</sub>CO<sub>2</sub>S                      n) NOCl                      o) HAsO<sub>2</sub>(NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>

**8. Napište vzorce následujících sloučenin:**

- a) tribromid thiofosforily                      b) kyselina chlorosírová  
c) kyselina trithiouhličitá                      d) kyselina tetrathiomolybdenová  
e) difluorid kyseliny selenové                      f) trifluorid fosforily  
g) diamid kyseliny selenové                      h) kyselina fluorofosforečná  
i) kyselina fluoroselenová                      j) kyselina diamidofosforečná  
k) diamid thiokarbonylu                      l) kysel. trihydrogendithiofosforečná  
m) dichlorid kyseliny siřičité                      n) diamid thionylu

**Soli****9. Napište názvy následujících solí:**

- a) Cr<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>                      b) HgSe                      c) NiSeO<sub>4</sub> · 6H<sub>2</sub>O  
d) KCr(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>                      e) NaCl                      f) Hg<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>  
g) Ag<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>                      h) Mg(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> · 6H<sub>2</sub>O                      i) AlBr<sub>3</sub>  
j) (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>                      k) PtI<sub>2</sub>                      l) NH<sub>4</sub>MgPO<sub>4</sub> · 6H<sub>2</sub>O  
m) SnCl<sub>2</sub>I<sub>2</sub>                      n) PbCrO<sub>4</sub>                      o) (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>  
p) NiSO<sub>4</sub> · 7H<sub>2</sub>O                      q) K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>                      r) HgS  
s) Na<sub>2</sub>WO<sub>4</sub>                      t) CuCl<sub>2</sub> · 2H<sub>2</sub>O                      u) NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>  
v) CaCO<sub>3</sub>                      w) Mg<sub>3</sub>P<sub>2</sub>O<sub>7</sub>                      x) Mg(ClO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> · 6H<sub>2</sub>O  
y) KNO<sub>2</sub>                      z) RbCr(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> · 12H<sub>2</sub>O

**10. Napište vzorce následujících solí:**

- a) síran barnatý                      b) sulfid sodný  
c) fosforečnan strontnatý                      d) selenid nikelnatý  
e) kyanid draselný                      f) bromid sodný  
g) fosforečnan sodno-strontnatý                      h) disulfid železnatý  
i) monohydrát jodičnanu měďnatého                      j) síran manganatý  
k) chlorečnan draselný                      l) pentahydrát síranu měďnatého  
m) thiosíran sodný                      n) dusitan sodný  
o) hydrogenuhličitán vápenatý                      p) jodičnan amonný  
q) dimolybdenan amonný                      r) wolframan manganatý  
s) tetrathionan draselný                      t) hydrogensíran lithný  
u) síran hlinitý                      v) manganistan draselný  
w) hydrogensířičitan draselný                      x) hydrogensulfid sodný  
y) chlornan vápenatý                      z) tetrahydrogentelluran draselný

**Komplexní sloučeniny****11. Napište názvy následujících sloučenin:**

- a) K<sub>2</sub>[Hg(CN)<sub>4</sub>]                      b) K<sub>2</sub>[PtCl<sub>4</sub>]                      c) [Pd(NH<sub>3</sub>)<sub>4</sub>]Cl<sub>2</sub> · H<sub>2</sub>O  
d) (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>[PdCl<sub>4</sub>]                      e) [Ni(NH<sub>3</sub>)<sub>6</sub>]I<sub>2</sub>                      f) K<sub>4</sub>[Mo(CN)<sub>8</sub>] · 2H<sub>2</sub>O  
g) [PtCl<sub>2</sub>(CO)<sub>2</sub>]                      h) [Co(NH<sub>3</sub>)<sub>6</sub>]Cl<sub>2</sub>                      i) K<sub>2</sub>[HgI<sub>4</sub>]  
j) K<sub>2</sub>[PbCl<sub>6</sub>]                      k) K[HgI<sub>3</sub>]                      l) [Ni(NH<sub>3</sub>)<sub>6</sub>](NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>  
m) K<sub>2</sub>[TaF<sub>7</sub>]                      n) H<sub>2</sub>[PtCl<sub>6</sub>] · 6H<sub>2</sub>O                      o) Zn[SiF<sub>6</sub>] · 6H<sub>2</sub>O  
p) (NH<sub>4</sub>)<sub>3</sub>[AlF<sub>6</sub>]                      q) [Hg(NH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>]Cl<sub>2</sub>                      r) (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>[PdCl<sub>6</sub>]  
s) K[Ag(CN)<sub>2</sub>]                      t) K<sub>2</sub>[TiF<sub>6</sub>] · H<sub>2</sub>O                      u) [Pt(NH<sub>3</sub>)<sub>4</sub>][PtCl<sub>4</sub>]  
v) Ti[AlF<sub>4</sub>]                      w) Ba[SiF<sub>6</sub>]                      x) K[PF<sub>6</sub>]  
y) K[PbI<sub>3</sub>] · 2H<sub>2</sub>O                      z) Na<sub>2</sub>[Pt(CN)<sub>4</sub>] · 3H<sub>2</sub>O

**12. Napište vzorce následujících sloučenin:**

- a) monohydrát chloridu hexaamminplatičitého  
b) tetrakyanonikelnatan draselný  
c) hexafluorokřemičitan rubidný  
d) hexafluorohlinitan sodný  
e) chlorid pentaammin-chlorochromitý  
f) diammin-dichloropalladnatý komplex  
g) dekahydrát hexakvanoželeznatanu sodného  
h) hexabromoseleničitan draselný  
i) trihydrát hexakyanoruthenatanu draselného  
j) tetrajodozlatitan draselný  
k) monohydrát tetrachlorortufnatanu draselného  
l) jodid diamminrtufnatý  
m) tetrachloropalladnatán draselný

- n) chlorid hexaamminnikelnatý
- o) hexafluorokřemičitan draselný
- p) chloristan tetraamminměďnatý
- q) tetrafluoronikelnatan draselný
- r) chlorid tetraamminpalladnatý
- s) hexachloroolovičitan amonný
- t) dihydrát tetrachlorozlatitanu sodného
- u) diammin-dichloroplatnatý komplex
- v) hexabromoplaticitan sodný
- w) dihydrát hexachlorothallitanu amonného
- x) tetrachlorozlatitan draselný
- y) chlorid hexaamminměďnatý
- z) dihydrát chloridu tetraaqua-dichlorochromitého

### Opakování

#### 13. Pojmenujte následující sloučeniny:

- |  |  |                                       |
|--|--|---------------------------------------|
| a) $\text{NaNH}_2$                           | b) $\text{CaH}_2$  | c) $\text{Na}_2\text{O}_2$            |
| d) $\text{AlH}_3$                            | e) $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  | f) $\text{PH}_3$                      |
| g) $\text{POCl}_3$                           | h) $\text{H}_3\text{PS}_4$   | i) $\text{SO}_2\text{Cl}_2$           |
| j) $\text{HSO}_3\text{F}$                    | k) $\text{Hg}_2\text{Cl}_2$  | l) $\text{BaO}_2$                     |
| m) $\text{AgNO}_3$                           | n) $\text{Ce}(\text{SO}_4)_2$  | o) $\text{KMgBr}_3$                   |
| p) $\text{AlO}(\text{OH})$                   | q) $\text{NaBrO}_3$  | r) $\text{COCl}_2$                    |
| s) $\text{HSO}_3\text{NH}_2$                 | t) $\text{NaH}$  | u) $\text{H}_2\text{MoO}_2\text{S}_2$ |
| v) $\text{AsH}_3$                            | w) $\text{Tl}_2\text{Te}$  | x) $\text{H}_2\text{PO}_3\text{NH}_2$ |
| y) $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ | z) $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ |                                       |

#### 14. Napište vzorce následujících sloučenin:

- |   |                                    |
|---|------------------------------------|
| a) uhličitan hořečnatý                          | b) amid draselný                   |
| c) hydrogenfosforečnan sodno-amonný             | d) hyperoxid draselný              |
| e) chlorid nitrosylu                            | f) wolframan olovnatý              |
| g) kyanid sodný                                 | h) peroxid strontnatý              |
| i) kyselina tetrathioarseničná                  | j) selenid draselný                |
| k) siřičitan draselný                           | l) kyselina diamidofosforečná      |
| m) jodid platičitý                              | n) fluorid sírový                  |
| o) hydrogenselenid sodný                        | p) fosfid vápenatý                 |
| q) sulfid hlinitý                               | r) tetrahydrát chromanu sodného    |
| s) nitrid hořečnatý                             | t) disíran draselný                |
| u) kyselina chlorosírová                        | v) tellurid hořečnatý              |
| w) sulfan                                       | x) heptahydrát síranu kobaltnatého |
| y) tetrahydrát dusičnanu manganatého            |                                    |
| z) monohydrát dihydrogenfosforečnanu vápenatého |                                    |

#### 15. Pojmenujte následující sloučeniny:

- |  |   |  |
|--|---|--|
| a) $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$           | b) $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ | c) $\text{TeBr}_4$   |
| d) $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ | e) $\text{H}_2\text{TeO}_3$             | f) $\text{NaI}$  |
| g) $\text{NaOH}$                                       | h) $\text{NaIO}_3$                      | i) $\text{H}_2\text{Se}$                                       |
| j) $\text{Fe}_2\text{O}_3$                             | k) $\text{OsF}_8$                       | l) $\text{Hg}(\text{ClO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$       |
| m) $\text{PbWO}_4$                                     | n) $[\text{Ni}(\text{CO})_4]$           | o) $\text{SiCl}_4$   |
| p) $\text{MnSeO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$          | q) $\text{MnS}$                         | r) $\text{Al}(\text{OH})_3$                                    |
| s) $\text{MnUO}_4$                                     | t) $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$     | u) $\text{Ni}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$      |
| v) $\text{Hg}_2\text{CrO}_4$                           | w) $\text{Na}_3\text{As}$               | x) $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ |
| y) $\text{Na}_4\text{XeO}_6 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ | z) $\text{H}_2\text{PO}_3\text{NH}_2$   |  |

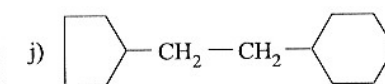
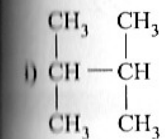
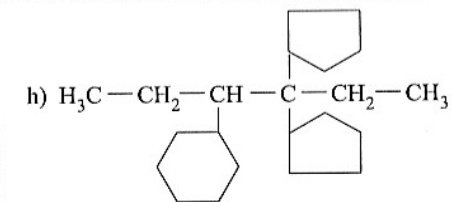
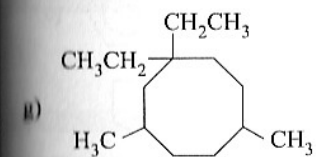
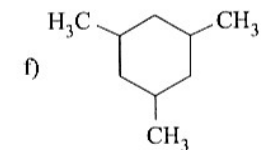
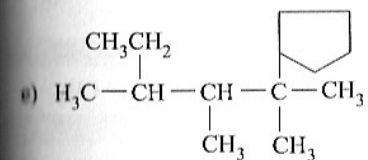
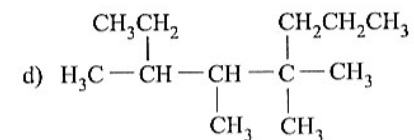
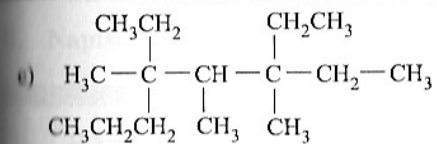
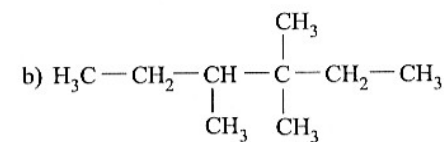
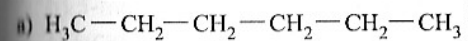
#### 16. Napište vzorce následujících sloučenin:

- |                                   |   |
|-----------------------------------|---|
| a) peroxid draselný               | b) oxid barnatý                             |
| c) bromid-trichlorid uhličitý     | d) hydroxid zinečnatý                       |
| e) amoniak                        | f) kyselina amidosírová                     |
| g) uhličitan strontnatý           | h) fluorid stříbrný                         |
| i) pentakarbonyl železo           | j) jodičnan draselný                        |
| k) disíran draselný               | l) hydrogenarseničnan amonný                |
| m) bromid hořečnatý               | n) diamid sulfurylu                         |
| o) kyselina chlorofosforečná      | p) sulfid křemičitý                         |
| q) kyanid rtuťnatý                | r) hydrogenuhlíčan barnatý                  |
| s) síran draselný                 | t) kyselina dusitá                          |
| u) dihydrát jodičnanu nikelnatého | v) chlorid amonný                           |
| w) amid draselný                  | x) dodekahydrát síranu amonno-hlinitého     |
| y) hydrid draselný                | z) trihydrát hexakynoželeznatanu draselného |

## Názvosloví organické chemie

### Alkany

#### 1. Pojmenujte následující sloučeniny:

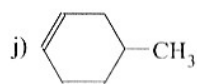
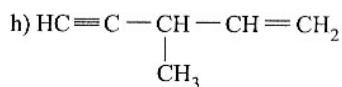
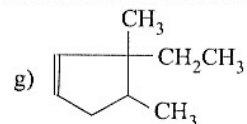
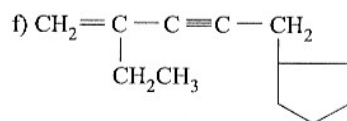
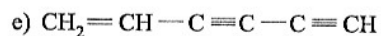
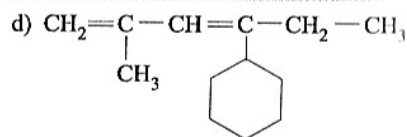
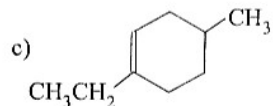
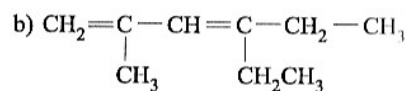


## 2. Napište vzorce sloučenin:

- 3,3-diethyl-5,6-dimethyl-4-propylnonan
- 2-cyklobutyl-4-cyklopropylhexan
- 1-ethyl-3,4-dimethyl-2-propylcyklohexan
- 2,2,4,4-tetramethyl-3-cyklopentylhexan
- 1-ethyl-3,3,4-trimethylcyklopentan
- 3-ethyl-2,4,5,5-tetramethylheptan
- 1,4-dimethylcyklohexan
- 1-cyklobutyl-3-cyklohexyl-5-cyklopentylpentan
- 3,3-diethyl-2,2,4,4-tetramethylpentan
- 1-ethyl-3,4,-dimethylcykloheptan

## Alkeny, alkiny

## 3. Pojmenujte následující sloučeniny:

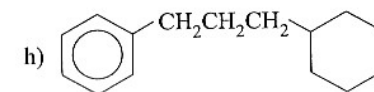
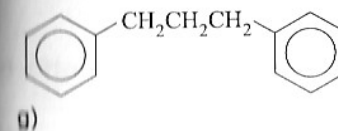
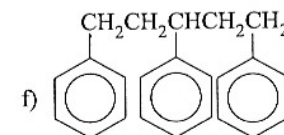
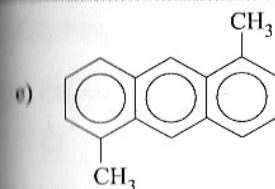
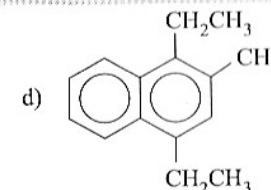
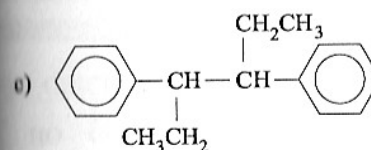
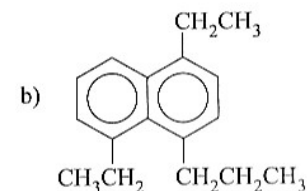
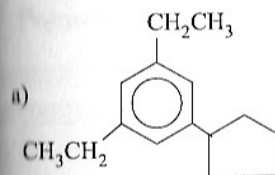


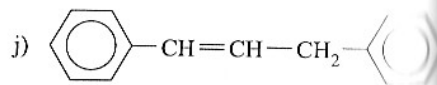
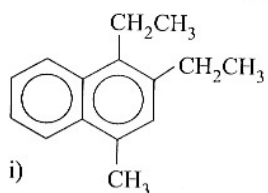
## 4. Napište vzorce sloučenin:

- 1,2,4-pentatrien
- 4-ethyl-2,3-dimethyl-1,3,5-heptatrien
- 1,2-diethyl-4-methyl-5-propyl-1-cyklohexen
- 4-butyl-2-methyl-1,3-hexadien-5-in
- 3,3-dibutyl-4,4-dimethyl-1-hexen-5-in
- 5-butyl-2,8-dimethyl-1,3,6,8-nonatetraen
- 1,3,5,7-tetramethyl-1,3,5-cyklooktatrien
- 3-methyl-2-propyl-1-penten-4-in
- 1-cyklohexyl-1,2-propadien
- 2-ethyl-3,5,-dimethyl-1,3-cyklohexadien

## Aromatické sloučeniny

## 5. Napište názvy sloučenin:



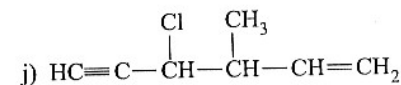
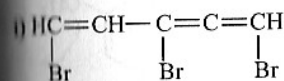
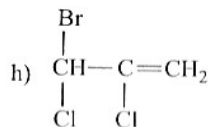
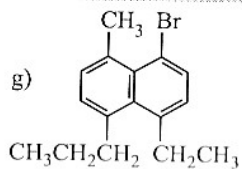
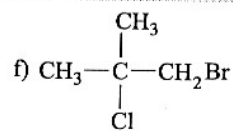
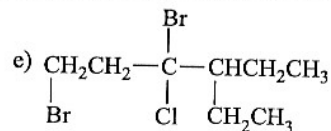
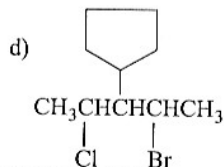
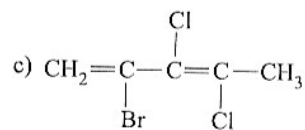
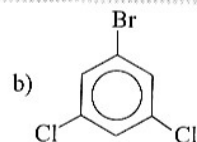
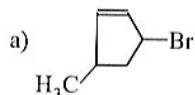


### 6. Napište vzorce sloučenin:

- a) 1,5-diethylnaftalen  
 c) 1-ethyl-3,5-dimethylbenzen  
 e) difenylethin  
 g) 1-butyl-2-methylbenzen  
 i) 9-ethyl-10-methylanthracen  
 b) 1,4,5,8-tetramethylantracen  
 d) 1,4-diethyl-2,6,8-trimethylnaftalen  
 f) 1,6-difenyl-3-cyklohexylhexan  
 h) 5-fenyl-1-pentin  
 j) 2,7-dimethylfenanthren

### Halogenderiváty

#### 7. Napište názvy sloučenin:

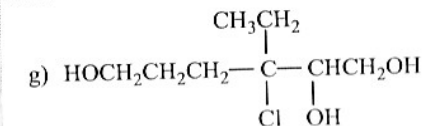
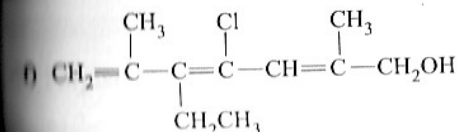
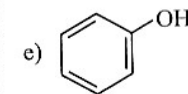
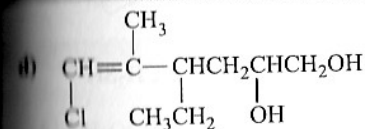
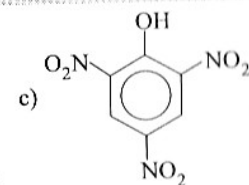
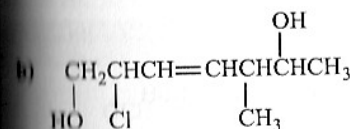
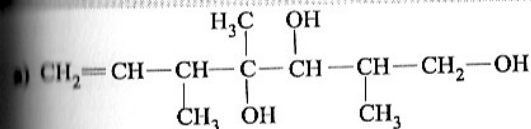


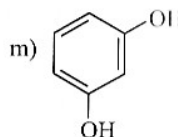
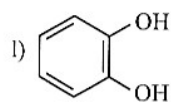
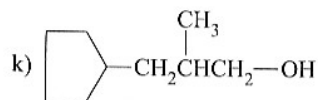
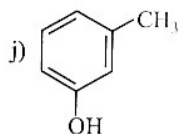
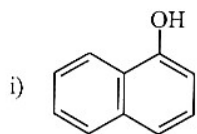
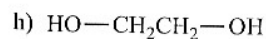
### 8. Napište vzorce sloučenin:

- a) 2-chlor-4,5-dimethylhexan  
 c) 3,5-dichlorpyridin  
 e) 2,2-dibrom-5-ethyl-4-chloroktan  
 g) 5-brom-6-chlor-5-methyl-2-hexen  
 i) 2-brom-2-chlor-4-methylpentan  
 b) 1,2,3-tribrombutan  
 d) 1,1,2-trichlor-1,2,2-trifluorethan  
 f) 2-brom-1-methylnaftalen  
 h) 2-brom-5,8-dimethylnaftalen  
 j) 4-bom-3-chlor-3,4-dimethyl-1-hepten

### Hydroxyderiváty

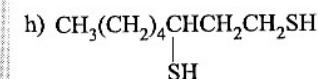
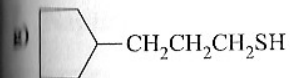
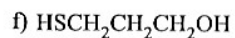
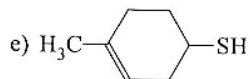
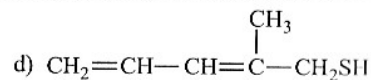
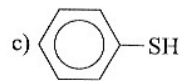
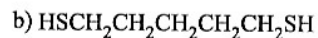
#### 9. Pojmenujte následující sloučeniny:



**10. Napište vzorce sloučenin:**

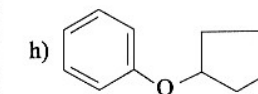
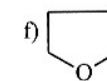
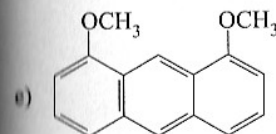
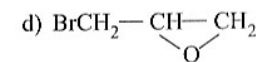
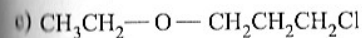
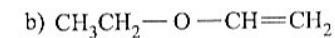
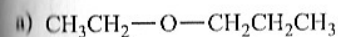
- a) 4-methyl-1,2-pentandiol  
 c) 4-methyl-1,2-cyklohexandiol  
 e) 6-brom-4-hexin-1,2-diol  
 g) o-kresol  
 i) 1,2,3-propantriol (*glycerin*)  
 k) pyrogalol

- b) 4-brom-3-methyl-5-hexen-1,2-diol  
 d) 4-fenyl-3-buten-1,2-diol  
 f) 2-nitrofenol (*o-nitrofenol*)  
 h) p-kresol  
 j) hydrochinon  
 l) 2-naftol (*β-naftol*)

**Thioly****11. Napište názvy sloučenin:****12. Napište vzorce sloučenin:**

- a) 2-propanthiol  
 c) 1,2-benzendithiol  
 e) 2-ethyl-4-methyl-2-cyklopenten-1-thiol  
 g) 2-brom-2-methyl-3-buten-1-thiol

- b) 2-chlor-2-methyl-1,4-butandithiol  
 d) cyklohexanthiol  
 f) 1,2,3-propantriol

**Etery****13. Napište názvy sloučenin:****14. Napište vzorce sloučenin:**

- a) 2-ethoxypropan  
 c) 1,2,4-trimethoxybenzen

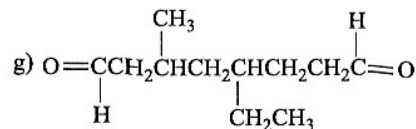
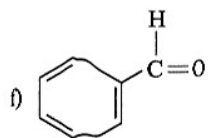
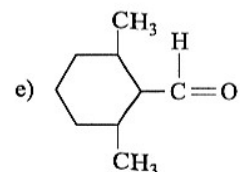
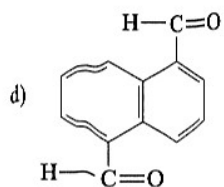
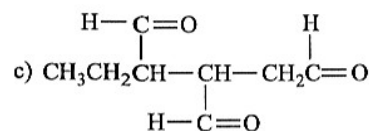
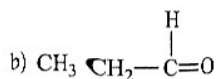
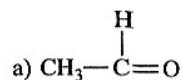
- b) p-dimethoxybenzen  
 d) oxiran (*dříve ethylenoxid*)

- e) 1,4-dioxan  
g) 2-ethoxyethanol

f) 2-ethoxy-3-fenylpentan

### Aldehydy

#### 15. Napište názvy sloučenin:



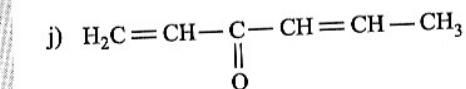
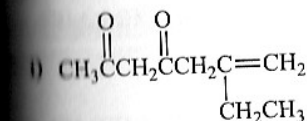
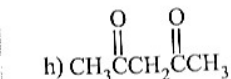
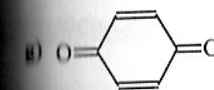
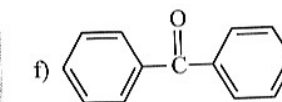
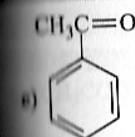
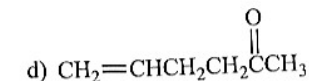
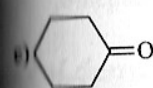
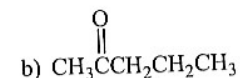
#### 16. Napište vzorce sloučenin:

- a) methanal (*formaldehyd*)  
c) 3-methylcyklopentankarbaldehyd  
e) 2-methyl-3-hexendial  
g) 3,5-dimethylhexanal

- b) pentandial  
d) 1,8-naftalendikarbaldehyd  
f) ftalaldehyd

### Ketony

#### 17. Napište názvy sloučenin:



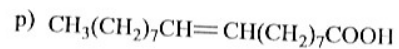
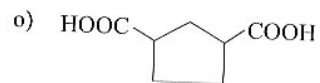
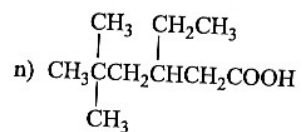
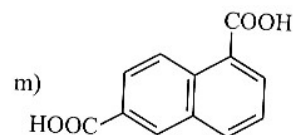
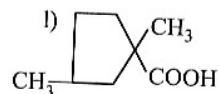
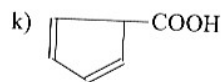
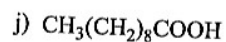
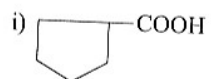
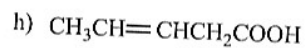
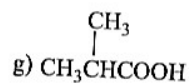
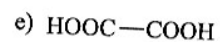
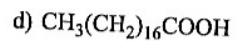
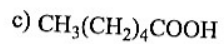
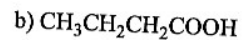
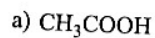
#### 18. Napište vzorce sloučenin:

- a) butanon  
c) 6-hepten-2,5-dion  
e) 1-acetonafon  
g) 9,10-antrachinon  
i) 1,3-cyklopentadion

- b) 3-pentanon  
d) 1,5-heptadien-3-on  
f) 1,4-naftochinon  
h) 1-cyklohexyl-2-propanon

## Karboxylové kyseliny

## 19. Napište názvy sloučenin:



## 20. Napište vzorce sloučenin:

a) methanová kys. (kys. mravenčí)

c) pentanová kys. (kys. valerová)

e) propandiová kys. (kys. malonová)

g) hexandiová kys. (kys. adipová)

i) 9-oktadecenová kys. (kys. olejová)

k) 4-bifenylnkarboxylová kys.

m) 1,2,5-pentantrikarboxylová kys.

o) 2,5-cyklohexadien-1,4-dikarboxylová kys.

p) 3,6-heptadienová kys.

b) propanová kys. (kys. propionová)

d) hexadekanová kys. (kys. palmitová)

f) pentandiová kys. (kys. glutarová)

h) 2,5-dimethyl-hexandiová kys.

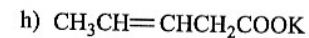
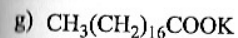
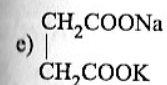
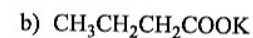
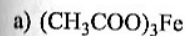
j) 2-cyklohexen-1,5-dikarboxylová kys.

l) 1,3,5-cyklohexantrikarboxylová kys.

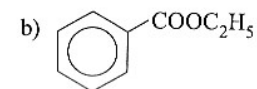
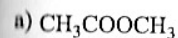
n) 3,3-dimethylpentanová kys.

## Funkční deriváty karboxylových kyselin

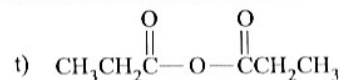
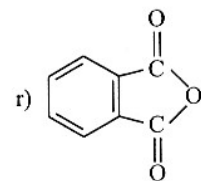
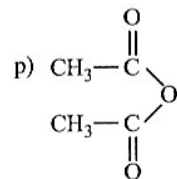
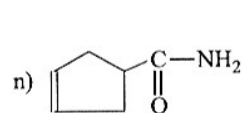
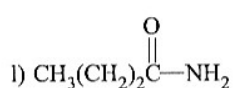
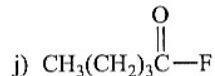
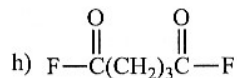
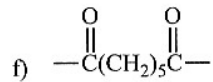
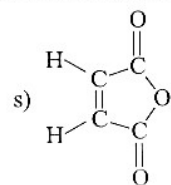
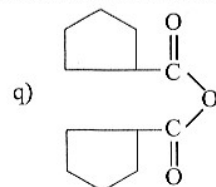
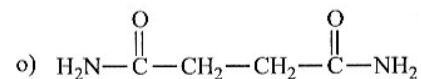
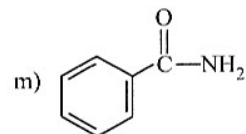
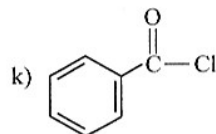
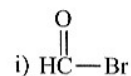
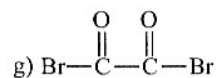
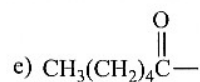
## 21. Napište názvy solí:



## 22. Napište názvy sloučenin a acylových zbytků:







### 23. Napište vzorce solí:

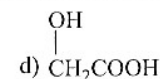
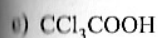
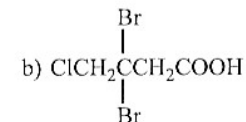
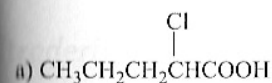
- vápenatá sůl kyseliny mravenčí (*mravenčan vápenatý*)
- sodná sůl kyseliny benzoové (*benzoan sodný*)
- kaliumacetat (*octan draselný*)
- natriumhexadekanoat (*palmitan sodný*)
- dinatriumbutandioat (*sodná sůl kyseliny jantarové* nebo *jantaran sodný*)
- kalium-hydrogen-heptandioat
- kalciumbutanoat (*máseľnan vápenatý*)

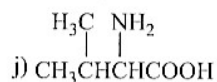
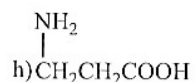
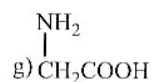
### 24. Napište vzorce sloučenin a acylových zbytků:

- mravenčan ethylnatý (*ethylester kyseliny mravenčí*)
- šťavelan propylnatý (*propylester kyseliny propionové*)
- acetyl
- oxalyl
- oktanoyl
- benzoyl
- acetylchlorid (*chlorid kyseliny octové* nebo *chlorid kyseliny ethanové*)
- propionylbromid (*bromid kyseliny propionové* nebo *bromid kyseliny propanové*)
- heptanoylbromid
- oktandioylchlorid
- oktanamid (*amid kyseliny oktanové*)
- 3-pentenamid (*amid kyseliny 3-pentenové*)
- cyklopentankarboxamid
- 2,4-cyklohexadienkarboxamid
- užívá se zkrácený název oxamid
- butananhydrid (*anhydrid kyseliny butanové*)
- sukcinanhydrid (*anhydrid kyseliny jantarové*)
- 1,2-cyklohexandikarboxanhydrid (*anhydrid 1,2-cyklohexandikarboxylové kyseliny*)
- 1,2-cyklopentandikarboxanhydrid (*anhydrid 1,2-cyklopentandikarboxylové kyseliny*)

### Substituční deriváty karboxylových kyselin

#### 25. Napište názvy sloučenin:



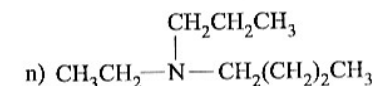
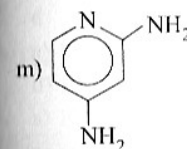
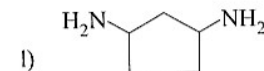
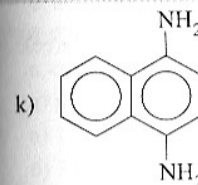
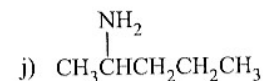
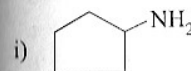
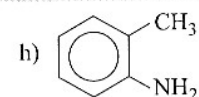
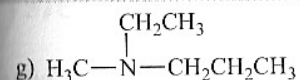
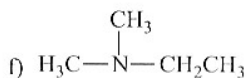
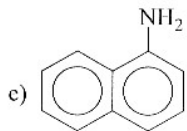
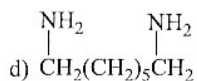
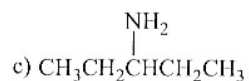
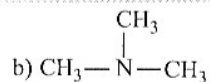
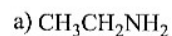


### 26. Napište vzorce sloučenin:

- 2,3-dichlorpentanová kyselina
- 3,3,3-trichlorpropanová kyselina
- 4-brombutanová kyselina (*γ-brommásečná kyselina*)
- 2-hydroxybutandiová kyselina (*kyselina jablečná*)
- 2-hydroxypropanová kyselina (*kyselina mléčná*)
- 2-hydroxybenzoová kyselina (*kyselina salicylová*)
- 2-aminopropanová kyselina (*α-aminopropionová kyselina* nebo *alanin*)
- 2,6-diaminohexanová kyselina (*lysin*)
- 2-aminobenzoová kyselina (*kyselina anthranilová*)

### Aminy

#### 27. Napište názvy sloučenin:

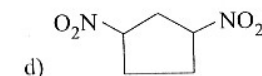
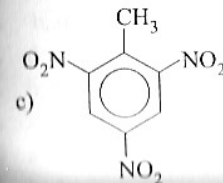
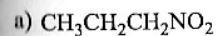


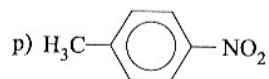
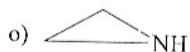
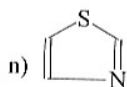
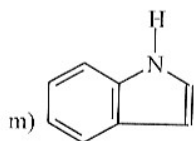
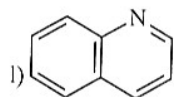
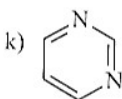
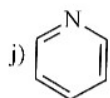
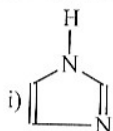
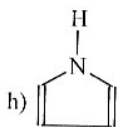
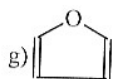
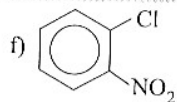
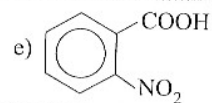
### 28. Napište vzorce sloučenin:

- |                   |                       |                               |
|-------------------|-----------------------|-------------------------------|
| a) methylamin     | b) benzylamin         | c) diethylamin                |
| d) 3-hexanamin    | e) 1,6-hexandiamin    | f) 2-naftalenamin             |
| g) cyklohexanamin | h) N-methylpropylamin | i) N-ethyl-N-methylpentylamin |
| j) anilin         | k) p-toluidin         | l) benzidin                   |
| m) difenylamin    |                       |                               |

### Nitroderiváty uhlovodíků a heterocyklické sloučeniny

#### 29. Napište názvy sloučenin:





### 30. Napište vzorce sloučenin:

- |                        |                    |                           |
|------------------------|--------------------|---------------------------|
| a) 2-nitropropan       | b) nitrobenzen     | c) 1,3-dinitropropan      |
| d) 2,4,6-trinitrofenol | e) 1-nitronaftalen | f) 2,4-dinitrochlorbenzen |
| g) thiofen             | h) pyrazol         | i) pyridazin              |
| j) pyrazin             | k) isochinolin     | l) purin                  |
| m) 1,4-dioxan          | n) 1,3,5-triazin   |                           |

## Výsledky

### Stavba atomu

1. b, c
2. b
3. a
4. d
5. a, b, e, g
6. b, e
7. d, f, g, h, i, j, k
8. a, d, e, f, h, j, k
9. a) p; b) s; c) f; d) d
10. a)  $1s^2 2s^2$ ; b)  $1s^2 2s^2 2p^6$ ; c)  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$ ; d)  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^4$ ; e)  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$
11. c, d
12. d
13. a)  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$ ; b) nepřechodný; c) 17; d) 18; e) 3; f) VII nebo 17
14. a) 10; b) 14; c) 6
15. a) 8; b) 18; c) 32
- 16.
17. a, b, c, e
18. a) 3s; b) 3p; c) 2s; d) 4f; e) 4f; f) 3d; g) 5d; h) 7p; i) 6f
19. a)  $ns^1$ ; b)  $ns^2 np^1$ ; c)  $ns^2 np^3$ ; d)  $ns^2 np^6$
20. a) 10; b) 2; c) 14; d) 10; e) 14; f) 2
21. a, c, e
22. a, c, d, f, g
23. c
24. b, c
25. a, c, d
26. c
27. a, b, d
28. b, c
29. a, d
30. b, d
31. d
32. b, d, e
33. a, b, c, f – izotopy; c, d – izobary
34. a)  $^{31}_{15}\text{P}$ ; b)  $^{16}_8\text{O}$ ; c)  $^1_1\text{H}$ ; d)  $^{12}_6\text{C}$ ; e)  $^7_3\text{Li}$ ; f)  $^{19}_9\text{F}$

36. b, c
37. b, d, e
38. a, b
39. b, c, d
40. b, d
41. b, c,
42. 50
43. b, d
44. a)  $^{222}_{86}\text{Rn}$ ; b)  $^{234}_{91}\text{Pa}$ ; c)  $^9_4\text{Be}$ ; d) [p; e)  $^{30}_{14}\text{Si}$ ; f)  $^{58}_{26}\text{Fe}$ ; g)  $^A_{Z-1}\text{Y}$ ; h)  $^{90}_{35}\text{Br}$
45. b, d
46. b, d
47. a) 17,0; b) 98,0; c) 278,0; d) 342,1; e) 28,0; f) 58,4; g) 159,7; h) 120,1
48. d
49. a)  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2$ ; b) 30; c) nelze; d) nepřechodný; e) 4; f) 12; g) Zn

### Chemická vazba

1. a)  $\text{N}_2$ ,  $\text{F}_2$ ,  $\text{SiH}_4$ ,  
b)  $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CF}_4$ ,  $\text{PCl}_3$ ,  
c)  $\text{NaCl}$ ,  $\text{BaCl}_2$ ,  $\text{KBr}$
2. a)   
b)  $|\text{N}\equiv\text{N}|$
3. a)   
b)
4. b, d, e
5. a, b, d
6. HF
7. a)  $sp$ , lineární; b)  $sp^3$ , lomená; c)  $sp^2$ , lomená; d)  $sp^3$ , trojúhelníková pyramida; e)  $sp^3$ , deformovaný tetraedr; f)  $sp^2$ , trojúhelníková; g)  $sp^3$ , tetraedr; h)  $sp^3$ , tetraedr; i)  $sp^3 d^2$ , oktaedr; j)  $sp^3$ , tetraedr; k)  $sp^3$ , tetraedr;

n)  $sp^2$ , trojúhelník; o)  $sp^3d$ , trigonální bipyramida; p)  $sp^3$ , tetraedr; q)  $sp^2$ , trojúhelník; r)  $sp^3$ , deformovaný tetraedr; s)  $sp^3$ , trigonální pyramida; t)  $sp^3$ , tetraedr; u)  $sp^3d^2$ , čtverec; v)  $sp^3d$ , deformovaný tetraedr; w)  $sp^3d^2$ , tvar písmene T; x)  $sp^3$ , trigonální pyramida; y)  $sp^2$ , lomená; z)  $sp^2$ , trojúhelník

8. největší vazebný úhel je v molekule  $CO_2$ , nejmenší v molekule  $SO_2$   
 9. a) menší než  $109^\circ 28'$ ; b)  $120^\circ$ ;  
 c)  $109^\circ 28'$ ; d) větší než  $120^\circ$ ; e)  $109^\circ 28'$ ;  
 f) menší než  $109^\circ 28'$

### Úpravy chemických rovnic

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

c)  $2 + 4 \rightarrow 4 + 2 + 3$   
 d)  $3 + 4 \rightarrow 3 + 2 + 3$   
 e)  $2 + 1 \rightarrow 2 + 1 + 2$   
 f)  $3 \rightarrow 2 + 1 + 1$   
 g)  $5 + 1 \rightarrow 1 + 5$   
 h)  $1 + 1 \rightarrow 1 + 1$   
 i)  $6 + 6 \rightarrow 1 + 5 + 6$   
 j)  $2 + 5 \rightarrow 5 + 1 + 6$   
 k)  $1 + 5 \rightarrow 2 + 4$   
 l)  $2 \rightarrow 1 + 1 + 2 + 4$   
 m)  $1 + 3 + 3 \rightarrow 3 + 1$   
 n)  $2 + 1 \rightarrow 1 + 2$   
 o)  $2 + 1 \rightarrow 1 + 2$

- p)  $4 + 8 + 1 + 2 \rightarrow 4 + 4$   
 q)  $2 + 1 + 2 \rightarrow 2 + 2$   
 r)  $1 + 4 \rightarrow 1 + 2 + 2$   
 s)  $1 + 2 \rightarrow 1 + 1 + 2$   
 t)  $2 + 1 \rightarrow 3 + 2$   
 u)  $4 + 1 \rightarrow 1 + 1 + 2$   
 v)  $1 + 3 + 4 \rightarrow 2 + 3 + 2$   
 w)  $1 + 2 \rightarrow 1 + 1 + 2 + 1$   
 x)  $2 + 1 \rightarrow 1 + 1 + 1$   
 y)  $2 + 2 + 6 \rightarrow 2 + 3$   
 z)  $6 + 3 \rightarrow 1 + 5 + 3$
6. a)  $2 + 6 \rightarrow 2 + 6 + 6$   
 b)  $5 + 1 + 6 \rightarrow 3 + 3$   
 c)  $3 + 6 \rightarrow 5 + 1 + 3$   
 d)  $2 + 1 + 4 \rightarrow 2 + 2 + 2$   
 e)  $6 + 6 \rightarrow 5 + 1 + 3$   
 f)  $3 \rightarrow 2 + 1$   
 g)  $3 + 4 \rightarrow 2 + 1 + 2$   
 h)  $4 \rightarrow 1 + 3$   
 i)  $2 + 10 + 12 \rightarrow 1 + 5 + 6$   
 j)  $1 + 5 + 6 \rightarrow 2 + 1 + 3$   
 k)  $2 + 1 \rightarrow 2 + 1$   
 l)  $5 + 1 + 6 \rightarrow 3 + 3$   
 m)  $1 + 3 \rightarrow 1 + 3$   
 n)  $3 \rightarrow 2 + 1$   
 o)  $3 + 3 + 3 \rightarrow 6 + 6 + 3$   
 p)  $2 + 1 + 4 + 1 \rightarrow 2 + 1$   
 q)  $2 + 5 + 4 \rightarrow 2 + 5 + 2$   
 r)  $2 + 5 + 8 \rightarrow 2 + 10 + 16$   
 s)  $10 + 2 + 16 \rightarrow 2 + 5 + 8$

t)  $1 + 3 + 2 \rightarrow 2 + 3 + 1$   
 u)  $2 + 5 + 2 \rightarrow 2 + 5 + 4$   
 v)  $3 + 1 + 4 \rightarrow 3 + 1 + 2$   
 w)  $6 + 1 + 14 \rightarrow 2 + 6 + 7$   
 x)  $5 + 2 + 16 \rightarrow 2 + 10 + 8$   
 y)  $5 + 2 + 6 \rightarrow 2 + 5 + 3$   
 z)  $2 + 10 + 16 \rightarrow 2 + 5 + 8$

### Hmotnostní zlomek

21. c (21,1%)  
 22. v roztoku B (12,6%)  
 34. b (45,3%)  
 zbývající výsledky jsou součástí zadání jednotlivých příkladů

### Objemové procento

výsledky jsou součástí zadání jednotlivých příkladů

### Látkové množství

19. v 60 g kyslíku  
 20. v soustavě je přebytek chloru  
 21. počet molekul zadanou hodnotu převyšovat nebude  
 23. větší hmotnost bude mít  $5 \text{ dm}^3 \text{ CO}$   
 25. ano  
 26.  $H_2 + Cl_2 \rightarrow 2HCl$ ;  
 10 molů  $H_2$  a 10 molů  $Cl_2$   
 27. ano, zreaguje  
 32.  $2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$ ;  
 $20 \text{ dm}^3$  ( $10 \text{ dm}^3$  kyslíku nezreagovalo)  
 34. ano  
 36.  $3H_2 + 2N_2 \rightarrow 2NH_3$ ;  
 vzniklo 8 molů amoniaku a objem soustavy je  $179,28 \text{ dm}^3$   
 38.  $H_2 + Cl_2 \rightarrow 2HCl$ ; ano  
 40.  $KMnO_4 - 0,32 \text{ molu}$ ;  $KClO_3 - 1,22 \text{ molu}$ ;  
 $KNO_3 - 0,99 \text{ molu}$   
 zbývající výsledky jsou součástí zadání jednotlivých příkladů

### Molární koncentrace

53. ano  
 59. ne

zbývající výsledky jsou součástí zadání jednotlivých příkladů

### Výpočty z chemického vzorce

5. a) 27,95 %; b) 20,10 %; c) 48,21 %, nejvyšší obsah Fe je v  $Fe_2CO_3$   
 6. dusičnan amonný obsahuje 35 %, močovina 46,7 % dusíku. Vyšší % obsah dusíku je v močovině.  
 7. sloučeniny obsahují: a) 12,0 %; b) 11,3 %; c) 8,7 %; d) 14,3 % uhlíku. Nejvyšší obsah uhlíku je vázán v  $NaHCO_3$ , proto lze z této sloučeniny také získat nejvíce oxidu uhličitého.  
 8. obsah vody: a) 36,07 %; b) 45,35 %; c) 49,34 %. Nejvíce vody je vázáno v hexahydrátu chloridu vápenatého.  
 9. obsah kyslíku: a) 53,3 %; b) 50,0 %; c) 53,3 %; d) 34,8 %. Nejvíce kyslíku je obsaženo ve sloučeninách a) a c).  
 10.  $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$   
 11.  $KNO_3 - 47,5 \%$  O;  $KMnO_4 - 40,5 \%$  O;  $H_2O_2 - 94,1 \%$  O  
 12. Fe - 20,10 %; S - 11,52 %; O - 63,34 %; H - 5,04 %  
 13.  $Na_2CO_3$   
 14. vzorek A  
 15. Oxid A obsahuje kov o  $A_r = 207, 2$ ; jedná se o olovo. Oxid B obsahuje kov o  $A_r = 200,6$ ; jedná se o rtuť.  
 16.  $MgCO_3 \rightarrow MgO + CO_2$ ;  
 $CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2$ ; vzorek A -  $CaCO_3$ , vzorek B -  $MgCO_3$   
 17.  $M_r$  sloučeniny = 122,55. Relativní hmotnost kovu v ní obsaženého je 39,1; jedná se o draslík. Hledanou sloučeninou je  $KClO_3$ .  
 18.  $NOH_2, N_2O_2H_4$   
 19.  $M_r = 231,8$ ;  $Ag_2O$   
 20.  $C_2H_5$   
 21.  $CH_2, C_4H_8$   
 22.  $C_2H_6O$   
 23. 75,95 % C; 6,33 % H; 17,72 % N

24.  $\text{CH}_3\text{O}$ ,  $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_2$   
 25.  $\text{CH}_2$ ,  $\text{C}_2\text{H}_4$   
 26.  $\text{C}_6\text{H}_{14}$

### Ředění roztoků

výsledky jsou součástí zadání jednotlivých příkladů

### Výpočty z chemických rovnic

10.  $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \rightarrow \text{N}_2 + 4\text{H}_2\text{O} + \text{Cr}_2\text{O}_3$ ;  
 58 g  $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ; 5,2 dm<sup>3</sup> dusíku  
 11.  $3\text{Cu} + 8\text{HNO}_3 \rightarrow 3\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO} + 4\text{H}_2\text{O}$ ; 117,8 cm<sup>3</sup> kyseliny dusičné  
 13.  $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightarrow 2\text{NH}_3$ ;  
 172 dm<sup>3</sup>  $\text{N}_2$  a 516,1 dm<sup>3</sup>  $\text{H}_2$   
 15.  $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$ ; ne, žádný z reaktantů nebyl v nadbytku; vznikne 8,04 g vody  
 19.  $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{BaCl}_2 \rightarrow \text{BaSO}_4 + 2\text{HCl}$ ; 6,4 g  
 22.  $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{SO}_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ ;  
 118,1 g; ne, v obou případech vznikne 10,5 dm<sup>3</sup> oxidu siřičitého  
 36.  $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$ ; 15 dm<sup>3</sup>  
 39.  $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightarrow 2\text{NH}_3$ ; objem soustavy poklesl o 20 dm<sup>3</sup>  
 zbývající výsledky jsou součástí zadání jednotlivých příkladů

### Výpočty pH

34. ano, pH roztoku = 12,6  
 35. ano; 11,64  
 37. ano, pH roztoku = 12,02  
 58. kysele: b, g; zásadité: d, e, f; neutrálně: a, c, h  
 zbývající výsledky jsou součástí zadání jednotlivých příkladů

### Součin rozpustnosti

9. a) AgI, b) PbS, c) PbS  
 zbývající výsledky jsou součástí zadání jednotlivých příkladů

### Termochemie

5. 637,3 kJ  
 6. 2444,6 kJ  
 7. 42,9 kJ

8. - 3268,6 kJ · mol<sup>-1</sup>  
 9. 487,2 kJ  
 10. 393,6 kJ  
 11. 178,11 kJ  
 12. 47,2 kJ

### Elektrochemie

6. a, b – doleva; c, d – doprava  
 7. oxidační činidla: a)  $\text{H}_2\text{O}$ , b)  $\text{MnO}_4^-$ , c) není redoxní reakce, d)  $\text{O}_2$ , e)  $\text{Br}_2$ , f)  $\text{CuSO}_4$   
 redukční činidla: a) Na, b)  $\text{Fe}^{2+}$ , c) není redoxní reakce, d)  $\text{CH}_4$ , e) NaI, f) Zn  
 8.  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 6\text{Br}^- + 14\text{H}^+ \rightarrow 2\text{Cr}^{3+} + 3\text{Br}_2 + 7\text{H}_2\text{O}$   
 9. Fe, Mg, Al a Zn  
 10. a) 0,124 V, b) 0,153 V  
 11. a)  $5\text{Fe}^{2+} + \text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ \rightarrow \text{Mn}^{2+} + 5\text{Fe}^{3+} + 4\text{H}_2\text{O}$   
 b)  $10\text{Br}^- + 2\text{MnO}_4^- + 16\text{H}^+ \rightarrow 2\text{Mn}^{2+} + 5\text{Br}_2 + 8\text{H}_2\text{O}$   
 12. a  
 13. a) anoda – oxidace:  $2\text{Cl}^- - 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cl}_2$ ; katoda – redukce:  $\text{Na}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Na}$   
 b) anoda – oxidace:  $2\text{Cl}^- - 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cl}_2$ ; katoda – redukce:  $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{OH}^- + \text{H}_2$   
 14. 169,74 g  
 15. b, c, d  
 16. b

### Názvosloví anorganické chemie

1. a) o. barnatý, b) o. bismutičný, c) o. ceritý, d) oxid dusný, e) o. fosforečný, f) o. galitý, g) o. chlorný, h) o. chromičitý, i) o. kademnatý, j) o. iridičitý, k) o. křemičitý, l) o. lithný, m) o. molybdenitý, n) o. molybdenový, o) o. osmičelý, p) o. platnatý, q) o. manganistý, r) o. seleničitý, s) o. uranový, t) o. vanadičný, u) o. chloristý, v) o. xenonový, w) o. zirkoničitý, x) o. železnatý, y) o. wolframičitý, z) oxid uhličitý  
 2. a)  $\text{Sb}_2\text{O}_5$ , b)  $\text{CeO}_2$ , c) NO, d)  $\text{B}_2\text{O}_3$ , e)  $\text{GeO}_2$ , f)  $\text{RuO}_4$ , g) HgO, h)  $\text{Re}_2\text{O}_7$ , i)  $\text{I}_2\text{O}_5$ , j)  $\text{CrO}_3$ , k) MgO, l)  $\text{SO}_3$ , m)  $\text{Na}_2\text{O}$

- n)  $\text{PtO}_2$ , o)  $\text{SeO}_3$ , p) HgO, q)  $\text{Mn}_2\text{O}_3$ , r) NiO, s)  $\text{TeO}_2$ , t)  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , u) ZnO, v)  $\text{WO}_3$ , w)  $\text{Au}_2\text{O}_3$ , x) CO, y)  $\text{V}_2\text{O}_5$ , z)  $\text{NO}_2$   
 3. a) k. sírová, b) k. manganistá, c) k. trihydrogenfosforečná, d) k. jodistá, e) k. penta-hydrogenjodistá, f) k. disírová, g) k. cyklotrifosforečná, h) k. pentahydrogentrifosforečná, i) k. hexahydrogentellurová, j) k. chlorná, k) k. dusitá, l) k. bromičná, m) k. trihydrogenboritá, n) k. jodičná, o) k. tetrahydrogenkřemičitá, p) k. thiosírová, q) k. kyanovodíková, r) k. chlorovodíková, s) k. chloritá, t) k. trihydrogenrhenistá, u) k. dihydrogenkřemičitá, v) k. sírovodíková, w) k. trihydrogenjodičná, x) k. cyklotriboritá, y) k. dusičná, z) k. dithionová  
 4. a)  $\text{HClO}_3$ , b)  $\text{H}_3\text{IO}_5$ , c) HF, d)  $\text{HBrO}_4$ , e)  $\text{HReO}_4$ , f)  $\text{H}_2\text{S}_4\text{O}_6$ , g)  $\text{H}_2\text{CO}_3$ , h)  $\text{H}_3\text{AsO}_4$ , i)  $\text{H}_2\text{SO}_3$ , j)  $\text{H}_2\text{S}_3\text{O}_{10}$ , k)  $\text{H}_2\text{SeO}_3$ , l)  $\text{H}_2\text{SeO}_4$ , m) HI, n)  $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_8$ , o)  $\text{HBrO}$ , p)  $\text{H}_2\text{TeO}_3$ , q)  $\text{H}_3\text{PO}_4$ , r)  $\text{HClO}_4$ , s)  $\text{H}_2\text{SO}_5$ , t)  $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$ , u)  $\text{H}_6\text{P}_4\text{O}_{13}$ , v)  $\text{H}_6\text{Si}_2\text{O}_7$   
 5. a) h. draselný, b) h. vápenatý, c) h. sodný, d) h. hlinitý, e) h. cesný, f) h. barnatý  
 6. a) LiOH, b)  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ , c)  $\text{In}(\text{OH})_3$ , d)  $\text{Sr}(\text{OH})_2$ , e) RbOH, f) TIOH  
 7. a) tribromid kyseliny fosforečné, b) kyselina amidofosforečná, c) dichlorid kyseliny selenové, d) kyselina fluorosírová, e) diamid kyseliny sírové, f) dichlorid kyseliny uhličitě, g) kyselina dithiomolybdenová, h) kyselina thiosírová, i) trichlorid kyseliny thiofosforečné, j) kyselina trihydrogendithioarseničná, k) dichlorid kyseliny thiouhličitě, l) kyselina difluorofosforečná, m) kyselina thiouhličitá, n) chlorid kyseliny dusité, o) kyselina diamidoarseničná  
 8. a)  $\text{PSBr}_3$ , b)  $\text{HSO}_3\text{Cl}$ , c)  $\text{H}_2\text{CS}_3$ , d)  $\text{H}_2\text{MoS}_4$ , e)  $\text{SeO}_2\text{F}_2$ , f)  $\text{POF}_3$ , g)  $\text{SeO}_2(\text{NH}_2)_2$ , h)  $\text{H}_2\text{PO}_3\text{F}$ , i)  $\text{HSeO}_3\text{F}$ , j)  $\text{HPO}_2(\text{NH}_2)_2$ , k)  $\text{CS}(\text{NH}_2)_2$ , l)  $\text{H}_3\text{PO}_2\text{S}_2$ , m)  $\text{SOCl}_2$ , n)  $\text{SO}(\text{NH}_2)_2$   
 9. a) síran chromitý, b) selenid rtuťnatý, c) hexahydrát selenanu nikelnatého, d) síran draselno-chromitý, e) chlorid sodný, f) síran rtuťný, g) siřičitan stříbrný, h) hexahydrát dusičnanu hořečnatého, i) bromid hlinitý, j) síran amonný, k) jodid platný, l) hexahydrát fosforečnanu amonno-hořečnatého, m) dichlorid-dijodid ciničitý, n) chroman olovnatý, o) dichroman amonný, p) heptahydrát síranu nikelnatého, q) hydrogenfosforečnan draselný, r) sulfid rtuťnatý, s) wolframan sodný, t) dihydrát chloridu měďnatého, u) dihydrogenfosforečnan sodný, v) uhličitán vápenatý, w) difosforečnan hořečnatý, x) hexahydrát chloristanu hořečnatého, y) dusitan draselný, z) dodekahydrát síranu rubidno-chromitého  
 10. a)  $\text{BaSO}_4$ , b)  $\text{Na}_2\text{S}$ , c)  $\text{Sr}_3(\text{PO}_4)_2$ , d) NiSe, e) KCN, f) NaBr, g)  $\text{NaSrPO}_4$ , h)  $\text{FeS}_2$ , i)  $\text{Cu}(\text{IO}_3)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ , j)  $\text{MnSO}_4$ , k)  $\text{KClO}_3$ , l)  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ , m)  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ , n)  $\text{NaNO}_2$ , o)  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ , p)  $\text{NH}_4\text{IO}_3$ , q)  $(\text{NH}_4)_2\text{Mo}_2\text{O}_7$ , r)  $\text{MnWO}_4$ , s)  $\text{K}_2\text{S}_4\text{O}_6$ , t)  $\text{LiHSO}_4$ , u)  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ , v)  $\text{KMnO}_4$ , w)  $\text{KHSO}_3$ , x) NaHS, y)  $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ , z)  $\text{K}_2\text{H}_4\text{TeO}_6$   
 11. a) tetrakyanortuťnat draselný  
 b) tetrachloroplatnat draselný  
 c) monohydrát chloridu tetraamminpalladnatého  
 d) tetrachloropalladnat amonný  
 e) jodid hexaamminnikelnatý  
 f) dihydrát oktakyanomolybdeničitanu draselného  
 g) dichloro-dikarbonyl platnatý komplex  
 h) chlorid hexaamminkobaltnatý  
 i) tetrajodortuťnat draselný  
 j) hexachloroolovičitan draselný  
 k) trijodortuťnat draselný  
 l) dusičnan hexaamminnikelnatý  
 m) heptafluorotantalčnan draselný

- n) hexahydrát kyseliny hexachloroplaticité  
 o) hexahydrát hexafluorokřemičitanu zinečnatého  
 p) hexafluorohlinitan amonný  
 q) chlorid diamminrtuťnatý  
 r) hexachloropalladičitan amonný  
 s) dikyanostříbrnan draselný  
 t) monohydrát hexafluorotitaničitanu draselného  
 u) tetrachloroplatnatan tetraamminplatnatý  
 v) tetrafluorohlinitan thallný  
 w) hexafluorokřemičitan barnatý  
 x) hexafluorofosforečnan draselný  
 y) dihydrát trijodolovnatanu draselného  
 z) trihydrát tetrakyanoplatnatanu sodného

12. a)  $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ , b)  $\text{K}_2[\text{Ni}(\text{CN})_4]$ ,  
 c)  $\text{Ru}_2[\text{SiF}_6]$ , d)  $\text{Na}_3[\text{AlF}_6]$ ,  
 e)  $[\text{Cr}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]\text{Cl}_2$ , f)  $[\text{Pd}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2]$ ,  
 g)  $\text{Na}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ , h)  $\text{K}_2[\text{SeBr}_6]$ ,  
 i)  $\text{K}_4[\text{Ru}(\text{CN})_6] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ , j)  $\text{K}[\text{AuI}_4]$ ,  
 k)  $\text{K}_2[\text{HgCl}_4] \cdot \text{H}_2\text{O}$ , l)  $[\text{Hg}(\text{NH}_3)_2]\text{I}_2$ ,  
 m)  $\text{K}_2[\text{PdCl}_4]$ , n)  $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_2$ ,  
 o)  $\text{K}_2[\text{SiF}_6]$ , p)  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4](\text{ClO}_4)_2$ ,  
 q)  $\text{K}_2[\text{NiF}_4]$ , r)  $[\text{Pd}(\text{NH}_3)_4]\text{Cl}_2$ ,  
 s)  $(\text{NH}_4)_2[\text{PbCl}_6]$ , t)  $\text{Na}[\text{AuCl}_4] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ,  
 u)  $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2]$ , v)  $\text{Na}_2[\text{PtBr}_6]$ ,  
 w)  $(\text{NH}_4)_3[\text{TlCl}_6] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , x)  $\text{K}[\text{AuCl}_4]$ ,  
 y)  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_2$ ,  
 z)  $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_4\text{Cl}_2] \text{Cl} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

13. a) amid sodný, b) hydrid vápenatý, c) peroxid sodný, d) alan, e) fosforečnan vápenatý, f) fosfan, g) trichlorid kyseliny fosforečné (trichlorid fosforylu), h) kyselina trihydrogentetrathiofosforečná, i) dichlorid kyseliny sírové (dichlorid sulfurylu), j) kyselina fluorosírová, k) chlorid rtuťný, l) peroxid barnatý, m) dusičnan stříbrný, n) síran ceričitý, o) bromid draselno-hořečnatý, p) oxid-hydroxid hlinitý, q) bromičnan sodný, r) dichlorid kyseliny uhličitě (dichlorid karbonylu), s) kyselina amidosírová, t) hydrid sodný, u) kyselina dithiomolybdenová,

- v) arsan, w) tellurid thallný, x) kyselina amidofosforečná, y) dihydrát chloridu barnatého, z) hexahydrát síranu amonno-železnatého

14. a)  $\text{MgCO}_3$ , b)  $\text{KNH}_2$ , c)  $\text{NaNH}_4\text{HPO}_4$ ,  
 d)  $\text{KO}_2$ , e)  $\text{NOCl}$ , f)  $\text{PbWO}_4$ , g)  $\text{NaCN}$ ,  
 h)  $\text{SrO}_2$ , i)  $\text{H}_3\text{AsS}_4$ , j)  $\text{K}_2\text{Se}$ , k)  $\text{K}_2\text{SO}_3$ ,  
 l)  $\text{HPO}_2(\text{NH}_2)_2$ , m)  $\text{PtI}_4$ , n)  $\text{SF}_6$ , o)  $\text{NaISe}$ ,  
 p)  $\text{Ca}_3\text{P}_2$ , q)  $\text{Al}_2\text{S}_3$ , r)  $\text{Na}_2\text{CrO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ,  
 s)  $\text{Mg}_3\text{N}_2$ , t)  $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_7$ , u)  $\text{HSO}_3\text{Cl}$ , v)  $\text{MgTe}$ ,  
 w)  $\text{H}_2\text{S}$ , x)  $\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ,  
 y)  $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ , z)  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$

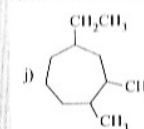
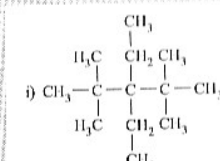
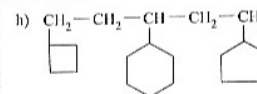
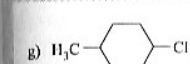
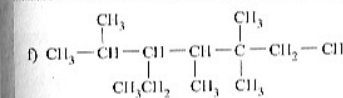
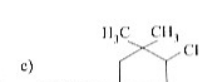
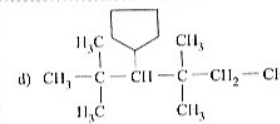
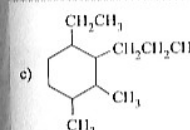
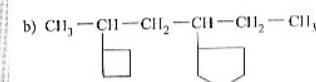
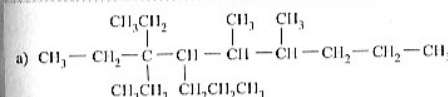
15. a) hexahydrát chloridu železitého, b) hexakvanoželezitan draselný, c) bromid telluričitý, d) dihydrát hydrogenfosforečnanu sodného, e) kyselina telluričitá, f) jodid sodný, g) hydroxid sodný, h) jodičnan sodný, i) selan, j) oxid železitý, k) fluorid osmičelý, l) hexahydrát chloristanu rtuťnatého, m) wolfram olovnatý, n) tetrakarbonylnikl, o) chlorid křemičitý, p) dihydrát selanenu manganatého, q) sulfid manganatý, r) hydroxid hlinitý, s) uranan manganatý, t) kyselina difosforečná, u) oktahydrát fosforečnanu nikelnatého, v) chroman rtuťný, w) arsenid sodný, x) pentahydrát thio síranu sodného, y) hexahydrát xenoničelanu sodného, z) kyselina amidofosforečná

16. a)  $\text{K}_2\text{O}_2$ , b)  $\text{BaO}$ , c)  $\text{CBrCl}_3$ , d)  $\text{Zn}(\text{OH})_2$ ,  
 e)  $\text{NH}_3$ , f)  $\text{HSO}_3\text{NH}_2$ , g)  $\text{SrCO}_3$ , h)  $\text{AgI}$ ,  
 i)  $[\text{Fe}(\text{CO})_5]$ , j)  $\text{KJO}_3$ , k)  $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_7$ ,  
 l)  $(\text{NH}_4)_2\text{HAsO}_4$ , m)  $\text{MgBr}_2$ , n)  $\text{SO}_2(\text{NH}_2)_2$ ,  
 o)  $\text{H}_2\text{PO}_3\text{Cl}$ , p)  $\text{SiS}_2$ , q)  $\text{Hg}(\text{CN})_2$ ,  
 r)  $\text{Ba}(\text{HCO}_3)_2$ , s)  $\text{K}_2\text{SO}_4$ , t)  $\text{HNO}_2$ ,  
 u)  $\text{Ni}(\text{IO}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , v)  $\text{NH}_4\text{Cl}$ , w)  $\text{KNH}_2$ ,  
 x)  $\text{NH}_4\text{Al}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ , y)  $\text{KH}$ ,  
 z)  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$

## Názvosloví organické chemie

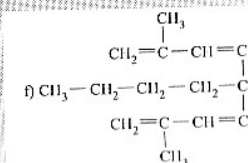
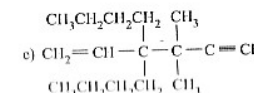
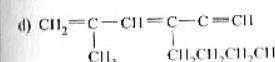
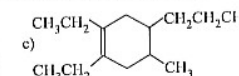
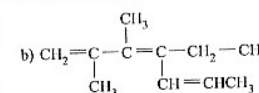
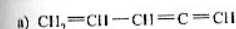
1. a) hexan  
 b) 3,3,4-trimethylhexan  
 c) 3,5-diethyl-3,4,5-trimethylloktan  
 d) 3,4,5,5-tetramethylloktan  
 e) 2,3,4-trimethyl-2-cyklopentylhexan  
 f) 1,3,5-trimethylcyklohexan  
 g) 1,1-diethyl-3,6-dimethylcyklooktan  
 h) 4-cyklohexyl-3,3-dicyklopentylhexan  
 i) 2,3-dimethylbutan  
 j) 1-cyklohexyl-2-cyklopentyletan

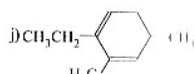
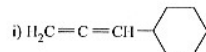
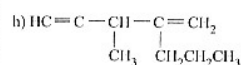
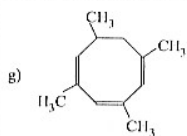
2.



3. a) 1,3,5-hexatrien  
 b) 4-ethyl-2-methyl-1,3-hexadien  
 c) 1-ethyl-4-methyl-1-cyklohexen  
 d) 4-cyklohexyl-2-methyl-1,3-hexadien  
 e) 1-hexen-3,5-dien  
 f) 2-ethyl-5-cyklopentyl-1-penten-3-in  
 g) 3-ethyl-3,4-dimethyl-1-cyklopenten  
 h) 3-methyl-1-penten-4-in  
 i) 4-methyl-1,2-pentadien  
 j) 5-methyl-1,3-cyklohexadien

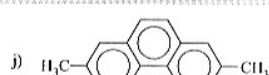
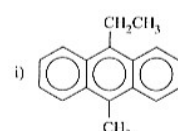
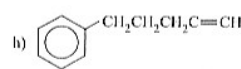
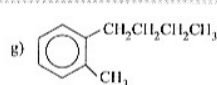
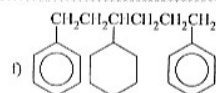
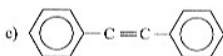
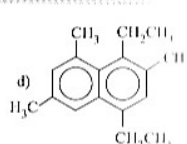
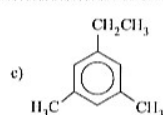
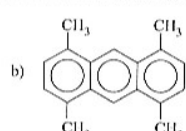
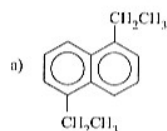
4.





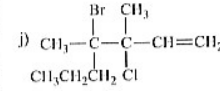
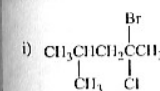
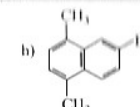
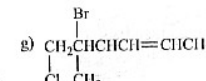
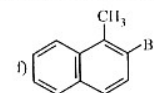
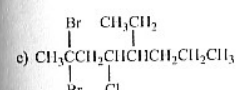
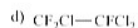
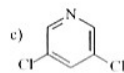
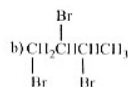
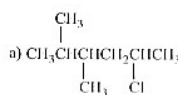
5. a) 1,3-diethyl-5-cyklopentybenzen  
 c) 1,2-diethyl-1,2-difenyloethan  
 e) 1,5-dimethylathracen  
 g) 1,3-difenylopropan  
 i) 1,2-diethyl-4-methylnaftalen
- b) 1,5-diethyl-4-propylnaftalen  
 d) 1,4-diethyl-2-methylnaftalen  
 f) 1,3,5-trifenylopropan  
 h) 1-fenyl-3-cyklohexylpropan  
 j) 1,3-difenylopropan

6.



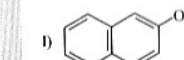
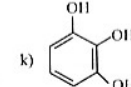
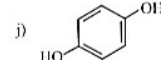
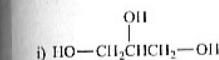
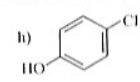
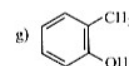
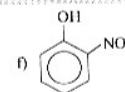
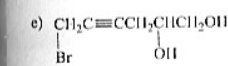
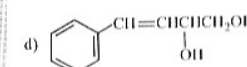
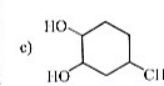
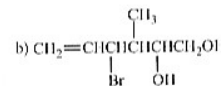
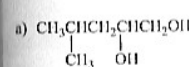
7. a) 3-brom-5-methyl-1-cyklopenten  
 c) 2-brom-3,4-dichlor-1,3-pentadien  
 e) 1,3-dibrom-3-chlor-4-ethylhexan  
 g) 1-brom-4-ethyl-8-methyl-5-propylnaftalen  
 i) 1,3,5-tribrom-1,2,4-pentatrien
- b) 1-brom-3,5-dichlorbenzen  
 d) 2-brom-4-chlor-3-cyklopentylpentan  
 f) 1-brom-2-chlor-2-methylpropan  
 h) 3-brom-2,3-dichlor-1-propen  
 j) 4-chlor-3-methyl-1-hexen-5-in

8.



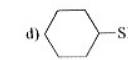
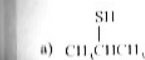
9. a) 2,4,5-trimethyl-6-hepten-1,3,4-triol  
 c) 2,4,6-trinitrofenol  
 e) fenol  
 g) 3-chlor-3-ethyl-1,2,6-hexantriol  
 i) 1-naftol ( $\alpha$ -naftol)  
 k) 2-methyl-3-cyklopentyl-1-propanol
- b) 2-chlor-5-methyl-3-hepten-1,6-diol  
 d) 6-chlor-4-ethyl-5-methyl-5-hexen-1,2-diol  
 f) 4-chlor-5-ethyl-2,6-dimethyl-2,4,6-heptatrien-1-ol  
 h) ethylglykol  
 j) m-kresol  
 l) pyrokatechin  
 m) resorcin

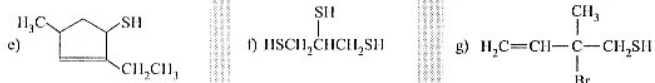
10.



11. a) 1-propanthiol  
 c) benzenthio (*thiofenol*)  
 e) 4-methyl-3-cyklohexen-1-thiol  
 g) 3-cyklopentyl-1-propanthiol
- b) 1,5-pentandithiol  
 d) 2-methyl-2,4-pentadien-1-thiol  
 f) 3-merkapt-1-propanol  
 h) 1,3-oktandithiol

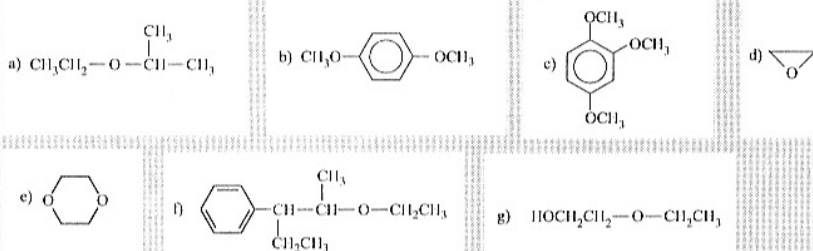
12.





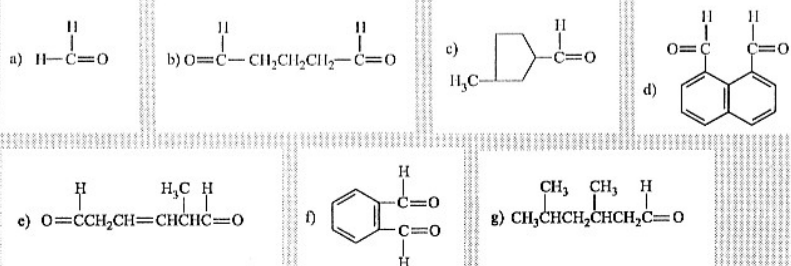
13. a) 1-ethoxypropan b) ethoxyethylen c) 1-chlor-3-ethoxypropan  
d) 1-brom-2,3-epoxypropan e) 1,8-dimethoxyanthracen f) oxolan (*tetrahydrofuran*)  
g) methoxyethylen h) cyklopentyl-fenylether

14.



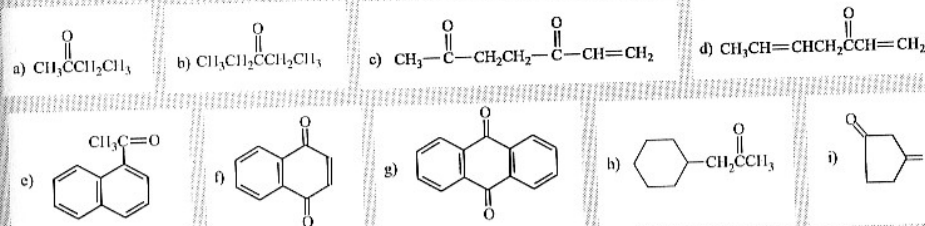
15. a) ethanal (*acetaldehyd*) b) propanal (*propionaldehyd*)  
c) 1,2,3-pentantrikarbaldehyd d) 1,5-naftalendikarbaldehyd  
e) 2,6-dimethylcyklohexankarbaldehyd f) benzaldehyd  
g) 5-ethyl-3-methyloktandial

16.



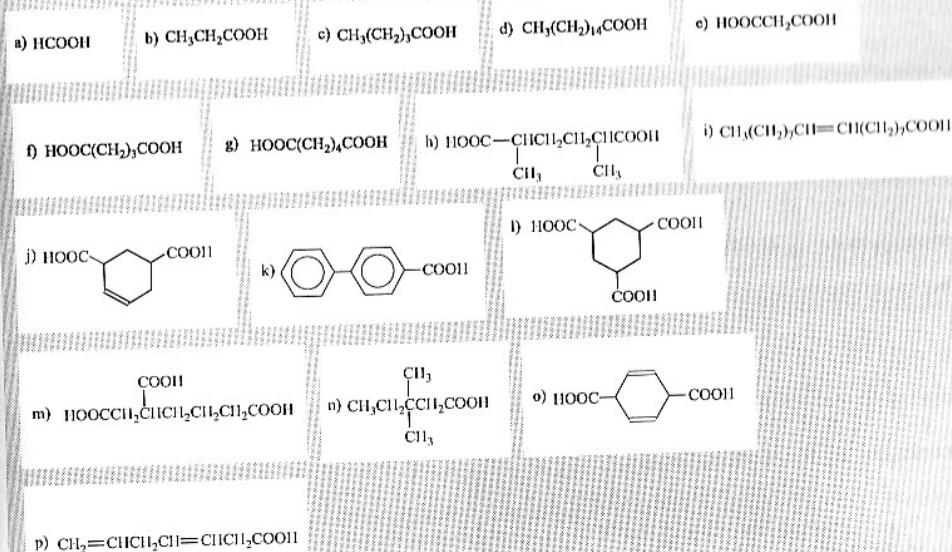
17. a) propanon (*aceton*) b) 2-pentanon  
c) cyklohexanon d) 5-hexen-2-on  
e) acetofenon f) benzofenon  
g) 1,4-benzochinon (*p-benzochinon*) h) 2,4-pentadion  
i) 6-ethyl-6-hepten-2,4-dion j) 1,4-hexadien-3-on

18.



19. a) ethanová kyselina (*kysel. octová*) b) butanová kyselina (*kysel. mášelná*)  
c) hexanová kyselina (*kysel. kapronová*) d) oktadekanová kyselina (*kysel. stearová*)  
e) ethandiová kyselina (*kysel. šťavelová*) f) butandiová kyselina (*kysel. jantarová*)  
g) 2-methylpropanová kysel. (*kysel. isomáselná*) h) 3-pentenová kyselina  
i) cyklopentankarboxylová kyselina j) dekanová kyselina  
k) 2,4-cyklopentadienkarboxylová kyselina l) 1,3-dimethylcyklopentankarboxylová kysel.  
m) 1,6-naftalendikarboxylová kyselina n) 3-ethyl-5,5-dimethylhexanová kyselina  
o) 1,3-cyklopentandikarboxylová kyselina p) 9-oktadecenová kyselina (*kysel. olejová*)

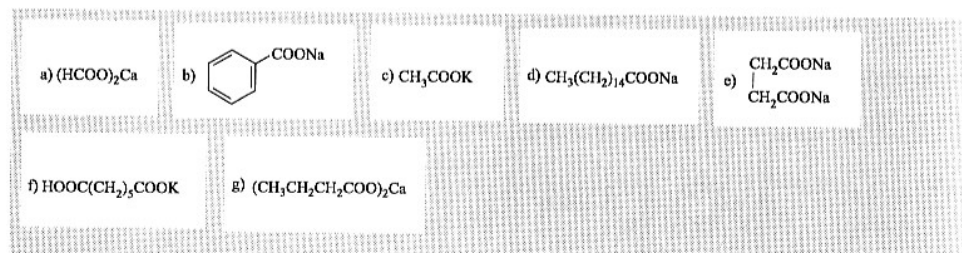
20.



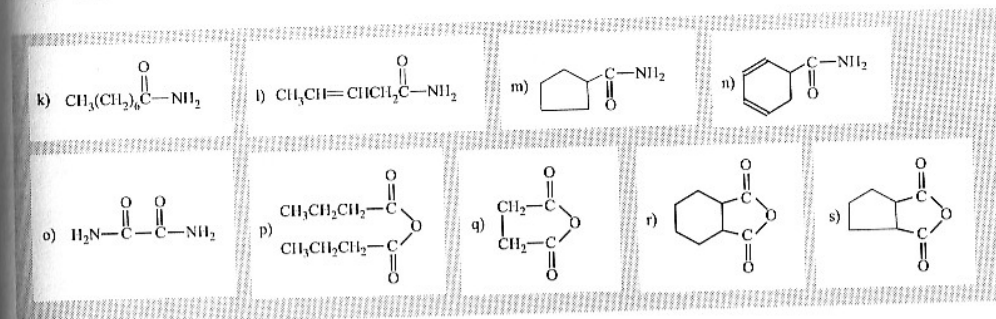
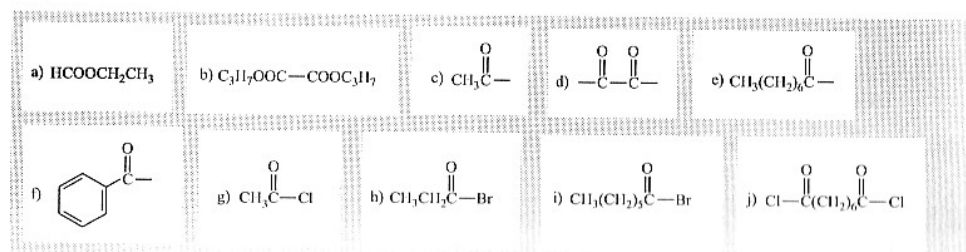


21. a) železitá sůl kyseliny octové (*octan železitý*)  
 b) draselná sůl kyseliny máslé (máslan draselný)  
 c) vápenatá sůl kyseliny šťavelové (*šťavelan vápenatý*)  
 d) sodná sůl kyseliny propionové (*propionan sodný*)  
 e) kalium-natrium-butandionat (*jantaran dráselno-sodný*)  
 f) natrium-hydrogen-pentadioat  
 g) kaliumoktadekanoat (*stearan draselný*)  
 h) draselná sůl 3-pentenové kyseliny
22. a) octan methylnatý (*methylester kyseliny octové*)  
 b) ethylester kyseliny benzoové (*benzoan ethylnatý*)  
 c) formyl  
 d) propionyl  
 e) hexanoyl  
 f) heptandioyl  
 g) oxalylbromid (*bromid kyseliny šťavelové* nebo *bromid kyseliny ethandiové*)  
 h) pentandioylfluorid (*fluorid kyseliny pentandiové*)  
 i) formylbromid (*bromid kyseliny mravenčí* nebo *bromid kyseliny methanové*)  
 j) pentanoylfluorid  
 k) benzoylchlorid  
 l) butanamid (*amid kyseliny butanové*)  
 m) benzamid (*amid kyseliny benzoové*)  
 n) 3-cyklopentenkarboxamid  
 o) sukcinamid (*amid kyseliny jantarové*)  
 p) acethydrid (*anhydrid kyseliny octové*)  
 q) cyklopentankarboxanhydrid (*anhydrid kyseliny cyklopentankarboxylové*)  
 r) ftalanhydrid (*anhydrid kyseliny ftalové*)  
 s) maleinanhydrid  
 t) anhydrid kyseliny propionové

23.

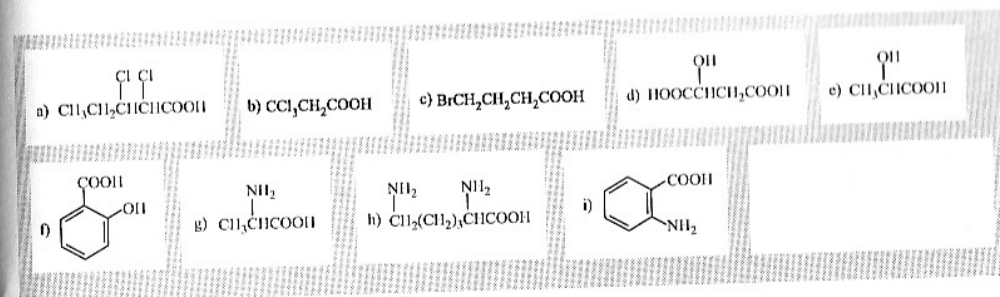


24.



25. a) 2-chlorpentanová kyselina (*2-chlorvalerová kyselina*)  
 b) 3,3-dibrom-4-chlorbutanová kyselina  
 c) kyselina trichloroctová (*trichlorethanová kyselina*)  
 d) hydroxyethanová kyselina (*kyselina glykolová*)  
 e) 2,3-dihydroxypropanová kyselina (*kyselina glycerová*)  
 f) 2,3-dihydroxybutandiová kyselina (*kyselina vinná*)  
 g) aminoethanová kyselina (*glycin*)  
 h) 3-aminopropanová kyselina  
 i) 2-aminobutandiová kyselina (*kyselina asparagová*)  
 j) 2-amino-3-methylbutanová kyselina (*valin*)

26.



27. a) ethyamin  
 b) trimethylamin  
 c) 3-pentanamin  
 d) 1,7-heptandiamin  
 e) 1-naftalenamin  
 f) N,N-dimethylethylamin  
 g) N-ethyl-N-methylpropylamin  
 h) o-toluidin  
 i) cyklopentanamin  
 j) 2-pentanamin  
 k) 1,4-naftalendiamin  
 l) 1,3-cyklopentandiamin  
 m) 2,4-diaminopyridin (*2,4-pyridindiamin*)  
 n) N-ethyl-N-propylbutylamin



## Relativní atomové hmotnosti vybraných prvků

Prvky jsou řazeny abecedně podle svých českých názvů.  
Hodnoty relativních atomových hmotností jsou zaokrouhleny na tři platné číslice.

| Čs. název prvku | Značka prvku | Protonové číslo | $A_r$ | Čs. název prvku | Značka prvku | Protonové číslo | $A_r$ |
|-----------------|--------------|-----------------|-------|-----------------|--------------|-----------------|-------|
| ARGON           | Ar           | 18              | 39,9  | MANGAN          | Mn           | 25              | 54,9  |
| ARSEN           | As           | 33              | 74,9  | MĚĎ             | Cu           | 29              | 63,5  |
| BARYUM          | Ba           | 56              | 137   | MOLYBDEN        | Mo           | 42              | 95,9  |
| BERYLLIUM       | Be           | 4               | 9,01  | NEON            | Ne           | 10              | 20,2  |
| BISMUT          | Bi           | 83              | 209   | NIKEL           | Ni           | 28              | 58,7  |
| BOR             | B            | 5               | 10,8  | OLOVO           | Pb           | 82              | 207   |
| BROM            | Br           | 35              | 79,9  | PALLADIUM       | Pd           | 46              | 106   |
| CESIUM          | Cs           | 55              | 133   | PLATINA         | Pt           | 78              | 195   |
| CÍN             | Sn           | 50              | 119   | RADON           | Rn           | 86              | 222   |
| DRASLÍK         | K            | 19              | 39,1  | RTUŤ            | Hg           | 80              | 201   |
| DUSÍK           | N            | 7               | 14,0  | RUBIDIUM        | Rb           | 37              | 85,5  |
| FLUOR           | F            | 9               | 19,0  | SELEN           | Se           | 34              | 79,0  |
| FOSFOR          | P            | 15              | 31,0  | SÍRA            | S            | 16              | 32,0  |
| GALLIUM         | Ga           | 31              | 69,7  | SODÍK           | Na           | 11              | 23,0  |
| GERMANIUM       | Ge           | 32              | 72,6  | STRĚBRO         | Ag           | 47              | 108   |
| HELIUM          | He           | 2               | 4,00  | TANTAL          | Ta           | 73              | 181   |
| HLINÍK          | Al           | 13              | 27,0  | TELLUR          | Te           | 52              | 128   |
| HORČÍK          | Mg           | 12              | 24,3  | TITAN           | Ti           | 22              | 47,9  |
| CHLOR           | Cl           | 17              | 35,5  | UHLÍK           | C            | 6               | 12,0  |
| CHROM           | Cr           | 24              | 52,0  | VANAD           | V            | 23              | 50,9  |
| JOD             | I            | 53              | 127   | VÁPNIK          | Ca           | 20              | 40,1  |
| KADMIUM         | Cd           | 48              | 112   | VODÍK           | H            | 1               | 1,01  |
| KOBALT          | Co           | 27              | 58,9  | WOLFRAM         | W            | 74              | 184   |
| KRYPTON         | Kr           | 36              | 83,8  | XENON           | Xe           | 54              | 131   |
| KŘEMÍK          | Si           | 14              | 28,1  | ZINEK           | Zn           | 30              | 65,4  |
| KYSLÍK          | O            | 8               | 16,0  | ZLATO           | Au           | 79              | 197   |
| LITHIUM         | Li           | 3               | 6,94  | ŽELEZO          | Fe           | 26              | 55,8  |

## Relativní molekulové hmotnosti některých sloučenin uvedených v zadání příkladů

Sloučeniny jsou řazeny abecedně podle svých názvů.  
Hodnoty relativních molekulových hmotností jsou zaokrouhleny na čtyři platné číslice.

| Název sloučeniny                 | Vzorec   | $M_r$ |
|----------------------------------|--|-------|
| Amoniak                          | $\text{NH}_3$  | 17,00 |
| Bromid draselný                  | KBr  | 119,0 |
| Dekahydrát síranu sodného        | $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$    | 322,2 |
| Dihydrát síranu vápenatého       | $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$              | 172,2 |
| Dusitan draselný                 | $\text{KNO}_2$   | 85,10 |
| Ethanol                          | $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$                        | 46,10 |
| Heptahydrát siřičitanu sodného   | $\text{Na}_2\text{SO}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$     | 252,2 |
| Heptahydrát síranu železnatého   | $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$              | 278,0 |
| Hexahydrát chloridu nikelnatého  | $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$              | 237,7 |
| Hexahydrát chloridu železitého   | $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$              | 270,3 |
| Hydroxid draselný                | KOH  | 56,11 |
| Hydroxid sodný                   | NaOH   | 40,01 |
| Chlorid amonný                   | $\text{NH}_4\text{Cl}$                                 | 53,54 |
| Chlorid sodný                    | NaCl   | 58,50 |
| Jodid draselný                   | KI   | 166,1 |
| Kyselina dusičná                 | $\text{HNO}_3$   | 63,01 |
| Kyselina trihydrogenfosforečná   | $\text{H}_3\text{PO}_4$                                | 98,03 |
| Kyselina chlorovodíková          | HCl  | 36,51 |
| Kyselina sírová                  | $\text{H}_2\text{SO}_4$                                | 98,02 |
| Chlorovodík                      | HCl  | 36,51 |
| Nonahydrát síranu železitého     | $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ | 562,0 |
| Pentahydrát síranu měďnatého     | $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$              | 249,7 |
| Tetrahydrát chloridu manganatého | $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$              | 197,9 |
| Síran amonný                     | $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$                           | 132,1 |
| Síran barnatý                    | $\text{BaSO}_4$  | 233,4 |
| Voda                             | $\text{H}_2\text{O}$                                   | 18,02 |