



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ
MENDELU

PŘÍPRAVNÝ KURZ

Chemie anorganická a analytická

Mgr. Jiří Vlček, Ph.D.

Inovace předmětu probíhá v rámci projektu
CZ.1.07/2.2.00/28.0302 Inovace studijních programů AF a ZF MENDELU směřující k vytvoření
mezioborové integrace.
Projekt je spolufinancován z Evropského sociálního fondu a státního rozpočtu České republiky

Obsah

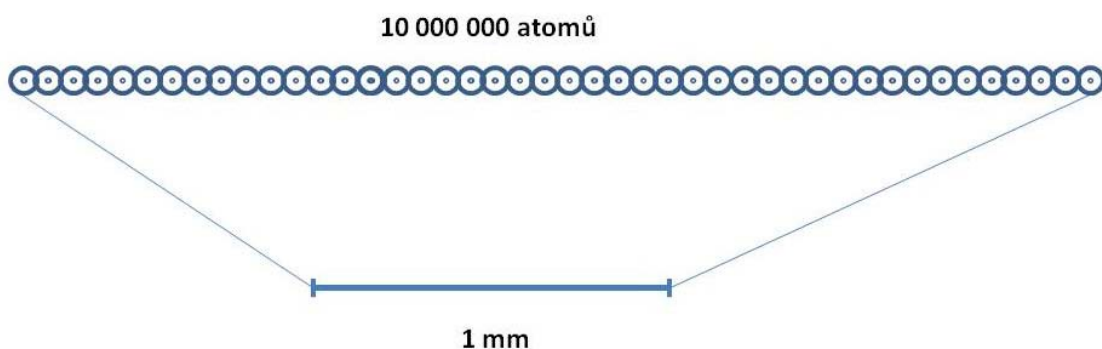
1. Základní pojmy o atomu	3
1.1. Atom	3
1.1.1. Částice v atomu	4
1.1.2. Atomové jádro	5
1.1.3. Obal atomu	6
1.2. Prvek	6
2. Periodická soustava prvků	7
3. Názvosloví	8
3.1. Oxidační číslo	8
3.2. Název sloučeniny	8
3.3. Vzorec sloučeniny	9
3.4. Tvorba vzorců a názvů sloučenin	9
3.4.1. Sloučeniny teoreticky odvozené od sloučenin vodíku a nekovu	9
4. Veličiny a jednotky SI, násobky jednotek	21
5. Látkové množství, molární hmotnost	22
6. Rovnice, vyrovnaní rovnic	23

1. Základní pojmy o atomu

1.1. Atom

- nejmenší částice prvku
- chemickými procesy nelze dále dělit
- vykazuje všechny chemické vlastnosti prvku
- v základním stavu elektroneutrální
- velikost atomu
 - ${}^1_1\text{H}$ $56 \cdot 10^{-12} \text{ m}$
 - ${}^{112}_{50}\text{Sn}$ $220 \cdot 10^{-12} \text{ m}$
- hmotnost atomu
 - ${}^1_1\text{H}$ $1,7 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
 - ${}^{112}_{50}\text{Sn}$ $4,7 \cdot 10^{-25} \text{ kg}$
- dvě základní části
 - jádro
 - obal
- tvořen třemi částicemi
 - proton
 - neutron
 - elektron

Obrázek 1: Znárodnění velikosti atomu



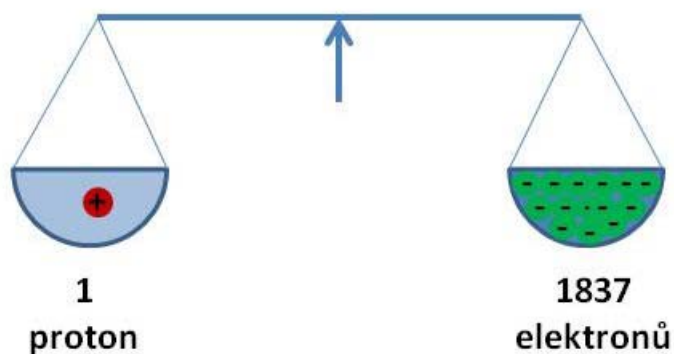
1.1.1. Částice v atomu

Proton - klidová hmotnost $1,673 \cdot 10^{-27}$ kg
- kladný náboj $+ 1,602 \cdot 10^{-19}$ C
- značí se ${}^1_1\text{p}$ nebo p^+

Neutron - klidová hmotnost $1,675 \cdot 10^{-27}$ kg
- bez elektrického náboje
- značí se ${}^1_0\text{n}$ nebo n^0

Elektron - klidová hmotnost $9,109 \cdot 10^{-31}$ kg
- záporný náboj $- 1,602 \cdot 10^{-19}$ C
- značí se e^-

Obrázek 2: Srovnání hmotnosti protonu a elektronu



Elementární náboj = $1,602 \cdot 10^{-19}$ C

- náboj elektronu a náboj protonu jsou velikostně stejné, liší se pouze znaménkem
- každý větší náboj je celistvým násobkem elementárního náboje

1.1.2. Atomové jádro

- kladně nabitě
- tvořeno **protony** a **neutrony**
- protony a neutrony se souhrnně nazývají nukleony
- prostorově zabírá velice malou část atomu
 - průměr 100 000 krát menší než průměr atomu
- soustřeďuje téměř veškerou hmotnost atomu = obrovská hustota
- protony a neutrony poutány silnými jadernými silami
- druh atomu je určen **počtem protonů** v jádře
 - protonové (atomové) číslo
 - určuje pořadí prvku v periodické tabulce

Obrázek 3: Porovnání velikosti atomu (Koloseum) a jeho jádra (hořčičné semínko)

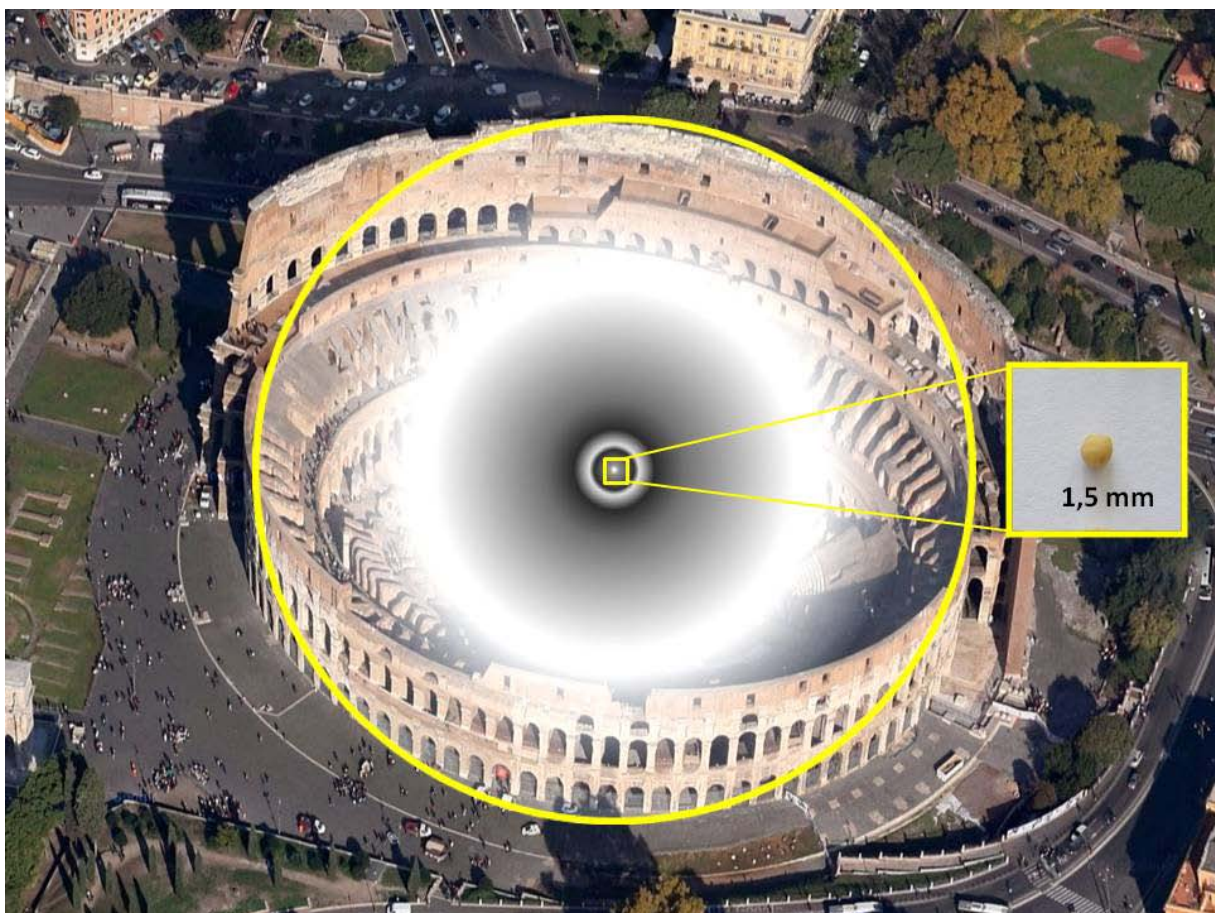
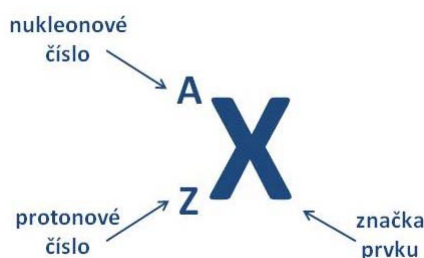


foto: Google maps

1.1.3. Obal atomu

- záporně nabitý
- tvořen **elektrony**
- zabírá takřka celý prostor atomu
- hmotnost obalu je ve srovnání s hmotností jádra zanedbatelná
- v základním stavu atomu je záporný náboj obalu velikostně stejný jako kladný náboj jádra = stejný počet elektronů a protonů
- nejvyšší vrstva (nejdále od jádra) obsahuje elektrony podílející se na vzniku chemické vazby = **valenční elektrony**
- struktura valenční vrstvy určuje chemické vlastnosti prvku

1.2. Prvek



- látka skládající se z atomů se stejným počtem protonů v jádře
- každý prvek má český a latinský název
- pro zkrácený zápis se používá značka prvku

Protonové (atomové) číslo „ Z „

- počet protonů v jádře atomu
- počet elektronů v obalu vzhledem k celkové elektroneutralitě atomu
- totožné s pořadovým číslem prvku v periodické soustavě

Neutronové číslo „ N „

- počet neutronů v jádře

Nukleonové číslo „ A „

- součet počtu neutronů a protonů v jádře $A = N + Z$

2. Periodická soustava prvků

Periodický zákon:

Definice: Vlastnosti prvků a jejich sloučenin jsou periodickou funkcí jejich atomových hmotností. (D. I. Mendělejev; 1869)

- nyní se prvky řadí do tabulky podle narůstajícího atomového čísla
- periodicitu ve výstavbě valenčních elektronových vrstev

Obrázek 4: Dlouhá Periodická tabulka prvků

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18														
I.A	II.A	III.B	IV.B	V.B	VI.B	VII.B	VIII.B			I.B	II.B	III.A	IV.A	V.A	VI.A	VII.A	VIII.A														
₁ H																	₂ He														
₃ Li	₄ Be											₅ B	₆ C	₇ N	₈ O	₉ F	₁₀ Ne														
₁₁ Na	₁₂ Mg											₁₃ Al	₁₄ Si	₁₅ P	₁₆ S	₁₇ Cl	₁₈ Ar														
₁₉ K	₂₀ Ca	₂₁ Sc								₂₂ Ti	₂₃ V	₂₄ Cr	₂₅ Mn	₂₆ Fe	₂₇ Co	₂₈ Ni	₂₉ Cu	₃₀ Zn	₃₁ Ga	₃₂ Ge	₃₃ As	₃₄ Se	₃₅ Br	₃₆ Kr							
₃₇ Rb	₃₈ Sr	₃₉ Y								₄₀ Zr	₄₁ Nb	₄₂ Mo	₄₃ Tc	₄₄ Ru	₄₅ Rh	₄₆ Pd	₄₇ Ag	₄₈ Cd	₄₉ In	₅₀ Sn	₅₁ Sb	₅₂ Te	₅₃ I	₅₄ Xe							
₅₅ Cs	₅₆ Ba	₅₇ La	₅₈ Ce	₅₉ Pr	₆₀ Nd	₆₁ Pm	₆₂ Sm	₆₃ Eu	₆₄ Gd	₆₅ Tb	₆₆ Dy	₆₇ Ho	₆₈ Er	₆₉ Tm	₇₀ Yb	₇₁ Lu	₇₂ Hf	₇₃ Ta	₇₄ W	₇₅ Re	₇₆ Os	₇₇ Ir	₇₈ Pt	₇₉ Au	₈₀ Hg	₈₁ Tl	₈₂ Pb	₈₃ Bi	₈₄ Po	₈₅ At	₈₆ Rn
₈₇ Fr	₈₈ Ra	₈₉ Ac	₉₀ Th	₉₁ Pa	₉₂ U	₉₃ Np	₉₄ Pu	₉₅ Am	₉₆ Cm	₉₇ Bk	₉₈ Cf	₉₉ Es	₁₀₀ Fm	₁₀₁ Md	₁₀₂ No	₁₀₃ Lr	₁₀₄ Rf	₁₀₅ Db	₁₀₆ Sg	₁₀₇ Bh	₁₀₈ Hs	₁₀₉ Mt	₁₁₀ Ds	₁₁₁ Rg	₁₁₂ Cn						

- svislé řady se nazývají **skupiny**
- ve skupině zákonitě změny vlastností, ne jen jejich prosté opakování = možnost předpovědi vlastností zatím neznámých prvků
- vodorovné řady jsou **periody**
- nejčastěji se z praktických důvodů používá zkrácená tabulka, kdy jsou řady f prvků vyjmuty pod tabulku

Obrázek 5: Krátká Periodická tabulka prvků

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18														
I.A	II.A	III.B	IV.B	V.B	VI.B	VII.B	VIII.B			I.B	II.B	III.A	IV.A	V.A	VI.A	VII.A	VIII.A														
₁ H																	₂ He														
₃ Li	₄ Be											₅ B	₆ C	₇ N	₈ O	₉ F	₁₀ Ne														
₁₁ Na	₁₂ Mg											₁₃ Al	₁₄ Si	₁₅ P	₁₆ S	₁₇ Cl	₁₈ Ar														
₁₉ K	₂₀ Ca	₂₁ Sc								₂₂ Ti	₂₃ V	₂₄ Cr	₂₅ Mn	₂₆ Fe	₂₇ Co	₂₈ Ni	₂₉ Cu	₃₀ Zn	₃₁ Ga	₃₂ Ge	₃₃ As	₃₄ Se	₃₅ Br	₃₆ Kr							
₃₇ Rb	₃₈ Sr	₃₉ Y								₄₀ Zr	₄₁ Nb	₄₂ Mo	₄₃ Tc	₄₄ Ru	₄₅ Rh	₄₆ Pd	₄₇ Ag	₄₈ Cd	₄₉ In	₅₀ Sn	₅₁ Sb	₅₂ Te	₅₃ I	₅₄ Xe							
₅₅ Cs	₅₆ Ba	₅₇ La	₅₈ Ce	₅₉ Pr	₆₀ Nd	₆₁ Pm	₆₂ Sm	₆₃ Eu	₆₄ Gd	₆₅ Tb	₆₆ Dy	₆₇ Ho	₆₈ Er	₆₉ Tm	₇₀ Yb	₇₁ Lu	₇₂ Hf	₇₃ Ta	₇₄ W	₇₅ Re	₇₆ Os	₇₇ Ir	₇₈ Pt	₇₉ Au	₈₀ Hg	₈₁ Tl	₈₂ Pb	₈₃ Bi	₈₄ Po	₈₅ At	₈₆ Rn
₈₇ Fr	₈₈ Ra	₈₉ Ac	₉₀ Th	₉₁ Pa	₉₂ U	₉₃ Np	₉₄ Pu	₉₅ Am	₉₆ Cm	₉₇ Bk	₉₈ Cf	₉₉ Es	₁₀₀ Fm	₁₀₁ Md	₁₀₂ No	₁₀₃ Lr	₁₀₄ Rf	₁₀₅ Db	₁₀₆ Sg	₁₀₇ Bh	₁₀₈ Hs	₁₀₉ Mt	₁₁₀ Ds	₁₁₁ Rg	₁₁₂ Cn						

3. Názvosloví

- v českém názvosloví chemických sloučenin se využívá tvorby názvů sloučenin pomocí předpon a koncovek
- základním parametrem, na kterém je založeno anorganické názvosloví, je oxidační číslo

3.1. Oxidační číslo

- = elektrický náboj, který by byl na atomu prvku přítomen, kdyby elektrony každé vazby z prvku vycházející, byly přiděleny elektronegativnějšímu z obou vazebných partnerů
- jde o formální pojem, oxidační číslo nemusí odpovídat skutečnému uspořádání elektronů v molekule
- oxidační čísla se zapisují římskými číslicemi vpravo nahoře u značky prvku
- kladná oxidační čísla nabývají hodnot I až VIII, pro jednotlivé prvky je jeho maximální hodnota shodná s číslem skupiny (IUPAC 1970) ve které se nacházejí
- při označení skupin 1 -18, je ve skupinách 8,9,10 maximální oxidační číslo VIII, u skupin 11 až 18 se pro zjištění maximálního oxidačního čísla musí od čísla skupiny odečíst 10
- vodík má ve většině sloučenin oxidační číslo I
- kyslík je nejčastěji ve sloučeninách s oxidačním číslem -II
- záporné oxidační číslo se pohybuje v rozmezí od -I do -IV
- atomy, atomy v molekulách prvků mají oxidační číslo 0
- součet všech oxidačních čísel všech atomů v elektroneutralní molekule je roven nule, u iontu odpovídá jeho náboji
- kladným oxidačním číslům je v anorganickém názvosloví přiřazena koncovka

3.2. Název sloučeniny

- název sloučeniny se skládá z podstatného a přídavného jména
- podstatné jméno se týká elektronegativnější části molekuly a udává druh sloučeniny (oxid, uhličitán)
- přídavné jméno popisuje elektropozitivní část molekuly, obsahuje název prvku od kterého je sloučenina odvozena

Tabulka 1: Oxidační čísla a jejich koncovky

oxidační číslo	koncevka		
	kationtu	kyselin	aniontů
I	-ný	-ná	-nan
II	-natý	-natá	-natan
III	-itý	-itá	-itan
IV	-ičitý	-ičitá	-ičitan
V	-ečný, -ičný	-ečná, -ičná	-ečnan, -ičnan
VI	-ový	-ová	-an
VII	-istý	-istá	-istan
VIII	-ičelý	-ičelá	-ičelan

3.3. Vzorec sloučeniny

- jednoduše a názorně charakterizuje sloučeninu
- využitím značek prvků je uveden počet a druh atomů tvořících molekulu látky
- vzorce se využívají hlavně v zápisu chemických dějů pomocí rovnic
- jako první se do vzorce zapisuje elektropozitivní část, pak část elektronegativní

3.4. Tvorba vzorců a názvů sloučenin

3.4.1. Sloučeniny teoreticky odvozené od sloučenin vodíku a nekovu

- voda H_2O
- sulfan (sirovodík) H_2S
- halogenovodíky HF, HCl, HBr, HI

- koncevka **-id**
- oxidační číslo nekovu ve sloučeninách je záporné = snaha o dosažení ideální elektronové konfigurace v periodické tabulce nejbližšího vzácného plynu

Oxidy

- oxidační číslo kyslíku v oxidech má hodnotu **-II**
- sloučeniny teoreticky odvozené od vody náhradou vodíků jiným prvkem

Obrázek 6: Oxidační číslo oxidů

O^{-II}

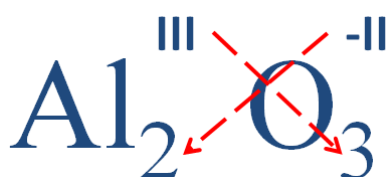
1H																	2He																												
3Li	4Be											5B	6C	7N	8O	9F	10Ne																												
11Na	12Mg											13Al	14Si	15P	16S	17Cl	18Ar																												
19K	20Ca	21Sc	22Ti	23V	24Cr	25Mn	26Fe	27Co	28Ni	29Cu	30Zn	31Ga	32Ge	33As	34Se	35Br	36Kr																												
37Rb	38Sr	39Y	40Zr	41Nb	42Mo	43Tc	44Ru	45Rh	46Pd	47Ag	48Cd	49In	50Sn	51Sb	52Te	53I	54Xe																												
55Cs	56Ba	57La	72Hf	73Ta	74W	75Re	76Os	77Ir	78Pt	79Au	80Hg	81Tl	82Pb	83Bi	84Po	85At	86Rn																												
87Fr	88Ra	89Ac	104Rf	105Db	106Sg	107Bh	108Hs	109Mt	110Ds	111Rg	112Cn																																		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>58Ce</td><td>59Pr</td><td>60Nd</td><td>61Pm</td><td>62Sm</td><td>63Eu</td><td>64Gd</td><td>65Tb</td><td>66Dy</td><td>67Ho</td><td>68Er</td><td>69Tm</td><td>70Yb</td><td>71Lu</td> </tr> <tr> <td>90Th</td><td>91Pa</td><td>92U</td><td>93Np</td><td>94Pu</td><td>95Am</td><td>96Cm</td><td>97Bk</td><td>98Cf</td><td>99Es</td><td>100Fm</td><td>101Md</td><td>102No</td><td>103Lr</td> </tr> </table>																		58Ce	59Pr	60Nd	61Pm	62Sm	63Eu	64Gd	65Tb	66Dy	67Ho	68Er	69Tm	70Yb	71Lu	90Th	91Pa	92U	93Np	94Pu	95Am	96Cm	97Bk	98Cf	99Es	100Fm	101Md	102No	103Lr
58Ce	59Pr	60Nd	61Pm	62Sm	63Eu	64Gd	65Tb	66Dy	67Ho	68Er	69Tm	70Yb	71Lu																																
90Th	91Pa	92U	93Np	94Pu	95Am	96Cm	97Bk	98Cf	99Es	100Fm	101Md	102No	103Lr																																

- název se skládá z podstatného jména oxid a přídavného jména, vytvořeného z názvu prvku s kyslíkem sloučeného a koncovky pro dané oxidační číslo

Tvorba vzorce z názvu:

Př 1. oxid hlinitý

- zapíšeme značky sloučených prvků v opačném pořadí než v názvu, první kationt Al O
- doplníme oxidační čísla $\text{Al}^{\text{III}} \text{O}^{\text{-II}}$
- pro splnění nulového celkového součtu oxidačních čísel, musí být sloučeny dva atomy hliníku s třemi atomy kyslíku $2 \cdot \text{III} + 3 \cdot (-\text{II}) = 0$
- doplníme počty atomů do vzorce Al_2O_3
- lze použít i **křížového pravidla**



Př 2. oxid sodný

- zapíšeme značky sloučených prvků Na O
- doplníme oxidační čísla $\text{Na}^{\text{I}} \text{O}^{-\text{II}}$
- pro splnění nulového celkového součtu oxidačních čísel, musí být sloučeny dva atomy sodíku s jedním atomem kyslíku
 $2 \cdot \text{I} + 1 \cdot (-\text{II}) = 0$
- jedničku do vzorce nepíšeme
- doplníme počty atomů do vzorce Na_2O

Př 3. oxid siřičitý

- zapíšeme značky sloučených prvků S O
- doplníme oxidační čísla $\text{S}^{\text{IV}} \text{O}^{-\text{II}}$
- pro splnění nulového celkového součtu oxidačních čísel, musí být sloučen jeden atom síry s dvěma atomy kyslíku
 $1 \cdot \text{IV} + 2 \cdot (-\text{II}) = 0$
- jedničku do vzorce nepíšeme
- doplníme počty atomů do vzorce SO_2

Tvorba názvu ze vzorce:

- Př 1. P_2O_5 $\text{P}_2^{\text{Z}} \text{O}_5^{-\text{II}}$
- za pomoci pravidla nulového součtu oxidačních čísel určíme oxidační číslo elektropozitivního prvku
 $2 \cdot \text{Z} + 5 \cdot (-\text{II}) = 0$
 $\text{Z} = \text{V}$
 - přiřadíme koncovku oxidačního čísla k názvu prvku
oxid fosforečný

- Př 2. CaO $\text{Ca}^{\text{Z}} \text{O}^{-\text{II}}$
- za pomoci pravidla nulového součtu oxidačních čísel určíme oxidační číslo elektropozitivního prvku
 $1 \cdot \text{Z} + 1 \cdot (-\text{II}) = 0$
 $\text{Z} = \text{II}$
 - přiřadíme koncovku oxidačního čísla k názvu prvku
oxid vápenatý

Hydroxidy

- obsahují skupinu OH^{-1}
- sloučeniny teoreticky odvozené od vody, náhradou jednoho vodíku jiným atomem
- OH skupinu bereme při vyčíslování jako celek s oxidačním číslem -1 , nemůžeme měnit počet kyslíků nebo vodíků samostatně
- název se skládá z podstatného jména hydroxid a přídavného jména, vytvořeného z názvu prvku s OH skupinou sloučeného a koncovky pro dané oxidační číslo

Tvorba vzorce z názvu:

Př 1. hydroxid vápenatý

- zapíšeme značky sloučených prvků Ca OH
- doplníme oxidační čísla $\text{Ca}^{II} \text{OH}^{-1}$
- pro splnění nulového celkového součtu oxidačních čísel, musí být sloučen jeden atom vápníku se dvěma OH skupinami
 $1 \cdot II + 2 \cdot (-I) = 0$
- jedničku do vzorce nepíšeme
- pokud je v molekule více OH skupin, ve vzorci se tato skupina napíše do závorky
- doplníme počty atomů do vzorce Ca(OH)_2

Př 2. hydroxid draselný

- zapíšeme značky sloučených prvků K OH
- doplníme oxidační čísla $\text{K}^I \text{OH}^{-1}$
- pro splnění nulového celkového součtu oxidačních čísel, musí být sloučen jeden atom draslíku s jednou OH skupinou
 $1 \cdot I + 1 \cdot (-I) = 0$
- jedničku do vzorce nepíšeme
- doplníme počty atomů do vzorce KOH

Tvorba názvu ze vzorce:

Př 1. Al(OH)_3

- za pomoci pravidla nulového součtu oxidačních čísel určíme oxidační číslo elektropozitivního prvku $\text{Al}^Z (\text{OH})_3^{-1}$
 $1 \cdot Z + 3 \cdot (-I) = 0$
 $Z = III$
- přiřadíme koncovku oxidačního čísla k názvu prvku
hydroxid hlinitý

Př 2. $\text{Ba}(\text{OH})_2$



- za pomoci pravidla nulového součtu oxidačních čísel určíme oxidační číslo elektropozitivního prvku

$$1 \cdot Z + 2 \cdot (-1) = 0$$

$$Z = \text{II}$$

- přiřadíme koncovku oxidačního čísla k názvu prvku

hydroxid barnatý

Sulfidy

- oxidační číslo síry v sulfidech má hodnotu **-II**

- sloučeniny teoreticky odvozené od sulfanu (sirovodíku) náhradou vodíků jiným prvkem

Obrázek 7: Oxidační číslo sulfidů

The image shows a periodic table with the element Sulfur (S) highlighted in red. Above the noble gases (He, Ne, Ar, Kr, Xe, Rn) is a bracket labeled -II, indicating their oxidation state. The periodic table includes elements from Hydrogen (H) to Oganesson (Og).

- název se skládá z podstatného jména sulfid a přídavného jména, vytvořeného z názvu prvku se sírou sloučeného a koncovky pro dané oxidační číslo

- tvorba vzorců a názvů je analogická s tvorbou názvů a vzorců oxidů, ve vzorcích je místo značky kyslíku značka síry, v názvech je pojem oxid nahrazen pojmem sulfid

Hydrogensulfidy

- obsahují skupinu HS^{-1}

- sloučeniny teoreticky odvozené od sulfanu náhradou jednoho vodíku jiným atomem

- HS skupinu bereme při vyčíslování jako celek s oxidačním číslem **-I**, nemůžeme měnit počet atomů síry nebo vodíku samostatně

- název se skládá z podstatného jména hydrosulfid a přídatného jména, vytvořeného z názvu prvku s SH skupinou sloučeného a koncovky pro dané oxidační číslo
- tvorba vzorců a názvů je analogická s tvorbou názvů a vzorců hydroxidů, ve vzorcích je místo značky kyslíku značka síry, v názvech je pojem hydroxid nahrazen pojmem hydrosulfid

Halogenidy

- oxidační číslo halogenů v halogenidech má hodnotu -1
- sloučeniny teoreticky odvozené od jednotlivých halogenovodíků, náhradou vodíků jiným prvkem nebo skupinou

Obrázek 8: Oxidační číslo halogenidů

1H																	2He																												
3Li	4Be											5B	6C	7N	8O	9F	10Ne																												
11Na	12Mg											13Al	14Si	15P	16S	17Cl	18Ar																												
19K	20Ca	21Sc	22Ti	23V	24Cr	25Mn	26Fe	27Co	28Ni	29Cu	30Zn	31Ga	32Ge	33As	34Se	35Br	36Kr																												
37Rb	38Sr	39Y	40Zr	41Nb	42Mo	43Tc	44Ru	45Rh	46Pd	47Ag	48Cd	49In	50Sn	51Sb	52Te	53I	54Xe																												
55Cs	56Ba	57La	72Hf	73Ta	74W	75Re	76Os	77Ir	78Pt	79Au	80Hg	81Tl	82Pb	83Bi	84Po	85At	86Rn																												
87Fr	88Ra	89Ac	104Rf	105Db	106Sg	107Bh	108Hs	109Mt	110Ds	111Rg	112Cn																																		
<table border="1"> <tr> <td>58Ce</td><td>59Pr</td><td>60Nd</td><td>61Pm</td><td>62Sm</td><td>63Eu</td><td>64Gd</td><td>65Tb</td><td>66Dy</td><td>67Ho</td><td>68Er</td><td>69Tm</td><td>70Yb</td><td>71Lu</td> </tr> <tr> <td>90Th</td><td>91Pa</td><td>92U</td><td>93Np</td><td>94Pu</td><td>95Am</td><td>96Cm</td><td>97Bk</td><td>98Cf</td><td>99Es</td><td>100Fm</td><td>101Md</td><td>102No</td><td>103Lr</td> </tr> </table>																		58Ce	59Pr	60Nd	61Pm	62Sm	63Eu	64Gd	65Tb	66Dy	67Ho	68Er	69Tm	70Yb	71Lu	90Th	91Pa	92U	93Np	94Pu	95Am	96Cm	97Bk	98Cf	99Es	100Fm	101Md	102No	103Lr
58Ce	59Pr	60Nd	61Pm	62Sm	63Eu	64Gd	65Tb	66Dy	67Ho	68Er	69Tm	70Yb	71Lu																																
90Th	91Pa	92U	93Np	94Pu	95Am	96Cm	97Bk	98Cf	99Es	100Fm	101Md	102No	103Lr																																

- název se skládá z podstatného jména fluorid, chlorid, bromid nebo jodid a přídatného jména, vytvořeného z názvu kovu s daným halogenidem sloučeného a koncovky pro dané oxidační číslo

Tvorba vzorce z názvu:

Př 1. chlorid železitý

- zapíšeme značky sloučených prvků Fe Cl
- doplníme oxidační čísla $\text{Fe}^{\text{III}} \text{Cl}^{-1}$
- pro splnění nulového celkového součtu oxidačních čísel, musí být sloučen jeden atom železa s třemi atomy chloru

$$1 \cdot \text{III} + 3 \cdot (-1) = 0$$

- doplníme počty atomů do vzorce FeCl_3

Př 2. bromid lithný

- zapíšeme značky sloučených prvků Li Br
- doplníme oxidační čísla $\text{Li}^{\text{I}} \text{Br}^{-\text{I}}$
- pro splnění nulového celkového součtu oxidačních čísel, musí být sloučen jeden atom lithia s jedním atomem kyslíku
 $1 \cdot \text{I} + 1 \cdot (-\text{I}) = 0$
- jedničku do vzorce nepíšeme
- doplníme počty atomů do vzorce LiBr

Tvorba názvu ze vzorce:

- Př 1. ZnI_2 $\text{Zn}^{\text{Z}} \text{I}_2^{-\text{I}}$
- za pomoci pravidla nulového součtu oxidačních čísel, určíme oxidační číslo elektropozitivního prvku
 $1 \cdot \text{Z} + 2 \cdot (-\text{I}) = 0$
 $\text{Z} = \text{II}$
 - přiřadíme koncovku oxidačního čísla k názvu prvku
jodid zinečnatý

Kyseliny

- obsahují vždy vodík s oxidačním číslem I
- počet odštěpitelných vodíků určuje sytnost kyseliny
- kyseliny dělíme na dvě skupiny
 - bezkyslíkaté
 - kyslíkaté

Bezkyslíkaté kyseliny

- binární sloučeniny složené z vodíku a nekovového prvku
- název tvoří podstatné jméno kyselina a přídavné jméno, složené z názvu rozpuštěného plynu a koncovky **-ová**
 - HF kyselina fluorovodíková
 - HCl kyselina chlorovodíková
 - HBr kyselina bromovodíková
 - HI kyselina jodovodíková
 - H_2S kyselina sulfanová (sirovodíková)

Kyslíkaté kyseliny (oxokyseliny)

- mimo vodíku s oxidačním číslem I, obsahuje molekula kyslík s oxidačním číslem **-II** a centrální atom s různým oxidačním číslem
- teoreticky vznikají reakcí oxidu centrálního atomu s vodou
- vodík je na centrální atom připojen vazbou přes kyslík

- název tvoří podstatné jméno kyselina a přídavné jméno, charakterizující centrální atom a jeho oxidační číslo
- pro jednoznačné definování kyseliny je někdy nutné použít předponu určující počet vodíků v molekule a předponu **hydrogen-**
- předpona mono se v názvu většinou neuvádí

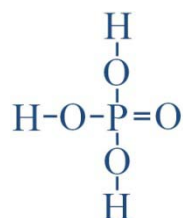
Tabulka 2: Předpony násobků

počet	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
předpona	mono	di	tri	tetra	penta	hexa	hepta	okta	nona	deka

- sumární vzorec kyslíkaté kyseliny tvoří značky prvků v pořadí vodík, centrální atom a kyslík

Př . - název: kyselina trihydrogenfosforečná
 - sumární vzorec: H_3PO_4

- strukturní vzorec:



Tvorba vzorce z názvu:

Př 1. **kyselina chloristá**

- zapíšeme značky sloučených prvků $H\ Cl\ O$
- doplníme oxidační čísla $H^I\ Cl^{VII}\ O_x^{-II}$
- v molekulách oxokyselin kladné oxidační číslo vodíku a centrálního atomu vyvažuje kyslík s oxidačním číslem -II, součet kladných oxidačních čísel musí být proto sudé číslo
- tato podmínka je splněna $I + VII = VIII$
- počet kyslíkových atomů v molekule určíme za pomoci pravidla nulového součtu oxidačních čísel
- doplníme počty atomů do vzorce $I + VII + X \cdot (-II) = 0$
 $HClO_4$

Př 2. **kyselina uhličitá**

- zapíšeme značky sloučených prvků $H\ C\ O$
- doplníme oxidační čísla $H^I\ C^{IV}\ O_x^{-II}$
- podmínka sudého součtu kladných oxidačních čísel není splněna
- v tomto případě přidáme do vzorce kyseliny jeden vodík $H_2^I\ C^{IV}\ O_x^{-II}$

- součet kladných oxidačních čísel je nyní sudý

$$(2 \cdot I) + IV = VI$$

- počet kyslíkových atomů v molekule určíme za pomoci pravidla nulového součtu oxidačních čísel

$$2 \cdot I + IV + X \cdot (-II) = 0$$

- doplníme počty atomů do vzorce H_2CO_3

Př 3. kyselina trihydrogenboritá

- zapíšeme značky sloučených prvků



- doplníme oxidační čísla



- předpona udává počet vodíků v molekule



- součet kladných oxidačních čísel je sudý

$$(3 \cdot I) + III = VI$$

- počet kyslíkových atomů v molekule určíme za pomoci pravidla nulového součtu oxidačních čísel

$$3 \cdot I + VII + X \cdot (-II) = 0$$

- doplníme počty atomů do vzorce H_3BO_3

Tvorba názvu ze vzorce:

Př 1. H_2SO_4



- za pomoci pravidla nulového součtu oxidačních čísel určíme oxidační číslo elektropozitivního prvku

$$2 \cdot I + Z + 4 \cdot (-II) = 0$$

$$Z = VI$$

- přiřadíme koncovku oxidačního čísla k názvu centrálního prvku

kyselina sírová

Př 2. HNO_2



- za pomoci pravidla nulového součtu oxidačních čísel určíme oxidační číslo elektropozitivního prvku

$$1 \cdot I + Z + 2 \cdot (-II) = 0$$

$$Z = III$$

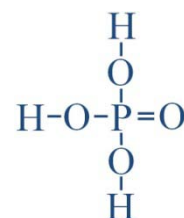
- přiřadíme koncovku oxidačního čísla k názvu centrálního prvku

kyselina dusitá

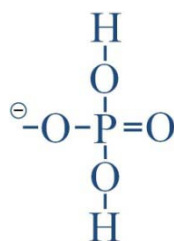
Soli oxokyselin

- vznikají odštěpením jednoho nebo více vodíkových kationtů od molekuly kyseliny a jeho (jejich) náhradou kationtem kovu, nebo amonným kationtem
- název tvoří podstatné jméno odvozené z názvu kyseliny, ze které sůl vznikla a koncovky oxidačního čísla jejího centrálního atomu a přídatné jméno, charakterizující kationt a jeho oxidační číslo
- v případě že, se neodštěpily všechny vodíky, obsahuje název aniontu předponu určující počet neodštěpených vodíků a předponu **hydrogen-**
- skupinu aniontu bereme jako celek s oxidačním číslem, které je shodné s počtem odtržených vodíků, při vyčíslování nemůžeme měnit počet kteréhokoliv z prvků

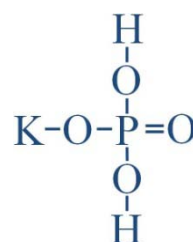
Př. - sůl kyseliny trihydrogenfosforečné



- odštěpení vodíkového kationtu



- nahrazení vodíku atomem draslíku s oxidačním číslem I = draselný



- jeden vodík byl nahrazen, dva zůstávají v molekule = předpona **dihydrogen-**
- sůl kyseliny fosforečné = fosforečnan

dihydrogenfosforečnan draselný

Tvorba vzorce z názvu:

Př 1. siřičitan sodný

- jedná se o sůl **kyseliny siřičité**
- podle postupu v předcházející kapitole odvodíme vzorec kyseliny



- název aniontu siřičitan neobsahuje předponu hydrogen-, to znamená že byly odštěpeny oba vodíky = aniont má oxidační číslo -II



- vodík byl nahrazen sodíkem s oxidačním číslem I



- pro splnění nulového celkového součtu oxidačních čísel, musí být sloučeny dva atomy sodíku s jedním siřičitanovým aniontem

$$2 \cdot \text{I} + 1 \cdot (-\text{II}) = 0$$

- jedničku do vzorce nepíšeme
- doplníme počty do vzorce



Př 2. dusičnan měďnatý

- jedná se o sůl **kyseliny dusičné**
- podle postupu v předcházející kapitole odvodíme vzorec kyseliny



- název aniontu dusičnan neobsahuje předponu hydrogen-, to znamená byly odštěpeny všechny vodíky = aniont má oxidační číslo -I



- vodík byl nahrazen mědí s oxidačním číslem II



- pro splnění nulového celkového součtu oxidačních čísel, musí být sloučen jeden atom mědi s dvěma dusičnanovými anionty

$$1 \cdot \text{II} + 2 \cdot (-\text{I}) = 0$$

- jedničku do vzorce nepíšeme
- skupina aniontu se napíše do závorky
- doplníme počty do vzorce



Př 3. hydrogenfosforečnan železitý

- jedná se o sůl **kyseliny trihydrogenfosforečné**
- podle postupu v předcházející kapitole odvodíme vzorec kyseliny



- název aniontu obsahuje předponu hydrogen-, to znamená byly odštěpeny dva ze tří vodíků = aniont má oxidační číslo -II



- vodíky byly nahrazeny železem s oxidačním číslem III



- pro splnění nulového celkového součtu oxidačních čísel, musí být sloučeny dva atomy železa s třemi hydrogenfosforečnanovými anionty

$$2 \cdot \text{III} + 3 \cdot (-\text{II}) = 0$$

- skupina aniontu se napíše do závorky
- doplníme počty do vzorce



Tvorba názvu ze vzorce:

Př 1. K_2CO_3



- jedná se o sůl kyseliny uhličitě H_2CO_3 = uhličitan
- byly odtrženy dva vodíky, oxidační číslo skupiny je -II
- za pomoci pravidla nulového součtu oxidačních čísel určíme oxidační

číslo elektropozitivního prvku $2 \cdot \text{Z} + 1 \cdot (-\text{II}) = 0$

$$\text{Z} = \text{I}$$

- přiřadíme koncovku oxidačního čísla k názvu centrálního prvku
uhličitan draselný

4. Veličiny a jednotky SI, násobky jednotek

Tabulka 3: Základní veličiny a jednotky SI

veličina		jednotka	
název	značka	název	značka
délka	ℓ	metr	m
hmotnost	m	kilogram	kg
čas	t	sekunda	s
elektrický proud	I	ampér	A
teplota	T	kelvin	K
svítivost	I	kandela	cd
látkové množství	n	mol	mol

Tabulka 4: Násobky jednotek

předpona	značka	násobek
exa	E	10^{18}
peta	P	10^{15}
tera	T	10^{12}
giga	G	10^9
mega	M	10^6
kilo	k	10^3
hekto	h	10^2
deka	da	10^1
deci	d	10^{-1}
centi	c	10^{-2}
mili	m	10^{-3}
mikro	μ	10^{-6}
nano	n	10^{-9}
piko	p	10^{-12}
femto	f	10^{-15}
atto	a	10^{-18}

Objem

- v chemii často používanou veličinou, značka **V**
- patří mezi odvozené veličiny SI
- hlavní jednotka je m^3 , ta je ale pro použití v chemii příliš velká
- používá se nejčastěji litr (ℓ) nebo mililitr (ml)
- $1 \ell = 1 \text{ dm}^3$; $1 \text{ ml} = 1 \text{ cm}^3$ $1 \ell = 1000 \text{ ml}$

5. Látkové množství, molární hmotnost

Látkové množství

- základní veličina soustavy SI
- značíme „ n „
- jednotka je mol

Definice : Mol je takové látkové množství, které obsahuje tolik základních částic, kolik atomů obsahuje 12 g uhlíku ^{12}C .

- počet atomů ve 12 g uhlíku ^{12}C vyjadřuje Avogadrova konstanta

$$N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

- odpočítáme - li tento počet atomů nebo molekul, máme daného prvku nebo látky právě jeden **mol**
- pokud bychom toto množství atomů nebo molekul zvážili, získali bychom **atomovou** nebo **molekulovou molární hmotnost**.
- molární hmotnost molekuly, získáme jako součet atomových hmotností atomů tvořících molekulu
- jednotkou molární hmotnosti je $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$

$$M(\text{B}) = m_B / n(\text{B}) \quad [\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}]$$

6. Rovnice, vyrovnání rovnic

- stručná, jasná charakteristika chemické reakce pomocí chemických vzorců látek a stechiometrických koeficientů
- popis chemické reakce kvantitativní i kvalitativní
- na levou stranu se zapisují výchozí látky reakce (reaktanty), na pravou produkty
- obě strany rovnice se spojují šipkou ve směru od výchozích látek k produktům
- rovnovážná reakce je spojena dvěma šipkami opačného směru nad sebou
- zákon zachování hmotnosti se v rovnici projeví stejným počtem atomů jednoho druhu na obou stranách rovnice
- u redoxních rovnic musí souhlasit i počet vyměňovaných elektronů na obou stranách rovnice
- v rovnicích iontových je součet náboje na levé a pravé straně stejný
- rovnosti počtu atomů, vyměňovaných elektronů a sumy náboje na obou stranách rovnice dosáhneme přidělením správných stechiometrických koeficientů k jednotlivým vzorcům reagujících látek = **vyrovnání rovnic**
- **nikdy** neupravujeme počty atomů v jednotlivých vzorcích reagujících látek
- poměr stechiometrických koeficientů vyjadřuje poměr látkových množství, v jakém dané látky vzájemně reagují
- stechiometrický koeficient 1 se do rovnice nezapisuje
- vyrovnávání začínáme některým z kationtů, nebo centrálním atomem složitějšího iontu, atomy kyslíku a vodíku dopočítáváme jako poslední

Jednoduché reakce, při kterých dochází k výměně kationtů, nebo vytěsnění kationtu prvkem (snadné určení produktů)

Př. 1 reakce chloridu vápenatého s dusičnanem stříbrným

- reakcí si látky vymění své kationty, produkty reakce budou dusičnan vápenatý a chlorid stříbrný
 - do rovnice zapíšeme vzorce reaktantů a produktů
- $$\text{CaCl}_2 + \text{AgNO}_3 \rightarrow \text{Ca(NO}_3)_2 + \text{AgCl}$$
- dusík je na pravé straně dvakrát, proto před vzorec AgNO_3 doplníme stechiometrický koeficient 2



- nyní nesouhlasí atomy stříbra, před AgCl doplníme stechiometrický koeficient 2
- $$\text{CaCl}_2 + 2 \text{AgNO}_3 \rightarrow \text{Ca}(\text{NO}_3)_2 + 2 \text{AgCl}$$
- porovnáme počet všech ostatních atomů (Ca - 1, Cl - 2 a O -6) na obou stranách rovnice
 - souhlasí, rovnice je vyrovnána

Př. 2 reakce kyseliny sírové s hydroxidem hlinitým

- reakcí si látky vymění své kationty, produkty reakce budou síran hlinitý a voda
 - do rovnice zapíšeme vzorce reaktantů a produktů
- $$\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Al}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{H}_2\text{O}$$
- síra je na pravé straně třikrát, proto před vzorec H_2SO_4 doplníme stechiometrický koeficient 3
- $$3 \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Al}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{H}_2\text{O}$$
- nesouhlasí také atomy hliníku, před $\text{Al}(\text{OH})_3$ doplníme stechiometrický koeficient 2
- $$3 \text{H}_2\text{SO}_4 + 2 \text{Al}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{H}_2\text{O}$$
- dále porovnáme počet vodíků, vlevo 12, vpravo 2, před H_2O napíšeme 6
- $$3 \text{H}_2\text{SO}_4 + 2 \text{Al}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 6 \text{H}_2\text{O}$$
- počet kyslíků je nyní na obou stranách 18
 - rovnice je vyrovnána

Př. 3 reakce kyseliny chlorovodíkové se zinkem

- reakcí je z kyseliny vytěsněn plynný vodík a vzniká chlorid zinečnatý
 - do rovnice zapíšeme vzorce reaktantů a produktů
- $$\text{HCl} + \text{Zn} \rightarrow \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2$$
- chlor je na pravé straně dvakrát, proto před vzorec HCl doplníme stechiometrický koeficient 2
- $$2 \text{HCl} + \text{Zn} \rightarrow \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2$$
- porovnáme počet vodíků, vlevo i vpravo 2
 - rovnice je vyrovnána

Složité reakce vyžadují větší zkušenosti k určení produktů reakce, proto se dále zaměříme jen na jejich vyrovnání

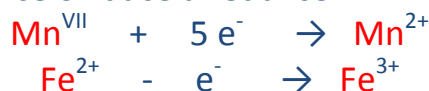
Př. 1 oxidačně redukční reakce manganistanu s železnatým kationtem v kyselém prostředí



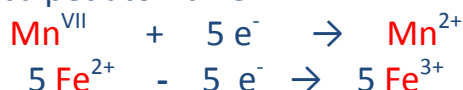
- mimo počtu atomů musíme u této rovnici sledovat počet vyměňovaných elektronů a náboj jednotlivých látek
- doplníme oxidační čísla všech prvků a zjistíme, u kterých došlo reakcí ke změně



- zapíšeme poloreakce oxidace a redukce



- počet vyměňovaných elektronů nesouhlasí, pro redukci jednoho atomu Mn je potřeba pět atomů Fe



- doplníme zjištěné stechiometrické koeficienty do rovnice



- kyslíky jsou na levé straně čtyři a vpravo jeden, proto před vzorec H_2O doplníme stechiometrický koeficient 4



- upravíme počet vodíků, doplněním stechiometrického koeficientu 8 k H^+



- provedeme kontrolu velikosti náboje, vlevo $(1-) + 5 \times (2+) + 8 \times (1+) = (17+)$ a vpravo $(2+) + 5 \times (3+) = (17+)$

- souhlasí, rovnice je vyrovnána