

1. Názvosloví anorganické chemie

1.1. Názvosloví prvků

Úkol 1

Zadání:

Vyberte správná tvrzení:

- a) České označení prvku se značkou Ga je galium.
 - b) Mezi vzácné plyny patří H, He, Ne, Ar, Kr, Xe a Rn.
 - c) Prvky 15. skupiny, tedy N, P, As, Sn a Bi, nazýváme pentely.
 - d) Značka rhenia je Rh.
 - e) Mezi kovy alkalických zemin patří prvky Be, Mg, Ca, Sr, Ba a Ra.
 - f) Prvky následující za uranem označujeme jako transurany.
 - g) Značka protaktinia je Pr.
 - h) České označení prvku se značkou Pm je plutonium.
 - i) Mezi triely řadíme např. B, Al a Ga.
 - j) Mezi alkalické kovy řadíme všechny prvky 1. skupiny.
-

Řešení: f) + i)

U každého nesprávného tvrzení je nejprve červeně označená **chyba**.

Pod tím následuje vysvětlení, či komentář.

A poté je uvedeno dané tvrzení **správně**.

- a) České označení prvku se značkou Ga je **galium**.
Gallium píšeme se **dvěma písmeny I**.
České označení prvku se značkou Ga je **gallium** (latinský název pro Francii).
- b) Mezi vzácné plyny patří **H**, He, Ne, Ar, Kr, Xe a Rn.
Vodík mezi vzácné plyny neřadíme.
Mezi vzácné plyny patří He, Ne, Ar, Kr, Xe a Rn
- c) Prvky 15. skupiny, tedy N, P, As, **Sn** a Bi, nazýváme pentely.
Mezi prvky 15. skupiny nepatří cín Sn, ale antimon Sb.
Prvky 15. skupiny, tedy N, P, As, **Sb** a Bi, nazýváme pentely.

d) Značka rhenia je **Rh**.

Rh je značkou pro rhodium.

Značka rhenia je **Re** (latinský název pro řeku Rýn).

e) Mezi kovy alkalických zemin patří prvky **Be, Mg, Ca, Sr, Ba** a Ra.

Ke kovům alkalických zemin **neřadíme Be a Mg**.

Mezi kovy alkalických zemin patří prvky Ca, Sr, Ba a Ra.

f) Prvky následující za uranem označujeme jako transurany. **Správně.**

g) Značka protaktinia je **Pr**.

Pr je značka praseodymu.

Značka protaktinia je **Pa**.

h) České označení prvku se značkou Pm je **plutonium**.

Značka plutonia je Pu.

České označení prvku se značkou Pm je **promethium**.

i) Mezi triely řadíme např. B, Al a Ga. **Správně.**

j) Mezi alkalické kovy řadíme **všechny** prvky 1. skupiny.

Vodík mezi alkalické kovy **nepatří**.

Mezi alkalické kovy řadíme prvky 1. skupiny **kromě vodíku**, tedy Li, Na, K, Rb, Cs a Fr.

České názvy prvků – za povšimnutí stojí:

Li - lithium, Re – rhenium, Ru – ruthenium, Rh – rhodium, La – lanthan,

Pm – promethium, Tm – thulium, Th – thorium

Sr – stroncium, Sc – skandium, As – arzen, Bi – bizmut, I – jod

Be – beryllium, Ga – gallium, Pd – palladium, Te – tellur, Tl – thallium

Hs – hassium, Y – yttrium, Yb – ytterbium

Skupinové názvy - přehled

skupinový název	prvky	skupinový název	prvky
alkalické kovy	Li, Na, K, Rb, Cs, Fr	pentely	N, P, As, Sb, Bi
kovy alkalických zemin	Ca, Sr, Ba, Ra	chalkogeny	O, S, Se, Te, Po
triely	B, Al, Ga, In, Tl	halogeny	F, Cl, Br, I, At
tetrely	C, Si, Ge, Sn, Pb	vzácné plyny	He, Ne, Ar, Kr, Xe, Rn

Připomeňme, že mezi alkalické kovy neřadíme vodík. A mezi kovy alkalických zemin nepatří beryllium a hořčík.

Značení skupin a period v periodické tabulce prvků

- skupiny značíme arabsky, čísla 1 – 18, periody rovněž arabsky, čísla 1 – 7

Úkol 2

Zadání:

Prvky s protonovým číslem 104 – 112 byly pojmenovány podle významných učenců a vědců nebo podle míst svého objevu, viz položky a) – i). Doplňte k nim správný český název prvku a značku.

- a) německá spolková země Hesensko
 - b) americký jaderný chemik Glen T. Seaborg
 - c) Mikuláš Koperník
 - d) fyzik Ernest Rutherford
 - e) rakouská jaderná fyzička Lise Meitnerová
 - f) německý fyzik Wilhelm Conrad Röntgen
 - g) ruské město Dubna, sídlo Spojených ústavů jaderného výzkumu
 - h) německé město Darmstadt, sídlo Centra pro výzkum těžkých iontů
 - i) dánský fyzik Niels Bohr
-

Řešení:

- a) německá spolková země Hesensko - **hassium** - **Hs**
- b) americký jaderný chemik Glen T. Seaborg - **seaborgium** - **Sg**
- c) Mikuláš Koperník - **kopernicium** - **Cn**
- d) fyzik Ernest Rutherford - **rutherfordium** - **Rf**
- e) rakouská jaderná fyzička Lise Meitnerová - **meitnerium** - **Mt**
- f) německý fyzik Wilhelm Conrad Rentgen - **roentgenium** - **Rg**
- g) ruské město Dubna - **dubnium** - **Db**
- h) německé město Darmstadt - **darmstadtium** - **Ds**
- i) dánský fyzik Niels Bohr - **bohrium** - **Bh**

1.2. Názvosloví kationtů

Úkol 3

Zadání:

Vyberte varianty, ve kterých je ke vzorci uveden správný název:

- a) Ti^{4+} - kation titaničitý
- b) NH_4^+ - kation dusíku
- c) Mg^{2+} - kation manganatý
- d) H_3O^+ - oxonium
- e) žádná varianta není správná

Řešení: a) + d)

U každého nesprávné položky je nejprve červeně označená **chyba**. Dále následuje vysvětlení, či komentář. A poté je uvedena daná položka **správně**.

- a) Ti^{4+} - **kation titaničitý. Správně.**
- b) NH_4^+ - kation **dusíku**. Tento kation je odvozen od amoniaku NH_3 a jedná se o **kationt amonný**.
- c) Mg^{2+} - kation **manganatý**. Jelikož Mg je značka pro hořčík, jedná se o **kationt hořečnatý**.
- d) H_3O^+ - **oxonium. Správně**. Také bychom mohli použít označení oxoniový kation.

Pro snadnější orientaci v kationtech jsou zde uvedeny přehledné tabulky.

Jednoatomové kationty

Název se skládá z podstatného jména **kation** a přídavného jména tvořeného ze základu názvu daného prvku a z koncovky určené oxidačním číslem. **Přehled koncovek** je pro úplnost zde:

oxidační číslo	koncovka kationtu	oxidační číslo	koncovka kationtu
I	-ný	V	-ičný, -ečný
II	-natý	VI	-ový
III	-itý	VII	-istý
IV	-ičitý	VIII	-ičelý

Např. Ag^+ - kation stříbrný, Ba^{2+} - kation barnatý, Ga^{3+} - kation gallitý

Víceatomové kationty odvozené od kovalentních hydridů

obecný vzorec	hydrid, ze kterého je kation odvozen		vzorec	název jednoslovný	název dvouslovný
	vzorec	název			
XH_4^+ (X = P, As, Sb)	PH_3	fosfan	PH_4^+	fosfonium	kation fosfoniový
	AsH_3	arsan	AsH_4^+	arsonium	kation arsoniový
	SbH_3	stiban	SbH_4^+	stibonium	kation stiboniový
H_3X^+ (X = O, S, Se, Te)	H_2O	voda	H_3O^+	oxonium	kation oxoniový
	H_2S	sulfan	H_3S^+	sulfonium	kation sulfoniový
	H_2Se	selan	H_3Se^+	selenonium	kation selenoniový
	H_2Te	tellan	H_3Te^+	telluronium	kation telluroniový
H_2X^+ (X = F, I)	HF	fluorovodík	H_2F^+	fluoronium	kation fluoroniový
	HI	jodovodík	H_2I^+	jodonium	kation jodoniový

Výjimku tvoří kation NH_4^+ , který nazýváme **kation amonný** (nikoli amonium nebo kation amoniový!)

1.3. Názvosloví aniontů

Úkol 4

Zadání:

Vyberte varianty, ve kterých je ke vzorci uveden správný název:

- ClO^- - anion chloranový
- MnO_4^- - anion manganistý
- Se^{2-} - anion selenidový
- P^{3-} - anion fosforitý
- žádná varianta není správná

Řešení: c)

a) ClO^- - anion **chloranový**. Pozor, atom chloru nese oxidační číslo +I, tomu u samostatně stojícího aniontu odpovídá názvoslovná koncovka **-nanový**. Tedy je to **anion chlornanový**.

b) MnO_4^- - anion **manganistý**. Podle záporného náboje je evidentní, že se jedná o anion. Podle přítomnosti atomů kyslíku víme, že je to anion odvozený od kyslíkaté kyseliny. Název takového aniontu tedy musí nést koncovku **-anový**. Konkrétně pro oxidační číslo +VII, které nese atom manganu, bude koncovka názvu tohoto aniontu **-istanový**, správný název je proto **anion manganistanový**.

c) Se^{2-} - **anion selenidový**. **Správně**.

d) P^{3-} - anion **fosforitý**. Názvy bezkyslíkatých aniontů mají koncovku **-idový**. Správný název je tudíž **anion fosfidový**.

Úkol 5

Zadání:

Vyberte varianty, ve kterých je ke vzorci uveden správný název:

a) HPO_4^{2-} - anion fosforečnanový

b) $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ - anion chromanový

c) Cl^- - anion chlorný

d) $\text{B}_4\text{O}_7^{2-}$ - anion boritanový

e) žádná varianta není správná

Řešení: e)

a) HPO_4^{2-} - anion **fosforečnanový**. V názvu musí být uvedeny také atomy vodíku. Činíme tak pomocí předpony **hydrogen-**, tedy je to **anion hydrogenfosforečnanový**. Dodejme, že pokud by anion obsahoval více než jeden atom vodíku, pak bychom vyjádřili jejich počet **číselnou předponou**, např. H_2PO_4^- je anion **dihydrogenfosforečnanový**.

b) $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ - anion **chromanový**. Oxidační číslo +VI je správné. Atom chromu je v anionu dvakrát a to se musí promítnout i do názvu, je to tedy **anion dichromanový**.

c) Cl^- - anion **chlorný**. Podle záporného náboje se evidentně jedná o anion. Jelikož nejsou přítomny atomy kyslíku, jde o anion bezkyslíkaté kyseliny. Názvy takových aniontů mají koncovku **-idový**. Správný název je tudíž **anion chloridový**.

d) $\text{B}_4\text{O}_7^{2-}$ - anion **boritanový**. Tento název je nejednoznačný. Je třeba uvést počet atomů kyslíku. Správný název je proto **anion heptaoxotetraboritanový**.

Pro jednodušší orientaci v aniontech jsou zde uvedeny přehledné tabulky.

Anionty jednoatomové a některé víceatomové – názvy těchto aniontů v solích mají koncovku **-id**. Názvy samostatných aniontů jsou tvořeny slovem **anion** a nesou koncovku **-idový**.

název	vzorec	název	vzorec	název	vzorec
anion hydridový	H^-	anion sulfidový	S^{2-}	anion selenidový	Se^{2-}
anion fluoridový	F^-	anion disulfidový	S_2^{2-}	anion karbidový	C^{4-}
anion hydroxidový	OH^-	anion amidový	NH_2^-	anion acetylidový	C_2^{2-}
anion oxidový	O^{2-}	anion imidový	NH^{2-}	anion fosfidový	P^{3-}
anion peroxidový	O_2^{2-}	anion nitridový	N^{3-}	anion trijodidový	I_3^-
anion hyperoxidový	O_2^-	anion azidový	N_3^-	anion kyanidový	CN^-

Anionty odvozené od kyslíkatých kyselin - koncovky

oxidační číslo	příklad aniontu	koncovka aniontu v soli	koncovka samostatného aniontu
I		-nan	-nanový
	ClO^-	chlornan	anion chlornanový
II	*	-natan	-natanový
III		-itan	-itanový
	NO_2^-	dusitan	anion dusitanový
IV		-ičitan	-ičitanový
	CO_3^{2-}	uhličitan	anion uhličitanový
V		-ičnan, -ečnan	-ičnanový, -ečnanový
	NO_3^-	dusičnan	anion dusičnanový
VI		-an	-anový
	SeO_4^{2-}	selenan	anion selenanový
VII		-istan	-istanový
	MnO_4^-	manganistan	anion manganistanový
VIII		-ičelan	-ičelanový
	OsO_5^{2-}	osmičelan	anion osmičelanový

Modře jsou uvedeny **příklady**. **Oranžově** je zdůrazněno, že všechny samostatné anionty (odvozené od kyslíkatých kyselin!) končí koncovkou **-anový**.

* = Vhodným příkladem je komplexní anion $[\text{MnCl}_4]^{2-}$, v soli **tetrachloromanganatan**, samostatně **anion tetrachloromanganatanový**. Jelikož tento anion není odvozen od jednoduché oxokyseliny, je uveden mimo tabulku.

1.4. Názvosloví binárních sloučenin

Úkol 6

Zadání:

Vyberte varianty, ve kterých je ke vzorci uveden správný název:

- a) $\text{Pb}(\text{N}_3)_2$ - nitrid olovnatý
- b) CaO_2 - oxid vápeničitý
- c) SiH_4 – silan
- d) B_2H_6 - hydrid boritý
- e) žádná varianta není správná

Řešení: c)

a) $\text{Pb}(\text{N}_3)_2$ - **nitrid** olovnatý. Do vzorce doplníme správná oxidační čísla: $\text{Pb}^{\text{II}}(\text{N}_3)_2^{-1}$. Pozor, N_3^- je anion azidový, jedná se tedy o **azid olovnatý**. Pro úplnost, vzorec nitridu olovnatého by vypadal takto: Pb_3N_2 .

b) CaO_2 - **oxid** vápeničitý. Vápník je v periodické tabulce ve druhé skupině, běžně je tedy jeho maximální oxidační číslo +II. Nejedná se tedy o oxid, ale o peroxid: $\text{Ca}^{\text{II}}(\text{O}_2)^{-\text{II}}$, tedy správně **peroxid vápenatý**.

c) SiH_4 - silan. **Správně**. Křemík je prvek 14. skupiny a pro tuto jeho jednoduchou sloučeninu s vodíkem tedy používáme název s koncovkou **-an**, konkrétně **silan**.

d) B_2H_6 - **hydrid boritý**. Bor je prvek 13. skupiny a pro jeho sloučeninu s vodíkem tedy používáme název s koncovkou **-an**, správně se tedy jedná o **diboran**. Tabulka viz níže.

Sloučeniny prvků 13. – 16. skupiny s vodíkem

Názvy nesou koncovku **-an**.

název	vzorec	název	vzorec	název	vzorec
boran	BH_3	silan	SiH_4	sulfan	H_2S
diboran	B_2H_6	fosfan	PH_3	trisulfan	H_2S_3
alan	AlH_3	difosfan	P_2H_4	selan	H_2Se
gallan	GaH_3	arsan	AsH_3	tellan	H_2Te

1.5. Názvosloví kyselin

Úkol 7

Zadání:

Vyberte varianty, ve kterých je ke vzorci uveden správný název:

- a) H_5IO_6 - kyselina jodistá
 - b) HNO_4 - kyselina peroxodusičná
 - c) HPO_2F_2 - kyselina difluorofosforečná
 - d) HBr - kyselina bromná
 - e) žádná varianta není správná
-

Řešení: b) + c)

a) H_5IO_6 - kyselina **jodistá**. Název je **nejednoznačný**. Je třeba uvést nejlépe počet atomů vodíku, tedy správný název je **kyselina pentahydrogenjodistá**. Také je možné uvést počet atomů kyslíku, tedy je to kyselina hexaoxojodistá. Případně je možné uvést počet atomů vodíku i kyslíku: kyselina pentahydrogenhexaoxojodistá. Takové označení se ale pro svou délku a nadbytečnost informací v běžné praxi příliš nepoužívá.

b) HNO_4 - **kyselina peroxodusičná. Správně**. Formálně dostaneme vzorec této kyseliny ze vzorce kyseliny dusičné HNO_3 nahrazením jednoho atomu kyslíku s oxidačním číslem $-II$ dvěma atomy kyslíku, z nichž každý má oxidační číslo $-I$ (tj. oba dohromady nesou oxidační číslo $-II$). Tedy nahradíme O^{-II} za $(\text{O}_2)^{-II}$.

c) HPO_2F_2 - **kyselina difluorofosforečná. Správně**. Tato kyselina je formálně odvozena od kyseliny fosforečné H_3PO_4 nahrazením dvou $-\text{OH}$ skupin halogenem (v tomto případě fluorem).

d) HBr - kyselina **bromná**. Ze vzorce je jasně patrné, že se jedná o bezkyslíkatou kyselinu, její název tedy musí nést koncovku **-vodíková**. Konkrétně je to **kyselina bromovodíková**. Kdežto kyselina bromná končí koncovkou pro oxidační číslo I, je to tedy kyselina kyslíkatá a její vzorec by byl HBr^IO .

Úkol 8

Zadání:

Vyberte varianty, ve kterých je ke vzorci uveden správný název:

- a) $\text{NH}_2\text{SeO}_3\text{H}$ - kyselina amidoselenová
- b) $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_3$ - kyselina disírová

- c) $\text{H}_3\text{P}_3\text{O}_{10}$ - kyselina trifosforečná
- d) $\text{H}_6\text{Si}_2\text{O}_7$ - kyselina hexahydrogendikřemičitá
- e) žádná varianta není správná
-

Řešení: a) + d)

a) $\text{NH}_2\text{SeO}_3\text{H}$ - **kyselina amidoselenová. Správně.** Tato kyselina je formálně odvozena od kyseliny selenové H_2SeO_4 nahrazením jedné $-\text{OH}$ skupiny amidoskupinou NH_2 .

b) $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_3$ - kyselina **disírová**. Vzorec kyseliny formálně vznikl nahrazením jednoho atomu kyslíku $\text{O}^{-\text{II}}$ v kyselině sírové za atom síry $\text{S}^{-\text{II}}$, je to tedy **kyselina thiosírová**. A pro úplnost dodejme, že vzorec kyseliny disírové je $\text{H}_2\text{S}_2^{\text{VI}}\text{O}_7$.

c) $\text{H}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$ - kyselina **trifosforečná**. Tento název danou kyselinu neodlišuje od další možné trifosforečné kyseliny $\text{H}_3\text{P}_3\text{O}_9$, název je tedy **nejednoznačný** a je v něm tedy potřeba uvést počet atomů vodíku (a/nebo počet atomů kyslíku). Správně je to tedy **kyselina pentahydrogentrifosforečná**. Také bychom ji mohli označit jako kyselinu dekaoxofosforečnou (tj. s uvedením počtu atomů kyslíku). Případně bychom mohli použít název kyselina pentahydrogendekaoxofosforečná, ale pro svou délku a nadbytečnost informací není preferován.

d) $\text{H}_6\text{Si}_2\text{O}_7$ - **kyselina hexahydrogendikřemičitá**. Aby byl název jednoznačný, je nezbytně nutné uvést jednak počet atomů křemíku, pak také ještě alespoň jeden údaj: buď počet atomů vodíku, nebo počet atomů kyslíku, tedy správný název by také byl kyselina heptaoxidkřemičitá. Případně je také možný název s uvedením i vodíků i kyslíků, tedy kyselina hexahydrogenheptaoxidkřemičitá.

1.6. Názvosloví solí a funkčních derivátů kyselin

Úkol 9

Zadání:

Vyberte varianty, ve kterých je ke vzorci uveden správný název:

- a) COBr_2 - dibromid karboxylu
- b) ZnSO_4 - sulfid zinečnatý
- c) NOCl - chlorid nitrylu
- d) $\text{SO}_2(\text{NH}_2)_2$ - diamid thionylu
- e) žádná varianta není správná
-

Řešení: e)

a) COBr_2 - dibromid **karboxylu**. Pozor, správné označení atomové skupiny CO je karbonyl. Správně se tedy jedná o **dibromid karbonylu**, derivát kyseliny uhličitě.

b) ZnSO_4 - **sulfid** zinečnatý. Pozor, SO_4^{2-} je síranový anion, jedná se tedy o síran, nikoli sulfid. Připomeňme si, že SO_4^{2-} je anion kyslíkaté kyseliny (H_2SO_4), tudíž jeho název nese koncovku **-anový**, v soli pak **-an**. Správně se tedy jedná o **síran zinečnatý**. Pro srovnání, vzorec sulfidu zinečnatého by vypadal následovně: ZnS . Všimněte si, že S^{2-} je anion bezkyslíkaté kyseliny (H_2S), tudíž jeho název nese koncovku **-idový**, v soli pak **-id**.

c) NOCl - chlorid **nitrylu**. Atomová skupina NO není nitryl, ale nitrosyl! Tudíž se jedná o **chlorid nitrosylu**, derivát kyseliny dusité. Pro doplnění, vzorec chloridu nitrylu by byl NO_2Cl .

d) $\text{SO}_2(\text{NH}_2)_2$ - diamid **thionylu**. Nejedná se o atomovou skupinu thionyl, ale sulfuryl, název sloučeniny je tedy **diamid sulfurylu**, derivát kyseliny sírové. Pro úplnost vzorec diamidu thionylu by byl $\text{SO}(\text{NH}_2)_2$. Přehled atomových skupiny – tabulka viz níže.

Atomové skupiny

název	vzorec	název	vzorec	název	vzorec
karbonyl	CO	thionyl	SO	uranyl	UO ₂
nitrosyl	NO	sulfuryl	SO ₂	chlorosyl	ClO
nitryl	NO ₂	vanadyl	VO	chloryl	ClO ₂
fosforyl	PO	chromyl	CrO ₂	perchloryl	ClO ₃

Úkol 10

Zadání:

Vyberte varianty, ve kterých je ke vzorci uveden správný název:

- a) COBrCl - bromid-chlorid karbonylu
- b) $\text{Na}_5\text{CO}_3(\text{HCO}_3)_3$ - uhličitantrihydrogenuhličitan pentasodný
- c) $\text{KSnO}(\text{PO}_4)$ - oxid-fosforečnan draselno-cínatý
- d) $\text{NaCa}_2\text{HSi}_3\text{O}_9$ - hydrogentrikřemičitan sodno-vápenatý

Řešení: a)

a) COBrCl - bromid-chlorid karbonylu. **Správně.**

b) $\text{Na}_5\text{CO}_3(\text{HCO}_3)_3$ - uhličitan **trihydrogenuhličitan** pentasodný. Anion hydrogenuhličitanový je v molekule přítomen třikrát, v názvu jej tedy dáme do kulatých závorek a před závorku dáme ne základní (tri-), ale **násobnou** číslovkovou předponu, tedy **tris-**. Dále také nezapomeňme, že názvy jednotlivých aniontů je třeba oddělit pomlčkou, zde v tomto případě tedy musí být pomlčka mezi výrazy uhličitan a tris(hydrogenuhličitan). Správný název tedy zní: **uhličitan-tris(hydrogenuhličitan) pentasodný**.

c) $\text{KSnO}(\text{PO}_4)$ - oxid-fosforečnan draselno-**cínatý**. Pozor, je třeba pozorně určovat oxidační čísla jednotlivých kationtů a aniontů: $\text{K}^{\text{I}}\text{Sn}^{\text{IV}}\text{O}^{-\text{II}}(\text{PO}_4)^{-\text{III}}$. Jak vidíme, cín má oxidační číslo +IV a název sloučeniny je **oxid-fosforečnan draselno-cínčitý**.

d) $\text{NaCa}_2\text{HSi}_3\text{O}_9$ - hydrogentrikřemičitan **sodno-vápenatý**. Název je nejednoznačný, není z něj totiž patrné, že ve sloučenině je právě jeden atom sodíku a právě dva atomy vápníku. Správně uvedenou látku pojmenujeme takto: **hydrogentrikřemičitan sodno-divápenatý**.

1.6. Názvosloví hydrátů

Úkol 11

Zadání:

Zapište vzorci následující známé hydráty:

- monohdrát kyseliny wolframové
- dihdrát kyseliny chloristé
- hexahdrát chloridu draselno-hořečnatého
- monohdrát oxid-síranu titaničitého

Řešení:

a) monohdrát kyseliny wolframové
monohdrát \rightarrow 1 molekula vody $\rightarrow \text{H}_2\text{O}$, kyselina wolframová $\text{H}_2^{\text{I}}\text{W}^{\text{VI}}\text{O}_4^{-\text{II}}$
 $\text{H}_2\text{WO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$

b) dihydrát kyseliny chloristé
dihdrát \rightarrow 2 molekuly vody $\rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$, kyselina chloristá $\text{H}^{\text{I}}\text{Cl}^{\text{VII}}\text{O}_4^{-\text{II}}$
 $\text{HClO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

c) hexahdrát chloridu draselno-hořečnatého $\text{KMgCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$
hexahdrát \rightarrow 6 molekul vody $\rightarrow 6\text{H}_2\text{O}$, chlorid draselno-hořečnatý $\text{K}^{\text{I}}\text{Mg}^{\text{II}}\text{Cl}_3^{-\text{I}}$
 $\text{KMgCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$

d) monohdrát oxid-síranu titaničitého $\text{TiOSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$
monohdrát \rightarrow 1 molekula vody $\rightarrow \text{H}_2\text{O}$, oxid-síran titaničitý $\text{Ti}^{\text{IV}}\text{O}^{-\text{II}}(\text{SO}_4)^{-\text{II}}$
 $\text{TiOSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$

Úkol 12

Zadání:

Zapište vzorci následující známé hydráty solí:

- a) dekahydrát uhličitanu sodného (krystalová soda)
 - b) heptahydrát síranu zinečnatého (bílá skalice)
 - c) hemihydrát síranu vápenatého (sádra)
 - d) dekahydrát síranu sodného (Glauberova sůl)
 - e) heptahydrát síranu hořečnatého (hořká sůl)
 - f) dihydrát síranu vápenatého (sádrovec)
 - g) hexahydrát síranu amonno-železnatého (Mohrova sůl)
 - h) dodekahydrát síranu draselno-hlinitého (kamenec)
-

Řešení:

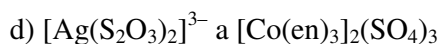
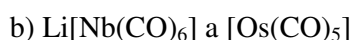
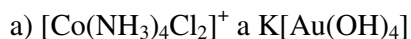
- a) dekahydrát $\rightarrow 10\text{H}_2\text{O}$, uhličitan sodný $\text{Na}_2^{\text{I}}(\text{CO}_3)^{-\text{II}}$
 $\rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$
- b) heptahydrát $\rightarrow 7\text{H}_2\text{O}$, síran zinečnatý $\text{Zn}^{\text{II}}(\text{SO}_4)^{-\text{II}}$
 $\rightarrow \text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$
- c) hemihydrát $\rightarrow \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$, síran vápenatý $\text{Ca}^{\text{II}}(\text{SO}_4)^{-\text{II}}$
 $\rightarrow \text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$
- d) dekahydrát $\rightarrow 10\text{H}_2\text{O}$, síran sodný $\text{Na}_2^{\text{I}}(\text{SO}_4)^{-\text{II}}$
 $\rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$
- e) heptahydrát $\rightarrow 7\text{H}_2\text{O}$, síran hořečnatý $\text{Mg}^{\text{II}}(\text{SO}_4)^{-\text{II}}$
 $\rightarrow \text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$
- f) dihydrát $\rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$, síran vápenatý $\text{Ca}^{\text{II}}(\text{SO}_4)^{-\text{II}}$
 $\rightarrow \text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
- g) hexahydrát $\rightarrow 6\text{H}_2\text{O}$, síran amonno-železnatý $(\text{NH}_4)_2^{\text{I}}\text{Fe}^{\text{II}}(\text{SO}_4)_2^{-\text{II}}$
 $\rightarrow (\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$
- h) dodekahydrát $\rightarrow 12\text{H}_2\text{O}$, síran draselno-hlinitý $\text{K}^{\text{I}}\text{Al}^{\text{III}}(\text{SO}_4)_2^{-\text{II}}$
 $\rightarrow \text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$

1.5. Názvosloví komplexních sloučenin

Úkol 13

Zadání:

Vyberte varianty, ve kterých nejsou uvedeny sloučeniny se stejným oxidačním číslem centrálního atomu:



e) ve všech variantách jsou uvedeny vždy dvě sloučeniny se stejným oxidačním číslem centrálního atomu

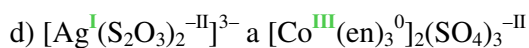
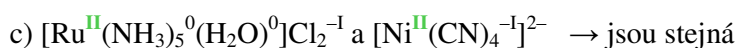
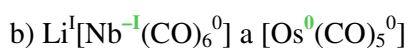
Řešení: b) + d)

Abychom mohli určit oxidační číslo centrálního atomu, je třeba znát oxidační čísla jednotlivých ligandů.

Přehled základních ligandů:

aniontové						neutrální	
vzorec	název	vzorec	název	vzorec	název	vzorec	název
H^-	hydrido-	NO_2^-	nitro-	SH^-	merkaptó-	H_2O	aqua-
F^-	fluoro-	ONO^-	nitrito-	S^{2-}	thio-	NH_3	ammin-
Cl^-	chloro-	NO_3^-	nitrato-	S_2^{2-}	disulfido-	CO	karbonyl-
Br^-	bromo-	OH^-	hydroxo-	SO_4^{2-}	sulfato-	NO	nitrosyl-
I^-	jodo-	O^{2-}	oxo-	$\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$	thiosulfato-		
CN^-	kyano-	O_2^{2-}	peroxo-	SO_3^{2-}	sulfito-		

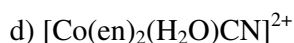
Zde jsou vyznačena všechna oxidační čísla. **Zeleně** jsou vyznačena správná **oxidační čísla centrálních atomů**:



Úkol 14

Zadání:

Vyberte sloučeniny, jejichž centrální atom má koordinační číslo 6:



e) u všech sloučenin je koordinační číslo centrálního atomu 6

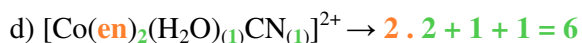
Řešení: e)

Koordinační číslo vyjadřuje počet σ vazeb mezi centrálním atomem a ligandy.

V případě jednovazných (monodentátních) ligandů odpovídá toto číslo počtu ligandů. Viz varianty a), b), c):



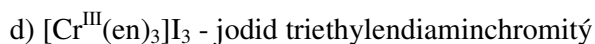
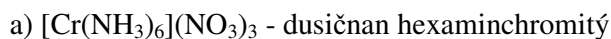
Ve variantě d) se objevuje dvojevazný (bidentátní) ligand **ethylendiamin**, tzn. že mezi každým ethylendiaminem a centrálním atomem jsou právě **2 vazby**.



Úkol 15

Zadání:

Vyberte varianty, ve kterých je ke vzorci uveden správný název:



Řešení: b)

Tvorba názvů koordinačních sloučenin:

složky vzorce	řešený příklad	
	vzorec	název
koordinační kation	$[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$	kation hexaamminkobalt itý
koordinační anion	$[\text{Zn}(\text{OH})_4]^-$	anion tetrahydroxozinečnat anový
koordinační kation a jednoduchý anion	$[\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{Cl}_3$	chlorid hexaaquahlinitý
jednoduchý kation a koordinačním anion	$(\text{NH}_4)_3[\text{IrCl}_6]$	hexachloroiriditan amonný
koordinační anion a koordinační kation	$[\text{Cr}(\text{en})_3][\text{Fe}(\text{CN})_6]$	hexakynoželezitan tris(ethylendiamin)chromitý
koordinační částice bez náboje (s centrálním atomem v kladném oxidačním stupni)	$[\text{CoH}(\text{CO})_4]$	hydrido-tetrakarbonylkobaltný komplex

Oxidační číslo centrálního atomu může být kladné, nulové, či záporné. To, jak se toto projeví v názvu sloučeniny, shrnuje následující tabulka:

oxidační číslo centrálního atomu	řešení	příklad
kladné	příslušné zakončení v názvu	$\text{K}_3[\text{Fe}^{+III}(\text{CN})_6]$ hexakynoželez itan draselný
nulové	název centrálního atomu uvádíme v 1. nebo ve 2. pádu	$[\text{Ti}^0(\text{CO})_6]$ hexakarbonyl titan nebo hexakarbonyl titanu
záporné	koncovka -id a vyznačení náboje v kulatých závorkách	$\text{Na}[\text{Co}^{-I}(\text{CO})_4]$ tetrakarbonylkobalt id(1-) sodný

Nyní je zde uveden komentář k jednotlivým variantám úlohy:

a) $[\text{Cr}^{III}(\text{NH}_3)_6](\text{NO}_3)_3^{-1}$ - dusičnan hexa**amin**chromitý. Pozor, ligand NH_3 je **ammin**.
Správný název je **dusičnan hexaamminchromitý**.

b) $[\text{Ru}^0(\text{CO})_5^0]$ - **pentakarbonyl ruthenia**. **Správně**. Oxidační číslo centrálního atomu je nulové. Máme tedy dvě možnosti, jak sloučeninu pojmenovat. Buď můžeme použít **1. pád**, tedy pentakarbonylruthenium, v tom případě je název psán **dohromady**. Nebo můžeme zvolit **2. pád**, tj. pentakarbonyl ruthenia. A pak je název tvořen dvěma slovy oddělenými **mezerou**.

c) $[\text{Au}^I(\text{CN})_2^{-1}]^{-}$ - anion **dikyanozlatný**. Jelikož se jedná o anion, název musí obsahovat koncovku **-anový**. Správný název je **anion dikyanozlatnanový**.

d) $[\text{Cr}^{III}(\text{en})_3^0]\text{I}_3^{-1}$ - jodid **triethylendiamin**chromitý. Ligand ethylen**di**amin je složitější ligand a navíc již obsahuje základní číslovku. K tomu, abychom v názvu uvedli, že je v molekule přítomen třikrát, použijeme **násobnou** číslovkovou předponu **tris-** a ethyldiamin dáme do kulatých závorek: **jodid tris(ethyldiamin)chromitý**.

Úkol 16

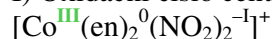
Zadání:

Uvažujme kation $[\text{Co}(\text{en})_2(\text{NO}_2)_2]^+$. **Odpovězte na následující otázky:**

- I) Jaké je oxidační číslo centrálního atomu?
- II) Jaké je koordinační číslo kobaltu?
- III) Co značí zkratka en uvedená ve vzorci?
- IV) Vypište monodentátní ligandy, pokud se ve sloučenině vyskytují.
- V) Vypište bidentátní ligandy, pokud se ve sloučenině vyskytují.
- VI) Vypište polydentátní ligandy, pokud se ve sloučenině vyskytují.
- VII) Uvedenou sloučeninu správně pojmenujte.

Řešení:

I) Oxidační číslo centrálního atomu je **+III**.



II) Koordinační číslo kobaltu je **6**.



$$2 \cdot 2 + 2 = 6$$

III) Zkratkou en značíme **ethyldiamin**.

IV) Monodentátní ligand je NO_2^- .

Připomeňme si, že se ligandy dělí podle počtu koordinačně kovalentních vazeb, které jsou schopny s centrálním atomem vytvořit na jednovazné (monodentátní), dvojevazné (bidentátní) a vícevazné (polydentátní).

V) Bidentátní ligand je ethyldiamin.

VI) Polydentátní ligand v uvedené sloučenině přítomen není.

VII) Správný název je: **kation bis(ethyldiamin)-dinitrokobaltitý**.

Úkol 17

Zadání:

Vyberte **správný název uvedené sloučeniny**: $[\text{Co}(\text{NH}_3)_3(\text{NO}_2)_3]$

- a) dusitan triamminkobaltitý
 - b) triammin-trinitrokobaltitý komplex
 - c) komplex triammintrinitro kobaltitý
 - d) dusitan triaminkobaltitanový
 - e) triammin-trinitro-kobaltitý komplex
-

Řešení: b)

a) **dusitan triamminkobaltitý** – pozor na to, kde jsou hranaté závorky! Dusitan triamminkobaltitý by vypadal sice podobně, ale hranaté závorky by byly umístěny jinak: $[\text{Co}(\text{NH}_3)_3](\text{NO}_2)_3$

b) **triammin-trinitrokobaltitý komplex – správně**. $[\text{Co}^{\text{III}}(\text{NH}_3)_3^0(\text{NO}_2)_3^{-1}]^0$
Jelikož je **koordináční částice bez náboje** a centrální atomem má kladné oxidační číslo (**III**), uvedeme název koordináční částice a před nebo za název doplníme slovo **komplex**.

c) komplex **triammintrinitro kobaltitý** – název je nesprávný, názvy ligandů totiž oddělujeme **pomlčkami bez mezer**. A poslední ligand se od názvu centrálního atomu již pomlčkou ani mezerou neodděluje.

d) **dusitan triaminkobaltitanový** – nejedná se o dusitan, viz a). A navíc koncovkou –anový končí pouze anionty a uvedená sloučenina anionem není.

e) triammin-trinitro-kobaltitý komplex. Obsahuje-li koordináční částice několik různých ligandů, oddělují se jejich názvy pomlčkou. Ale poslední ligand se od názvu centrálního atomu již pomlčkou neodděluje!

Úkol 18

Zadání:

Zapište vzorcem následující sloučeniny:

I) v přírodě se vyskytující minerál kryolit, tedy **hexafluorohlinitan sodný**

II) známé a běžně používané redukční činidlo **tetrahydridohlinitan lithný**

III) **tetrajordortuťnatan draselný**, což je složka Nesslerova činidla, které se používá k důkazu amoniaku

IV) borax (jeden z minerálů boru), tedy **oktahydrát pentaaxo-tetrahydroxotetraboritanu sodného**

V) **Schweizerovo činidlo**, tj. látka, která se využívá při výrobě umělého hedvábí – systematicky **hydroxid tetraamminměďnatý**

VI) nitroprussid sodný, což je látka, která se používá ke kvalitativnímu důkazu sulfidů: **pentakyano-nitrosylželezitan sodný**

VII) katalyzátor **oktakarbonyldikobalt**

Řešení:

I) hexafluorohlinitan sodný: $\text{Na}_3[\text{Al}^{\text{III}}\text{F}_6^{-1}]$

II) tetrahydridohlinitan lithný: $\text{Li}^{\text{I}}[\text{Al}^{\text{III}}\text{H}_4^{-1}]$

III) tetrajodortuťnatan draselný: $\text{K}_2^{\text{I}}[\text{Hg}^{\text{II}}\text{I}_4^{-1}]$

IV) oktahydrát pentaaxo-tetrahydroxotetraboritanu sodného: $\text{Na}_2^{\text{I}}[\text{B}_4^{\text{III}}\text{O}_5^{-\text{II}}(\text{OH})_4^{-1}]\cdot 8\text{H}_2\text{O}$

V) hydroxid tetraamminměďnatý: $[\text{Cu}^{\text{II}}(\text{NH}_3)_4^0](\text{OH})_2^{-1}$

VI) pentakyano-nitrosylželezitan sodný: $\text{Na}_2^{\text{I}}[\text{Fe}^{\text{III}}(\text{CN})_5^{-1}(\text{NO})^0]$

VII) oktakarbonyldikobalt: $[\text{Co}_2^0(\text{CO})_8^0]$. Dodejme, že správný název sloučeniny by také byl oktakarbonyl dikobaltu.

Úkol 19

Zadání:

Vyberte varianty, ve kterých je ke vzorci uveden správný název:

- a) $\text{Na}_3[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]$ - bis(sulfato)stříbrnan sodný
 - b) $[\text{Be}(\text{C}_5\text{H}_5)_2]$ - komplex bis(cyklopentadienylo)beryllnatý
 - c) $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{Cl}]^{2+}$ - kation chloro-pentaamminkobaltitý
 - d) $(\text{NH}_4)_3[\text{V}(\text{CO})_5]$ - pentakarbonylvanad amonný
 - e) žádná varianta není správná
-

Řešení: e)

a) $\text{Na}_3^{\text{I}}[\text{Ag}^{\text{I}}(\text{S}_2\text{O}_3)_2^{-\text{II}}]$ - bis(**sulfato**)stříbrnan sodný. Ligand $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ nazýváme thiosulfato, proto: **bis(thiosulfato)stříbrnan sodný**.

b) $[\text{Be}^{\text{II}}(\text{C}_5\text{H}_5)_2^{-1}]$ - komplex bis(cyklopentadienyl)berylnatý. Aniontové ligandy sice mají koncovku –o, ale v případě uhlovodíkových skupin se tato koncovka nepřidává. Správně tedy **komplex bis(cyklopentadienyl)berylnatý**.

c) $[\text{Co}^{\text{III}}(\text{NH}_3)_5^0\text{Cl}^{-1}]^{2+}$ - kation **chloro-pentaammin**kobaltitý. Názvy ligandů řadíme podle abecedy:

$(\text{NH}_3)_5$ - penta**a**mmin (ne p, neřídíme se názvem předpony, ale názvem daného ligandu)

Cl - **c**hloro (skutečně ne ch, ale **c**!)

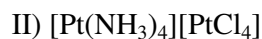
→ **kation pentaammin-chlorokobaltitý**

d) $(\text{NH}_4)_3^1[\text{V}^{-\text{III}}(\text{CO})_5^0]$ - pentakarbonyl**v**anad amonný. Oxidační číslo centrálního atomu je záporné, proto je nutná koncovka –**i**d a vyznačení náboje v kulatých závorkách: **pentakarbonylv**anad**i**d(3–) amonný.

Úkol 20

Zadání:

Pojmenujte následující komplexní sloučeniny platiny:



Řešení:

I) $\text{H}_2^1[\text{Pt}^{\text{IV}}\text{Cl}_6^{-1}] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ - dihydrát **kyseliny hexachloroplatičité**

II) $[\text{Pt}^{\text{II}}(\text{NH}_3)_4^0][\text{Pt}^{\text{II}}\text{Cl}_4^{-1}]$ - **tetrachloroplatnatán tetraamminplatnatý**

III) $[\text{Pt}^{\text{IV}}\text{Cl}_6^{-1}]^{2-}$ - **anion hexachloroplatičitanový**

IV) $[\text{Pt}^{\text{IV}}(\text{NH}_3)_5^0\text{Cl}^{-1}]\text{Cl}_3^{-1}$ - **chlorid pentaammin-chloroplatičitý**

V) $[\text{Pt}^{\text{II}}(\text{NH}_3)_2^0\text{Cl}_2^{-1}]^0$ - **komplex diammindichloroplatnatý**

VI) $[\text{Pt}^{\text{II}}(\text{NH}_3)_3^0\text{Cl}^{-1}]^+$ - **kation triammin-chloroplatnatý**

VII) $(\text{NO}_2)^{\text{II}}[\text{Pt}^{\text{IV}}\text{Cl}_6^{-1}]$ - **hexachloroplatičitan nitrylu**

2. Převody jednotek

Úkol 21

Zadání:

Vyberte správná tvrzení:

- a) Roztok o teplotě 25,50 °C je chladnější než 294,15 K.
 - b) Teplota varu vody je 100 °C, tedy 100 K.
 - c) Roztok byl ochlazen o 20 °C, tedy o 20 K.
 - d) Teplotu 0 K označujeme absolutní nula.
 - e) žádná varianta není správná
-

Řešení: c) + d)

- a) Roztok o teplotě 25,50 °C **je chladnější** než 294,15 K.
Když převádíme stupně Celsia na kelviny, přičítáme ke stupňům Celsia 273,15:
K = °C + 273,15. Tedy 25,50 °C + 273,15 = 298,65 K.
Roztok o teplotě 25,50 °C (tedy 298,65 K) **není chladnější** než 294,15 K.
- b) Teplota varu vody je 100 °C, tedy **100 K**.
100 °C + 273,15 = 373,15 K → tedy po zaokrouhlení na celé kelviny 373 K.
Teplota varu vody je 100 °C, tedy **373 K**.
- c) Roztok byl ochlazen o 20 °C, tedy o 20 K. **Správně**. Ano, kelvin a stupeň Celsiův mají stejnou velikost, ale bod nula na Kelvinově stupnici se rovná – 273,15 °C.
- d) Teplotu 0 K označujeme absolutní nula. **Správně**. Ano, bod nula Kelvinovy stupnice je totiž nejnižší teplota.

Úkol 22

Zadání:

Vyberte správná tvrzení:

- a) $5,68 \cdot 10^5 \text{ ng} < 65,6 \text{ } \mu\text{g} < 7,56 \cdot 10^{-2} \text{ mg}$
 - b) $9,86 \cdot 10^4 \text{ cm}^3 > 95,7 \text{ dm}^3 = 95,7 \text{ l}$
 - c) $7,98 \cdot 10^{10} \text{ mN} < 8,65 \cdot 10^3 \text{ kN} < 8,32 \text{ MN}$
 - d) $3,96 \cdot 10^5 \text{ pm} < 425 \text{ nm} < 0,576 \text{ } \mu\text{m}$
-

Řešení: b) + d)

Zde je uveden přehled nepoužívanějších násobných a dílčích předpon:

násobné předpony			dílčí předpony		
název	značka	násobek	název	značka	násobek
Tera	T	10^{12}	mili	m	10^{-3}
Giga	G	10^9	mikro	μ	10^{-6}
Mega	M	10^6	nano	n	10^{-9}
kilo	k	10^3	piko	p	10^{-12}

a) $5,68 \cdot 10^5 \text{ ng} < 65,6 \text{ } \mu\text{g} < 7,56 \cdot 10^{-2} \text{ mg}$

Jednotlivé položky převedeme na stejnou vhodnou jednotku, zde např. na μg :

$5,68 \cdot 10^5 \text{ ng} = 568 \text{ } \mu\text{g}$

$65,6 \text{ } \mu\text{g}$

$7,56 \cdot 10^{-2} \text{ mg} = 75,6 \text{ } \mu\text{g}$

Správně seřazeno: $5,68 \cdot 10^5 \text{ ng} > 65,6 \text{ } \mu\text{g} < 7,56 \cdot 10^{-2} \text{ mg}$

b) $9,86 \cdot 10^4 \text{ cm}^3 > 95,7 \text{ dm}^3 = 95,7 \text{ l}$ **Správně.**

$9,86 \cdot 10^4 \text{ cm}^3 = 98,6 \text{ dm}^3$

c) $7,98 \cdot 10^{10} \text{ mN} < 8,65 \cdot 10^3 \text{ kN} < 8,32 \text{ MN}$

$7,98 \cdot 10^{10} \text{ mN} = 7,98 \cdot 10^4 \text{ kN}$

$8,65 \cdot 10^3 \text{ kN}$

$8,32 \text{ MN} = 8,32 \cdot 10^3 \text{ kN}$

Správně tudíž takto: $7,98 \cdot 10^{10} \text{ mN} > 8,65 \cdot 10^3 \text{ kN} > 8,32 \text{ MN}$

d) $3,96 \cdot 10^5 \text{ pm} < 425 \text{ nm} < 0,576 \text{ } \mu\text{m}$ **Správně.**

$3,96 \cdot 10^5 \text{ pm} = 396 \text{ nm}$

$0,576 \text{ } \mu\text{m} = 576 \text{ nm}$

3. Platné číslice

Úkol 23

Zadání:

Vyber položky s právě třemi platnými číslicemi:

a) $4,3700 \times 10^{22}$ atomů

b) 0,0589 kg

c) 0,0004 cm^3

d) 0,5006 N

Řešení: b)

Pravidla pro určení počtu platných číslic:

číslice		platnost	příklad	počet platných číslic
nenulové		vždy platné	29,74	4
nuly	před první nenulovou číslicí	nejsou platné	0,006	1
	mezi nenulovými číslicemi	vždy platné	0,705	3
	za poslední nenulovou číslicí	platné, pokud číslo obsahuje desetinnou čárku	0,030	2

Zde jsou u jednotlivých položek vyznačeny platné číslice a určen jejich počet:

a) 4,3700 x 10²² atomů → 5 platných číslic

b) 0,0589 kg → 3 platné číslice

c) 0,0004 cm³ → 1 platná číslice

d) 0,5006 N → 4 platné číslice

Úkol 24

Zadání:

Vyber položky, ve kterých je výsledek uveden se správným počtem platných číslic:

a) $0,6025 \text{ kg} \div 7,3 \text{ m}^3 = 0,0825 \text{ kg m}^{-3}$

b) $22,457 \text{ g} + 0,1217 \text{ g} = 22,5787 \text{ g}$

c) $7,34 \text{ m} \times 6,8776 = 50,4816 \text{ m}$

d) $50,5 \text{ dm}^3 - 0,42 \text{ dm}^3 = 50,08 \text{ dm}^3$

e) žádná varianta není správná

Řešení: e)

Určení počtu platných číslic u výsledku matematické operace:

matematická operace	výsledek má tolik	jako má číslo v operaci s nejmenším počtem	příklad
sčítání a odčítání	desetinných míst	desetinných míst	$1,253 + 4,450 - 0,1 = 5,6$ ne 5,603!
násobení a dělení	platných číslic	platných číslic	$5,605 \times 4,7 \div 1,4308 = 18$ ne 18,412!

a) $0,6025 \text{ kg} \div 7,3 \text{ m}^3 =$

dělení → určíme počet platných číslic

0,6025 kg – 4 platné číslice

7,3 m³ – **2 platné číslice** – toto je tedy číslo v operaci s nejmenším počtem platných číslic
→ výsledek tedy musí mít 2 platné číslice, tj. 0,083 kg m⁻³, nebo také 8,3 10⁻² kg m⁻³

b) $22,457 \text{ g} + 0,1217 \text{ g} =$

sčítání → určíme počet desetinných míst

22,457 g – **3 desetinná místa** – toto je tedy číslo v operaci s nejmenším počtem desetinných míst → výsledek tedy musí mít 3 desetinná místa, tj. 22,579 g
0,1217 g – 4 desetinná místa

c) $7,34 \text{ m} \times 6,8776 =$

násobení → určíme počet platných číslic

7,34 m – **3 platné číslice** – toto je tedy číslo v operaci s nejmenším počtem platných číslic
→ výsledek tedy musí mít 3 platné číslice, tj. 50,5 m
6,8776 – 5 platných číslic

d) $50,5 \text{ dm}^3 - 0,42 \text{ dm}^3 =$

odčítání → určíme počet desetinných míst

50,5 dm³ – **1 desetinné místo** – toto je tedy číslo v operaci s nejmenším počtem desetinných míst → výsledek tedy musí mít 1 desetinné místo, tj. 50,1 dm³
0,42 dm³ – 2 desetinná místa

4. Výpočty z chemického vzorce

Úkol 25

Zadání:

Zinek je významný kov, který spolu s mědí tvoří mosaz. A také se používá při pokovování železa, aby se zabránilo korozi. Určete, jaké látkové množství a jaký počet atomů představuje 21,3 g zinku. $A_m(\text{Zn}) = 65,39 \text{ g mol}^{-1}$

Vyberte variantu, ve které jsou uvedeny správné výsledky (včetně správného počtu platných číslic):

- a) $n = 0,326 \text{ mol}$, $N = 1,962 \cdot 10^{23}$ atomů
- b) $n = 3,070 \cdot 10^{-1} \text{ mol}$, $N = 1,962 \cdot 10^{23}$ atomů
- c) $n = 3,2574 \text{ mol}^{-1}$, $N = 1,96 \cdot 10^{23}$ atomů
- d) $3,26 \cdot 10^{-1} \text{ mol}$, $N = 1,96 \cdot 10^{23}$ atomů
- e) žádná varianta není správná

Řešení: d)

Látkové množství určíme pomocí vztahu:

$$n = \frac{m}{A_m}, \text{ kde}$$

m je hmotnost dané látky,

A_m je atomová hmotnost, tedy hmotnost 1 molu dané látky.

Konkrétně pro látkové množství zinku zapíšeme vztah následovně:

$$n(\text{Zn}) = \frac{m(\text{Zn})}{A_m(\text{Zn})}$$

Přímo ze zadání víme, že

$$m(\text{Zn}) = 21,3 \text{ g}$$

$$A_m(\text{Zn}) = 65,39 \text{ g mol}^{-1}$$

Zde je uvedeno dosazení konkrétních hodnot:

$$n(\text{Zn}) = \frac{21,3 \text{ g}}{65,39 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}$$

Kalkulačka ukáže číslo: 0,3257379... **Jak výsledek správně zaokrouhlit? Tak, že určíme správný počet platných číslic u výsledku.** Operace, kterou jsme provedli, byla dělení. Rozhodující tedy je počet platných číslic u čísla s nejmenším počtem platných číslic, tedy:

21,3 g – **3 platné číslice** – toto je tedy číslo v operaci s nejmenším počtem platných číslic
→ výsledek tedy musí mít právě 3 platné číslice, tj. 0,326 mol a **ne např. 0,32574 mol!**
65,39 g mol⁻¹ – 4 platné číslice

$$n(\text{Zn}) = 0,326 \text{ mol}$$

Výsledek také můžeme zapsat ve tvaru 3,26 10⁻¹ mol.

Nyní se podívejme na **jednotky**. Jednotku výsledku si můžeme jednoduše odvodit:

$$n(\text{Zn}) = \frac{21,3 \text{ g}}{65,39 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}$$

v čitateli tohoto zlomku g,

ve jmenovateli g mol⁻¹

→ výsledný podíl má logicky jednotku mol

Pro určení **počtu atomů** použijeme **Avogadrovu konstantu**, která nám říká, že v každém molu látky je 6,022 10²³ částic (atomů, molekul, iontů atd.). Můžeme tedy zapsat následující trojčlenku:

1 mol Zn 6,022 10²³ atomů

3,2574 10⁻¹ mol Zn x atomů

$$x = 1,96 10^{23} \text{ atomů}$$

Pozor, **vždy zaokrouhlujeme až konečný výsledek!** Mezivýsledky buď nezaokrouhlujeme vůbec, nebo je zapíšeme s vyšší přesností, než je přesnost konečného výsledku.

Látkové množství zinku je v této trojčlence ne konečný výsledek operace, ale pouze mezivýsledek, proto jeho hodnotu příliš nezaokrouhlujeme.

Počet platných číslic u výsledku

Číslo v operacích s nejmenším počtem platných číslic je 21,3 g (zinku) – má **3 platné číslice**
→ počet platných číslic výsledku bude 3, tedy 1,96 10²³ atomů.

Úkol 26

Zadání:

Chalkopyrit, jehož vzorec je CuFeS₂, je hlavní ruda mědi. Určete hmotnost mědi obsažené v 7,42 t chalkopyritu.

$$A_r(\text{Cu}) = 63,546$$

$$A_r(\text{Fe}) = 55,845$$

$$A_r(\text{S}) = 32,066$$

Vyberte variantu, ve které jsou uvedeny správné výsledky (včetně správného počtu platných číslic):

a) 2,57 t

b) 3,267 t

c) 1,98 t

d) 2,5695 t

Řešení: a)

Pomocí **hmotnostního zlomku** určíme, kolik procent chalkopyritu tvoří měď:

$$w = \frac{x \cdot A_r}{M_r}, \text{ kde}$$

w je hmotnostní zlomek,

A_r atomová relativní hmotnost daného prvku, jehož obsah chceme určit (zde mědi),

x je počet atomů daného prvku ve sloučenině (zde pro Cu v CuFeS_2 je $x = 1$, ale např. pro S v CuFeS_2 $x = 2$),

M_r je molekulová relativní hmotnost celé sloučeniny (zde chalkopyritu)

Konkrétně pro určení obsahu mědi v chalkopyritu můžeme výše uvedený vztah přepsat následovně:

$$w(\text{Cu}) = \frac{1 \cdot A_r(\text{Cu})}{M_r(\text{CuFeS}_2)}$$

Přímo ze zadání víme, že $A_r(\text{Cu}) = 63,546$. A z atomových relativních hmotností prvků určíme, že molekulová relativní hmotnost chalkopyritu je 183,523 - tj. $M_r(\text{CuFeS}_2)$.

Dosazení:

$$w(\text{Cu}) = \frac{63,546}{183,523}$$

$w(\text{Cu}) = 0,3463 \rightarrow$ po vynásobení stem získáme hodnotu v procentech, tj. 34,63%.

Co jsme tedy zjistili? To, že chalkopyrit je z 34,63% tvořen mědí, nebo také že každých 100 tun chalkopyritu obsahuje 34,63 tun mědi.

Nyní se podívejme na **jednotky**. Jednotku výsledku si můžeme jednoduše odvodit: v čitateli i ve jmenovateli hmotnostního zlomku jsou bezrozměrná čísla \rightarrow výsledný podíl je tudíž logicky taktéž bezrozměrný (tj. bez jednotky).

Nyní určíme hmotnost mědi v 7,42 t chalkopyritu. Možností je několik, např. trojčlenka:

100% 7,42 t chalkopyritu

34,63% x t mědi

x = 2,57 t mědi

Nyní se pojdme podívat na **počet platných číslic u výsledku**.

Operace, které jsme prováděli, byly dělení a násobení. Rozhodující tedy je počet **platných číslic** u čísla s nejmenším počtem platných číslic, tedy:

7,42 t (chalkopyritu) – **3 platné číslice** \rightarrow výsledek tedy musí mít právě 3 platné číslice, proto jeho správný tvar je 2,57 t.

Úkol 27

Zadání:

Úplnou dehydratací 4,00 g hydrátu síranu železitého klesla hmotnost na 2,85 g. Určete vzorec hydrátu. A sloučeninu správně pojmenujte.

$$M_m(\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3) = 399,88 \text{ g mol}^{-1}$$

$$M_m(\text{H}_2\text{O}) = 18,02 \text{ g mol}^{-1}$$

Řešení: výsledek je v komentáři vyznačen modře

Hledáme sloučeninu, jejíž vzorec zatím můžeme zapsat následovně: $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$.
Potřebujeme tedy zjistit velikost x . Ale jak? Tak, že určíme poměr látkového množství síranu železitého a látkového množství vody v daném hydrátu.

$$m(\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}) = 4,00 \text{ g}$$

$$m(\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3) = 2,85 \text{ g}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = m(\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}) - m(\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3)$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 4,00 - 2,85$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 1,15 \text{ g}$$

Přímo ze zadání víme, že:

$$M_m(\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3) = 399,88 \text{ g mol}^{-1}$$

$$M_m(\text{H}_2\text{O}) = 18,02 \text{ g mol}^{-1}$$

Nyní již známe vše potřebné a můžeme spočítat látková množství a to pomocí vztahu:

$$n = \frac{m}{M_m}, \text{ kde}$$

m je hmotnost dané látky a M_m je molární hmotnost, tedy hmotnost 1 molu dané látky.

Látkové množství síranu železitého:

$$n(\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3) = \frac{2,85}{399,88}$$

$$n(\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3) = 0,00713 \text{ mol}$$

Látkové množství vody:

$$n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{1,15}{18,02}$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = 0,0638 \text{ mol}$$

Známe látková množství, tudíž můžeme určit jejich poměr:

$$n(\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3) : n(\text{H}_2\text{O}) = 0,00713 : 0,0638$$

$$n(\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3) : n(\text{H}_2\text{O}) = 1 : 9$$

$$\rightarrow x = 9$$

\rightarrow Vzorec hydrátu je $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$. A správný název je **nonahydrát síranu železitého**.

Úkol 28

Zadání:

Spálením 0,400 g uhlovodíku (obsahujícího pouze uhlík a vodík) bylo získáno za standardních podmínek 640 cm³ oxidu uhličitého a 0,514 g vody. Dále víme, že 1 dm³ tohoto uhlovodíku má hmotnost 1,25 g. Určete jeho molekulový vzorec.

$$A_r(\text{O}) = 16,00$$

$$A_r(\text{C}) = 12,01$$

$$A_r(\text{H}) = 1,01$$

Řešení: výsledek je v komentáři vyznačen modře

Nejprve určíme **látkové množství** oxidu uhličitého a **uhlíku**:

$$V(\text{CO}_2) = 640 \text{ cm}^3 = 0,640 \text{ dm}^3$$

$$1 \text{ mol} \dots\dots\dots 22,4 \text{ dm}^3 \quad \text{víme, že 1 mol plynu zaujímá } 22,4 \text{ dm}^3$$

$$\underline{x \text{ mol} \dots\dots\dots 0,640 \text{ dm}^3}$$

$$x = 0,02857 \text{ mol} \rightarrow n(\text{CO}_2) = 0,02857 \text{ mol} \rightarrow \mathbf{n(\text{C}) = 0,02857 \text{ mol}}$$

Dále spočítáme **látkové množství** vody a **vodíku**:

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 0,514 \text{ g}$$

$$M_m(\text{H}_2\text{O}) = 18,02 \text{ g mol}^{-1}$$

$$n = \frac{m}{M_m}$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{0,514}{18,02}$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = 0,02852 \text{ mol}$$

Jak vidíme ve vzorci vody, každý 1 mol H₂O obsahuje 2 moly vodíku, proto:

$$n(\text{H}) = 2 \cdot n(\text{H}_2\text{O}) \rightarrow \mathbf{n(\text{H}) = 0,05704 \text{ mol}}$$

Určení empirického vzorce - obecný vzorec hledané sloučeniny je C_xH_y a platí:

$$x : y = n(\text{C}) : n(\text{H})$$

$$x : y = 0,02857 : 0,05704$$

Abychom dostali celá čísla, poměr nyní vydělíme nejmenším číslem, tedy číslem 0,02857:

$$x : y = 1 : 2 \rightarrow \text{empirický vzorec sloučeniny je } \text{CH}_2, \text{ molekulový vzorec bude } (\text{CH}_2)_n$$

K **určení molekulového vzorce** potřebujeme znát molární hmotnost. Ze zadání víme, že 1 dm³ daného uhlovodíku má hmotnost 1,25 g. A dále víme, že 1 mol plynu zaujímá 22,4 dm³. Těchto poznatků využijeme a zapíšeme následující trojčlenku:

$$1 \text{ dm}^3 \dots\dots\dots 1,25 \text{ g}$$

$$\underline{22,4 \text{ dm}^3 \text{ (tedy 1 mol)} \dots\dots\dots x \text{ g}}$$

$$x = 28,0 \text{ g} \rightarrow M_m((\text{CH}_2)_n) = 28,0 \text{ g mol}^{-1}$$

$$M_m(\text{CH}_2) = 14,03 \text{ g mol}^{-1}$$

$M_m((\text{CH}_2)_n) = 28,0 \text{ g mol}^{-1} \rightarrow$ protože je molární hmotnost sloučeniny **dvojnásobná**, molekulový vzorec sloučeniny je ((CH₂)₂), tedy **C₂H₄**.

5. Chemické rovnice

5.1. Určení oxidačních čísel

Úkol 29

Zadání:

Vyberte varianty, ve kterých jsou doplněna správná oxidační čísla:

- a) $C_2H_4O_2$: C^{+IV} - H^{-I} - O^{-II}
 b) H_5IO_6 : H^{+I} - I^{+VII} - O^{-II}
 c) Mg^{2+} : Mg^0
 d) BaO_2 : Ba^{+IV} - O^{-II}
 e) P_4 : P^0
 f) $C_2H_3O_2^-$: C^{+I} - H^{+I} - O^{-II}
 g) Na : Na^{+I}
 h) SeO_4^{2-} : Se^{-II} - O^{-II}
 i) Cl_2 : Cl^{-I}
 j) HPO_4^{2-} : H^{+I} - P^{+VII} - O^{-II}
 k) HgS : Hg^{+I} - S^{-I}
 l) NH_4^+ : N^{+III} - H^{-I}

Řešení: b) + e)

Základní pravidla pro určení oxidačních čísel

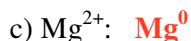
případ	oxidační číslo	příklady	
volný prvek	0	$H_2^0, Ne^0, N_2^0, O_2^0, O_3^0, Br_2^0$	
ve sloučeninách	prvky 1. skupiny	+I	$Li_2^{+I}O, Na_2^{+I}CO_3, K^{+I}OH$
	prvky 2. skupiny	+II	$Mg^{+II}O, Ca^{+II}CO_3, Ba^{+II}SO_4$
vodík ve sloučeninách	nejčastěji	+I	$NH_3^{+I}, NaOH^{+I}, C_2H_4^{+I}O$
	v hydridech kovů	-I	$LiH^{-I}, CaH_2^{-I}, AlH_3^{-I}$
kyslík ve sloučeninách	nejčastěji	-II	$CaO^{-II}, HNO_3^{-II}, Al(O^{-II}H)_3$
	v peroxidech	-I, tedy $(O_2)^{-II}$	$H_2O_2^{-I}, Na_2O_2^{-I}, CaO_2^{-I}$
	v hyperoxidech	$(O_2)^{-I}$	$K(O_2)^{-I}, Rb(O_2)^{-I}, Cs(O_2)^{-I}$
sloučenina	součet všech ox. čísel je roven nule	$KMn^{+VII}O_4$ $BaS^{+VI}O_4$	
ion	součet všech ox. čísel je roven náboji iontu	$Br^- \rightarrow$ ox. č. bromu je -I $PO_4^{3-} \rightarrow$ ox. č. fosforu je +V	



Jedná se o běžnou organickou sloučeninu, vodík má tedy ox. č. **+I**, kyslík **-II**. Jelikož součet všech oxidačních čísel ve sloučenině musí být roven nule, ox. č. uhlíku můžeme určit z následující rovnice:

$$2x + 4 \cdot (+1) + 2 \cdot (-2) = 0 \rightarrow \underline{x = 0}$$

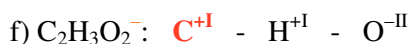
→ oxidační číslo každého z uhlíků je 0, tj. správně C^0 - H^{+I} - O^{-II} .



Jedná se o jednoatomový kation, náboj kationu je tudíž zároveň oxidačním číslem hořčíku, tedy Mg^{+II} .

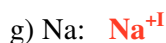


Pozor, baryum je prvek 2. skupiny v periodické tabulce prvku. Za normálních okolností je tedy jeho oxidační číslo +II. Sloučenina BaO_2 tedy není oxid, ale peroxid. Proto Ba^{+II} - O^{-I} .



Jedná se o běžnou organickou sloučeninu, vodík má tedy ox. č. **+I**, kyslík **-II**. Jelikož součet všech oxidačních čísel v iontu musí být roven **náboji iontu**, ox. č. uhlíku můžeme určit z následující rovnice:

$$2x + 3 \cdot (+1) + 2 \cdot (-2) = -1 \rightarrow \underline{x = 0}, \text{ tj. správně } C^0 - H^{+I} - O^{-II}.$$

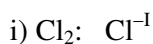


Jedná se o volný prvek, a proto: Na^0 .

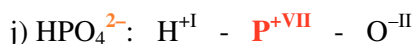


Protože součet všech oxidačních čísel v iontu musí být roven **náboji iontu**, ox. č. selenu můžeme určit z následující rovnice:

$$x + 4 \cdot (-2) = -2 \rightarrow \underline{x = 6}, \text{ tj. správně } Se^{+VI} - O^{-II}.$$



Jedná se o volný prvek, a proto: Cl^0 .



Jelikož součet všech oxidačních čísel v iontu musí být roven **náboji iontu**, ox. č. fosforu můžeme určit z následující rovnice:

$$1 \cdot (+1) + x + 4 \cdot (-2) = -2 \rightarrow \underline{x = 5}, \text{ tj. správně } H^{+I} - P^{+V} - O^{-II}.$$



Pozor, sulfidový anion je formálně odvozen od H_2S a jeho ox. č. je **-II**, proto Hg^{+II} - S^{-II} .



Jedná se o sloučeninu vodíku a dusíku (tedy nekovu), ox. č. vodíku je +I. A protože součet všech oxidačních čísel v iontu musí být roven **náboji iontu**, ox. č. dusíku můžeme určit z následující rovnice:

$$x + 4 \cdot (+1) = +1 \rightarrow \underline{x = -3}, \text{ tj. správně } N^{-III} - H^{+I}.$$

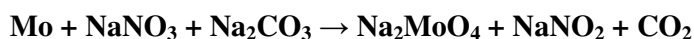
5.2. Vyčíslení chemických rovnic

V této podkapitole je užito při vyrovnávání chemických rovnic následujícího grafického značení: stechiometrický koeficient už známe a **počet atomů prvku v této sloučenině či iontu právě zjišťujeme**.

Úkol 30

Zadání:

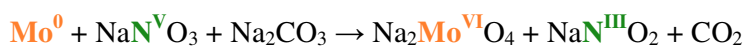
Vyčíslete následující rovnici a reaktanty a produkty správně pojmenujte:



Názvy reaktantů a produktů: viz tabulka

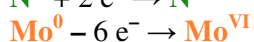
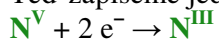
Reaktanty		Produkty	
vzorec	název	vzorec	název
Mo	molybden	Na_2MoO_4	molybdenan sodný
NaNO_3	dusičnan sodný	NaNO_2	dusitan sodný
Na_2CO_3	uhličitan sodný	CO_2	oxid uhličitý

Protože jde o redoxní rovnici, určíme nejprve oxidační čísla těch prvků, které mění oxidační číslo.

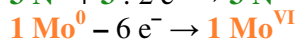
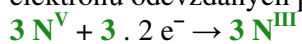


V této rovnici **se redukuje N** a **oxiduje se Mo**.

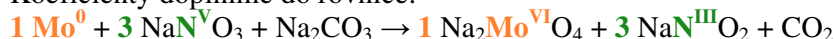
Teď zapíšeme jednotlivé poloreakce:



Poloreakce upravíme tak, aby počet elektronů přijatých při redukci byl stejný jako počet elektronů odevzdaných při oxidaci:

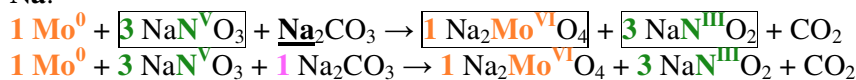


Koeficienty doplníme do rovnice:

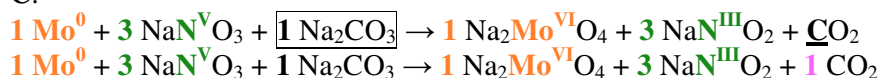


Nyní provedeme další úpravy tak, aby byl počet atomů každého prvku stejný na levé a pravé straně rovnice.

Na:



C:

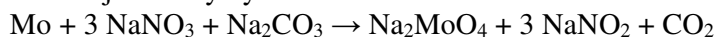


Všechny koeficienty jsme doplnili. Ověříme tedy, zda je i počet atomů kyslíku stejný na obou stranách rovnice. O: 12 = 12

Nakonec zkontrolujeme, že jsou skutečně všechny prvky vyrovnané:

1 Mo, 3 N, 5 Na, 1 C, 12 O = 1 Mo, 3 N, 5 Na, 1 C, 12 O

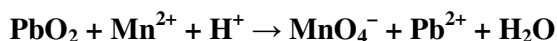
Dostali jsme tedy vyčíslenou rovnici:



Úkol 31

Zadání:

Vyčíslete následující rovnici a reaktanty a produkty správně pojmenujte:

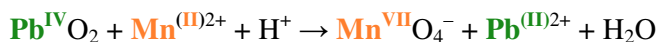


Řešení: $5 \text{ PbO}_2 + 2 \text{ Mn}^{2+} + 4 \text{ H}^+ \rightarrow 2 \text{ MnO}_4^- + 5 \text{ Pb}^{2+} + 2 \text{ H}_2\text{O}$

Názvy reaktantů a produktů jsou uvedeny v následující tabulce:

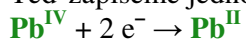
Reaktanty		Produkty	
vzorec	název	vzorec	název
PbO ₂	oxid olovičitý	MnO ₄ ⁻	anion manganistanový
Mn ²⁺	kation manganatý	Pb ²⁺	kation olovnatý
H ⁺	kation vodíku, proton (v rovnici značí kyselé prostředí)	H ₂ O	voda

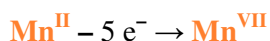
Jelikož jde o redoxní rovnici, určíme nejprve oxidační čísla těch prvků, které mění oxidační číslo.



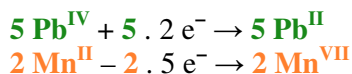
Redukuje se tedy **Pb** a oxiduje se **Mn**.

Tedy zapíšeme jednotlivé poloreakce:

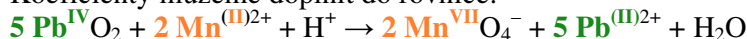




Poloreakce upravíme je tak, aby počet elektronů přijatých při redukci byl stejný jako počet elektronů odevzdaných při oxidaci:

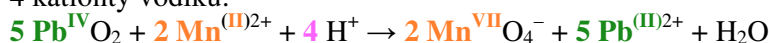


Koeficienty můžeme doplnit do rovnice:

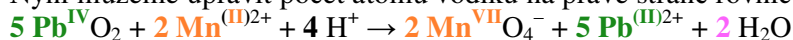


Nyní provedeme další úpravy tak, aby byl počet atomů každého prvku stejný na levé a pravé straně rovnice. Zároveň vidíme, že rovnice je **iontová**, tudíž **celkový náboj na levé straně musí být roven celkovému náboji na straně pravé**.

U uvedené rovnice si už v této fázi vyčíslování můžeme spočítat náboj pravé strany: +8. Aby tedy náboj levé strany rovnice byl rovněž +8, potřebujeme na levé straně rovnice právě 4 kationty vodíku:

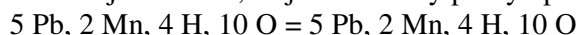


Nyní můžeme upravit počet atomů vodíku na pravé straně rovnice:



Všechny koeficienty jsme právě doplnili. Ověříme tedy, zda je i počet atomů kyslíku stejný na obou stranách rovnice. **O**: 10 = 10

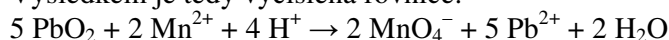
Následuje kontrola, že jsou všechny prvky opravdu vyrovnány:



Neboť je to rovnice iontová, nakonec ještě zkontrolujeme, že jsou vyrovnány **náboje**:

$$\begin{aligned} 0 + 2(+2) + 4(+1) &\rightarrow 2(-1) + 5(+2) + 0 \\ +8 &= +8 \end{aligned}$$

Výsledkem je tedy vyčíslená rovnice:



Úkol 32

Zadání:

Napište následující reakci rovnicí a rovnicí správně vyčíslete:

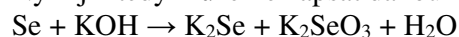
Reakcí selenu a hydroxidu draselného vznikl selenid draselný, seleničitan draselný a voda.



Abychom mohli správně zapsat celou rovnici, musíme umět zapsat vzorce reaktantů a produktů:

Reaktanty		Produkty	
název	vzorec	název	vzorec
selen	Se	selenid draselný	K ₂ Se
hydroxid draselný	KOH	seleničitan draselný	K ₂ SeO ₃
		voda	H ₂ O

Nyní již tedy můžeme zapsat danou reakci chemickou rovnicí:

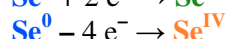
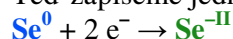


Jde o redoxní rovnici, určíme tedy nejprve oxidační čísla těch prvků, u kterých se mění oxidační číslo.

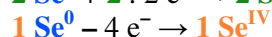
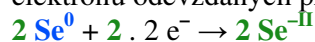


Redukuje se tedy **Se** a **oxiduje se** **taktéž Se**. Jedná se o tzv. **disproporcionaci**, tedy děj, při kterém se daný prvek zčásti oxiduje a zároveň zčásti redukuje, takže z prvku ve středním oxidačním čísle vznikne tento prvek v nižším a ve vyšším oxidačním čísle.

Tedy zapíšeme jednotlivé poloreakce:



Poloreakce je třeba upravit tak, aby počet elektronů přijatých při redukcí byl stejný jako počet elektronů odevzdaných při oxidaci:



Jak tedy určíme koeficient u **Se⁰** na levé straně rovnice?

Následovně, výsledný koeficient je **součtem** obou koeficientů v poloreakcích:

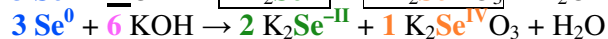


Dosud zjištěné koeficienty doplníme do rovnice:



Nyní provedeme další úpravy tak, aby byl počet atomů každého prvku stejný na levé a pravé straně rovnice.

K:



H:



Všechny koeficienty jsme doplnili. Ověříme tedy, zda je i počet atomů kyslíku stejný na obou stranách rovnice. **O:** 6 = 6

Nakonec zkontrolujeme, že jsou všechny prvky skutečně vyrovnaný:
 3 Se, 6 K, 6 H, 6 O = 3 Se, 6 K, 6 H, 6 O

Vyčíslená rovnice: $3 \text{ Se} + 6 \text{ KOH} \rightarrow 2 \text{ K}_2\text{Se} + 1 \text{ K}_2\text{SeO}_3 + 3 \text{ H}_2\text{O}$

Úkol 33

Zadání:

Vyčíslete následující rovnici a reaktanty a produkty správně pojmenujte:

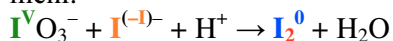


Řešení: $\text{IO}_3^- + 5 \text{ I}^- + 6 \text{ H}^+ \rightarrow 3 \text{ I}_2 + 3 \text{ H}_2\text{O}$

Názvy reaktantů a produktů jsou uvedeny v této tabulce:

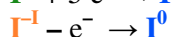
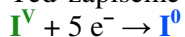
Reaktanty		Produkty	
vzorec	název	vzorec	název
IO_3^-	anion jodičnanový	I_2	jod
I^-	anion jodidový	H_2O	voda
H^+	kation vodíku, proton (v rovnici značí kyselé prostředí)		

Jelikož jde o redoxní rovnici, určíme nejprve oxidační čísla těch prvků, které oxidační číslo mění.

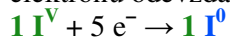


Redukuje se tedy **I** a **oxiduje taktéž se I**. Konkrétně se zde jedná o tzv. **komproporcionaci** nebo **synproporcionaci** (opak disproportionace). Je to taková reakce, při které z prvku ve vyšším a nižším oxidačním čísle vzniká tento prvek ve středním oxidačním čísle.

Tedy zapíšeme jednotlivé poloreakce:



Poloreakce upravíme je tak, aby počet elektronů přijatých při redukci byl stejný jako počet elektronů odevzdaných při oxidaci:



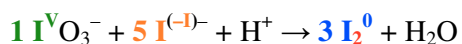
Jak tedy určíme koeficient u I_2^0 na pravé straně rovnice?

Následovně, nejprve sečteme dílčí koeficienty u I^0 na pravé straně poloreakcí:



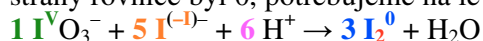
V rovnici není I^0 , ale I_2^0 : tedy $6 \text{ I}^0 = 3 \text{ I}_2^0$. Výsledný koeficient je tedy **3**.

Koeficienty můžeme doplnit do rovnice:

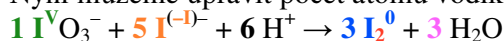


Nyní provedeme další úpravy tak, aby byl počet atomů každého prvku stejný na levé a pravé straně rovnice. Zároveň vidíme, že rovnice je **iontová**, tudíž **náboj na levé straně musí být roven náboji na straně pravé**.

U uvedené rovnice si už můžeme spočítat náboj pravé strany rovnice: 0. Aby tedy náboj levé strany rovnice byl 0, potřebujeme na levé straně právě 6 kationtů vodíku:

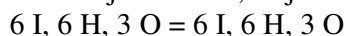


Nyní můžeme upravit počet atomů vodíku na pravé straně rovnice:

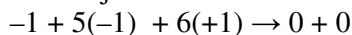


Doplnili jsme tedy do rovnice všechny koeficienty. Ověříme teď tedy, zda je i počet atomů kyslíku stejný na obou stranách rovnice. **O**: 3 = 3

Následuje kontrola, že jsou všechny prvky opravdu vyrovnány:



Jelikož je to rovnice iontová, nakonec ještě zkontrolujeme, že jsou vyrovnány **náboje**:



$$0 = 0$$

Dostali jsme tedy vyčíslenou rovnici: $\text{IO}_3^- + 5 \text{ I}^- + 6 \text{ H}^+ \rightarrow 3 \text{ I}_2 + 3 \text{ H}_2\text{O}$

Úkol 34

Zadání:

Napište následující reakci rovnicí a rovnicí správně vyčíslete:

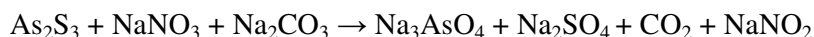
Tavením sulfidu arsenitého, dusičnanu sodného a uhličitanu sodného vznikl tetraoxoarseničnan sodný, síran sodný, oxid uhličitý a dusitan sodný.



Abychom mohli správně zapsat celou rovnici, musíme znát vzorce reaktantů a produktů:

Reaktanty		Produkty	
název	vzorec	název	vzorec
sulfid arsenitý	As_2S_3	tetraoxoarseničnan sodný	Na_3AsO_4
dusičnaný sodný	NaNO_3	síran sodný	Na_2SO_4
uhličitan sodný	Na_2CO_3	oxid uhličitý	CO_2
		dusitan sodný	NaNO_2

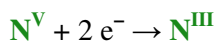
Nyní již tedy můžeme zapsat danou reakci chemickou rovnicí:



Jelikož jde o redoxní rovnici, určíme tedy nejprve oxidační čísla těch prvků, které mění oxidační číslo.



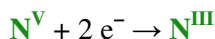
Redukuje se tedy **N** a **oxiduje se As a také S**. Jedná se o rovnici, ve které 3 prvky mění oxidační číslo. Zapišeme tedy celkem 3 poloreakce.



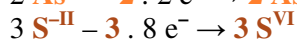
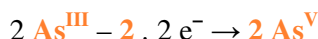
$2 \text{As}^{\text{III}} - 2 \cdot 2 \text{e}^- \rightarrow 2 \text{As}^{\text{V}}$ Jelikož je na levé straně rovnice As_2S_3 , **2** atomy As zohledníme.

$3 \text{S}^{-\text{II}} - 3 \cdot 8 \text{e}^- \rightarrow 3 \text{S}^{\text{VI}}$ Protože je na levé straně rovnice As_2S_3 , **3** atomy S tu zohledníme.

Poloreakce je třeba upravit tak, aby počet elektronů přijatých při redukci (zde u **N**) byl stejný jako počet elektronů odevzdaných při oxidaci (v tomto případě u **As** a **S**):



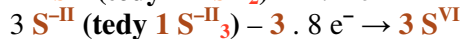
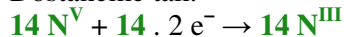
Počet elektronů přijatých při redukci: 2



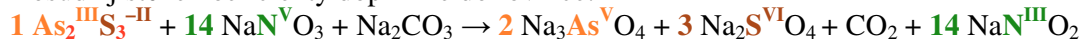
Počet elektronů odevzdaných při oxidaci: $4 + 24 = 28$

→ první poloreakci tedy vynásobíme číslem 14

Dostaneme tak:

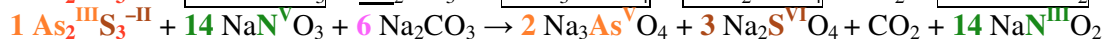
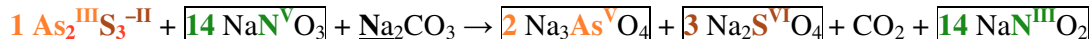


Dosud zjištěné koeficienty doplníme do rovnice:

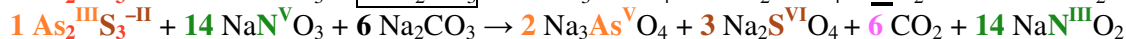


Nyní provedeme další úpravy tak, aby byl počet atomů každého prvku stejný na levé a pravé straně rovnice.

Na:



C:

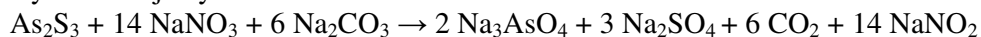


Všechny koeficienty jsme doplnili. Ověříme tedy, zda je i počet atomů kyslíku stejný na obou stranách rovnice. **O:** $60 = 60$

Nakonec zkontrolujeme, že jsou všechny prvky vyrovnané:

26 Na, 2 As, 6 C, 14 N, 60 O = 26 Na, 2 As, 6 C, 14 N, 60 O

Výsledkem je vyčíslená rovnice:



Úkol 35

Zadání:

Napište následující reakci rovnicí a rovnici správně vyčíslete:

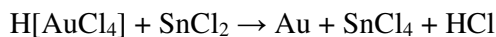
Reakcí kyseliny tetrachlorozlatité a chloridu cínatého vzniká zlato, chlorid cíničitý a kyselina chlorovodíková.



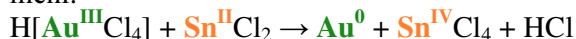
Abychom mohli správně zapsat celou rovnici, musíme znát vzorce reaktantů a produktů:

Reaktanty		Produkty	
název	vzorec	název	vzorec
kyselina tetrachlorozlatitá	$\text{H}[\text{AuCl}_4]$	zlato	Au
chlorid cínatý	SnCl_2	chlorid cíničitý	SnCl_4
		kyselina chlorovodíková	HCl

Nyní již tedy můžeme zapsat danou reakci chemickou rovnicí:

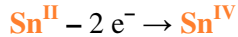
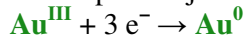


Protože jde o redoxní rovnici, nejdříve určíme oxidační čísla těch prvků, které oxidační číslo mění.

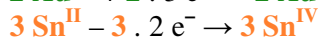
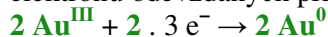


Redukuje se tedy Au a oxiduje se Sn.

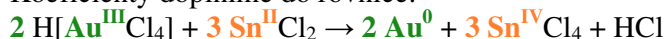
Tedy zapíšeme jednotlivé poloreakce:



Poloreakce upravíme je tak, aby počet elektronů přijatých při redukci byl stejný jako počet elektronů odevzdaných při oxidaci:

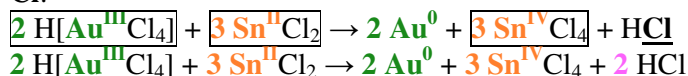


Koeficienty doplníme do rovnice:



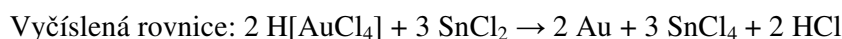
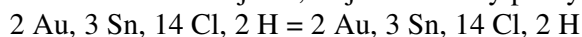
Následně provedeme další úpravy tak, aby byl počet atomů každého prvku stejný na levé a pravé straně rovnice.

Cl:



Všechny koeficienty jsme doplnili. Ověříme tedy, zda je i počet atomů vodíku stejný na obou stranách rovnice. **H:** 2 = 2

Nakonec zkontrolujeme, že jsou všechny prvky vyrovnané:

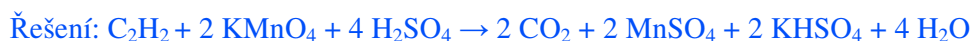


Úkol 36

Zadání:

Napište následující reakci rovnicí a rovnicí správně vyčíslete:

Reakcí ethynu, manganistanu draselného a kyseliny sírové vznikl oxid uhličitý, síran manganatý, hydrogensíran draselný a voda.



K tomu, abychom mohli správně zapsat celou rovnici, musíme znát vzorce reaktantů a produktů:

Reaktanty		Produkty	
název	vzorec	název	vzorec
ethyn	C_2H_2	oxid uhličitý	CO_2
manganistan draselný	KMnO_4	síran manganatý	MnSO_4
kyselina sírová	H_2SO_4	hydrogensíran draselný	KHSO_4
		voda	H_2O

Nyní již tedy můžeme zapsat danou reakci chemickou rovnicí:



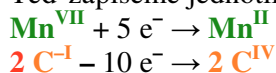
Je to redoxní rovnice, první tedy určíme oxidační čísla těch prvků, které oxidační číslo mění.



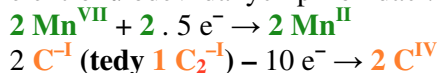
Jak určit oxidační číslo uhlíku v ethynu C_2H_2 ? Vodík má ox. č. **+I**. Jelikož součet všech oxidačních čísel ve sloučenině musí být roven nule, ox. č. uhlíku můžeme určit z následující rovnice: $2x + 2 \cdot (+1) = 0 \rightarrow \underline{x = -1} \rightarrow$ oxidační číslo každého z uhlíků je **-I**.

Redukuje se Mn a oxiduje se C.

Ted' zapíšeme jednotlivé poloreakce:



Poloreakce upravíme je tak, aby počet elektronů přijatých při redukci byl stejný jako počet elektronů odevzdaných při oxidaci:

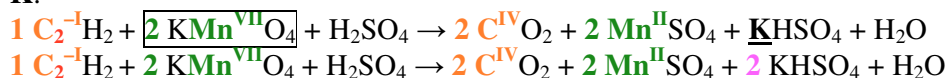


Koeficienty doplníme do rovnice:



Následně provedeme další úpravy tak, aby byl počet atomů každého prvku stejný na levé a pravé straně rovnice.

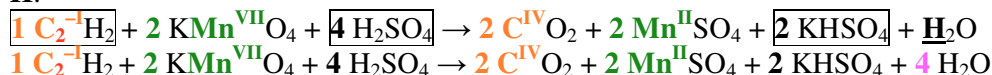
K:



S:

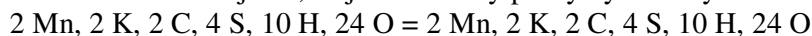


H:



Všechny koeficienty jsme doplnili. Ověříme tedy, zda je i počet atomů vodíku stejný na obou stranách rovnice. **O:** 24 = 24

Nakonec zkontrolujeme, že jsou všechny prvky vyrovnány:



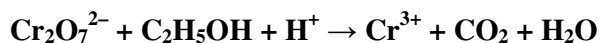
Vyčíslená rovnice:



Úkol 37

Zadání:

Vyčíslete následující rovnici a reaktanty a produkty správně pojmenujte:



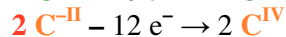
Názvy reaktantů a produktů jsou uvedeny v této tabulce:

Reaktanty		Produkty	
vzorec	název	vzorec	název
$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$	dichromanový anion	Cr^{3+}	kation chromitý
$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	ethanol	CO_2	oxid uhličitý
H^+	kation vodíku, proton (v rovnici značí kyselé prostředí)	H_2O	voda

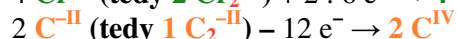
Jelikož jde o redoxní rovnici, určíme nejprve oxidační čísla těch prvků, které mění oxidační číslo. $\text{Cr}_2^{\text{VI}}\text{O}_7^{2-} + \text{C}_2^{-\text{II}}\text{H}_5\text{OH} + \text{H}^+ \rightarrow \text{Cr}^{(\text{III})3+} + \text{C}^{\text{IV}}\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O}$

Jak určit oxidační číslo uhlíku v ethanolu $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$? Vodík má tedy ox. č. **+I**, kyslík **-II**. Jelikož součet všech oxidačních čísel ve sloučenině musí být roven nule, ox. č. uhlíku určíme z této rovnice: $2x + 6 \cdot (+1) + 1 \cdot (-2) = 0 \rightarrow \underline{\underline{x = -2}} \rightarrow$ oxidační číslo každého z uhlíků je **-II**.

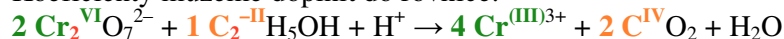
Redukuje se tedy **Cr** a **oxiduje se C**. Nyní zapíšeme jednotlivé poloreakce:



Poloreakce upravíme je tak, aby počet elektronů přijatých při redukci byl stejný jako počet elektronů odevzdaných při oxidaci:



Koeficienty můžeme doplnit do rovnice:

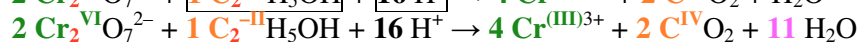
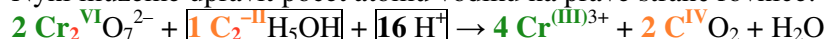


Nyní provedeme další úpravy tak, aby byl počet atomů každého prvku stejný na levé a pravé straně rovnice. Zároveň vidíme, že rovnice je **iontová**, tudíž **náboj na levé straně musí být roven náboji na straně pravé**.

U uvedené rovnice si už můžeme spočítat náboj pravé strany: +12. Aby tedy náboj levé strany rovnice byl taktéž +12, potřebujeme právě 16 kationtů vodíku:

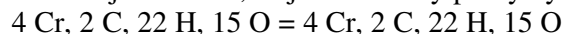


Nyní můžeme upravit počet atomů vodíku na pravé straně rovnice:

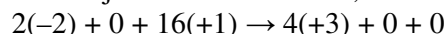


Doplňili jsme tedy do rovnice všechny koeficienty. Ověříme teď tedy, zda je i počet atomů kyslíku stejný na obou stranách rovnice. **O**: 15 = 15

Následuje kontrola, že jsou všechny prvky vyrovnané:



Jelikož je to rovnice iontová, nakonec ještě zkontrolujeme, že jsou vyrovnané **náboje**:



$$+12 = +12$$



5.3. Výpočty z chemických rovnic

Úkol 38

Zadání:

Dusík může být připraven následující reakcí probíhající za vysokých teplot:



Uvedenou rovnicí správně vyčíslete a spočítejte, kolik dm^3 amoniaku a kolik g oxidu měďnatého je třeba na přípravu $17,0 \text{ dm}^3$ dusíku.

$$A_r(\text{Cu}) = 63,546$$

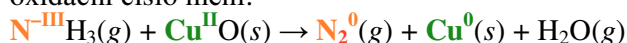
$$A_r(\text{O}) = 15,999$$

$$A_r(\text{N}) = 14,007$$

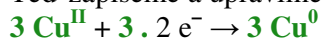
$$A_r(\text{H}) = 1,0079$$

Řešení: výsledky jsou v komentáři vyznačeny modře

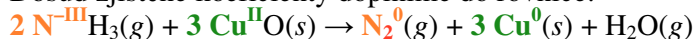
Evidentně se jedná o redoxní rovnici, proto nejdříve určíme oxidační čísla těch prvků, které oxidační číslo mění:



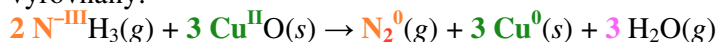
Tedy zapíšeme a upravíme jednotlivé poloreakce:



Dosud zjištěné koeficienty doplníme do rovnice:



Nyní provedeme další úpravy – vyrovnáme atomy vodíku, pak ověříme, zda je i počet atomů kyslíku stejný na obou stranách rovnice a nakonec zkontrolujeme, že jsou všechny prvky vyrovnané:



Výsledkem je vyčíslená rovnice:



Objem dusíku převedeme na látkové množství. Využijeme k tomu poznatek, že **1 mol plynu** za normálních podmínek ($T = 273,15 \text{ K}$, $p = 101,325 \text{ kPa}$) zaujímá **$22,4 \text{ dm}^3$** .

$$1 \text{ mol N}_2 \dots\dots\dots 22,4 \text{ dm}^3$$

$$x \text{ mol N}_2 \dots\dots\dots 17,0 \text{ dm}^3$$

$$x = 0,760 \text{ mol N}_2$$

Určení objemu amoniaku

Z rovnice vyplývá:

$$1 \text{ mol N}_2 \dots\dots\dots 2 \text{ moly NH}_3$$

→ trojčlenku tedy zapíšeme takto:

$$\begin{array}{l}
 1 \text{ mol N}_2 \dots\dots\dots 44,8 \text{ dm}^3 \text{ NH}_3 \text{ (tedy } 2 \cdot 22,4 \text{ dm}^3 \text{ NH}_3\text{)} \\
 0,760 \text{ mol N}_2 \dots\dots\dots x \text{ dm}^3 \text{ NH}_3 \\
 \hline
 \underline{x = 34,0 \text{ dm}^3 \text{ NH}_3}
 \end{array}$$

Určení hmotnosti oxidu měďnatého

$$M_r(\text{CuO}) = 79,545$$

Z rovnice vyplývá:

$$1 \text{ mol N}_2 \dots\dots\dots 3 \text{ moly CuO}$$

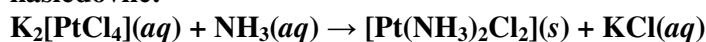
→ trojčlenku tedy zapíšeme takto:

$$\begin{array}{l}
 1 \text{ mol N}_2 \dots\dots\dots 238,635 \text{ g CuO (tedy } 3 \cdot 79,545 \text{ g CuO)} \\
 0,760 \text{ mol N}_2 \dots\dots\dots x \text{ g CuO} \\
 \hline
 \underline{x = 181 \text{ g CuO}}
 \end{array}$$

Úkol 39

Zadání:

Cisplatina $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2]$ je látka vykazující protinádorové účinky. Lze ji syntetizovat následovně:



Uvedenou rovnici správně vyčíslete a spočítejte procentuální výtěžek reakce, jestliže z 50,0 g $\text{K}_2[\text{PtCl}_4]$ bylo při nadbytku amoniaku připraveno 34,5 g cisplatiny.

$$A_r(\text{Pt}) = 195,08$$

$$A_r(\text{K}) = 39,098$$

$$A_r(\text{Cl}) = 35,453$$

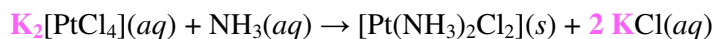
$$A_r(\text{N}) = 14,007$$

$$A_r(\text{H}) = 1,0079$$

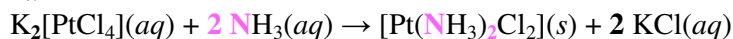
Řešení: výsledky jsou v komentáři vyznačeny modře

Jak je vidět, rovnice redoxní není. K jejímu vyčíslení nám v tomto případě postačí jednoduché úpravy.

K:

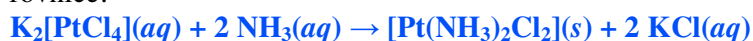


N:



$$\text{Pt: } 1 = 1, \text{ Cl: } 4 = 4, \text{ H: } 6 = 6$$

Nakonec zkontrolujeme, že jsou všechny prvky vyrovnané. A výsledkem je vyčíslená rovnice:



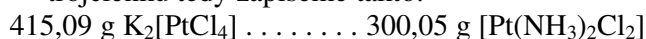
Abychom mohli spočítat procentuální výtěžek, musíme nejprve spočítat **výtěžek teoretický**.
Určíme tedy molekulové relativní hmotnosti látek $K_2[PtCl_4]$ a $[Pt(NH_3)_2Cl_2]$:

látka	M_r
$K_2[PtCl_4]$	415,09
$[Pt(NH_3)_2Cl_2]$	300,05

Z rovnice vyplývá:



→ trojčlenku tedy zapíšeme takto:



procentuální výtěžek = (praktický výtěžek/teoretický výtěžek) . 100

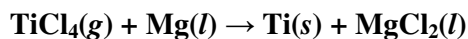
Ze zadání víme, že praktický výtěžek je 34,5 g. A spočítali jsme, že teoretický výtěžek reakce je 36,0 g.

$$\text{procentuální výtěžek} = (34,5/36,0) \cdot 100 = \underline{95,8 \%}$$

Úkol 40

Zadání:

Titan je možné získat následující reakcí, která probíhá za vysokých teplot (950 – 1150 °C):



Uvedenou rovnici správně vyčíslete a vypočítejte, kolik by bylo třeba chloridu titaničitého na výrobu 10,5 kg titanu, pokud by byl výtěžek reakce 90,0 %.

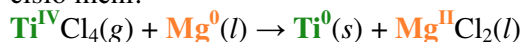
$$A_r(Ti) = 47,867$$

$$A_r(Cl) = 35,453$$

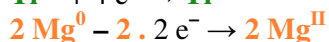
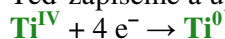
$$A_r(Mg) = 24,305$$

Řešení: výsledky jsou v komentáři vyznačeny **modře**

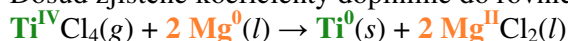
Jelikož se jedná o redoxní rovnici, nejdříve určíme oxidační čísla těch prvků, které oxidační číslo mění:



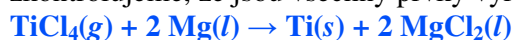
Ted' zapíšeme a upravíme jednotlivé poloreakce:



Dosud zjištěné koeficienty doplníme do rovnice:



Nyní ověříme, zda je i počet atomů chloru stejný na obou stranách rovnice a nakonec zkontrolujeme, že jsou všechny prvky vyrovnané. Výsledkem je vyčíslená rovnice:



Určení hmotnosti chloridu titaničitého

Z rovnice vyplývá:

1 mol TiCl_4 1 mol Ti

$$M_r(\text{TiCl}_4) = 189,68$$

$$A_r(\text{Ti}) = 47,867$$

→ trojčlenku zapíšeme takto:

$$\begin{array}{r} 189,68 \text{ g TiCl}_4 \dots\dots\dots 47,867 \text{ g Ti} \\ \underline{x \text{ g TiCl}_4 \dots\dots\dots 1,05 \cdot 10^4 \text{ g Ti}} \\ x = 4,1608 \cdot 10^4 \text{ g TiCl}_4 \text{ při výtěžku reakce } 100 \% \end{array}$$

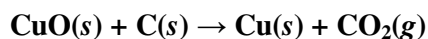
Pokud by byl **výtěžek reakce 90 %**, je třeba použít chloridu titaničitého více, abychom dostali potřebné množství produktu:

$$\begin{array}{r} 90 \% \dots\dots\dots 4,1608 \cdot 10^4 \text{ g TiCl}_4 \\ \underline{100 \% \dots\dots\dots x \text{ g TiCl}_4} \\ x = 4,62 \cdot 10^4 \text{ g TiCl}_4 = \underline{\underline{46,2 \text{ kg TiCl}_4}} \end{array}$$

Úkol 41

Zadání:

Koks se často používá k průmyslovému získávání kovů z jejich oxidů. Jestliže koks, který máme právě k dispozici, obsahuje 95 % uhlíku a zbylých 5 % nečistot, vypočítejte, kolik koksu je třeba na reakci se 100 kg oxidu měďnatého:



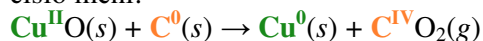
$$A_r(\text{Cu}) = 63,546$$

$$A_r(\text{O}) = 15,999$$

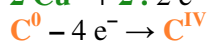
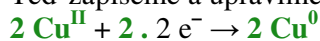
$$A_r(\text{C}) = 12,011$$

Řešení: výsledky jsou v komentáři vyznačeny **modře**

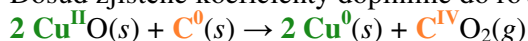
Jelikož se jedná o redoxní rovnici, nejdříve určíme oxidační čísla těch prvků, které oxidační číslo mění:



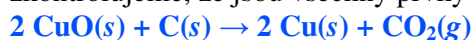
Teď zapíšeme a upravíme jednotlivé poloreakce:



Dosud zjištěné koeficienty doplníme do rovnice:



Nyní ověříme, zda je i počet atomů kyslíku stejný na obou stranách rovnice a nakonec zkontrolujeme, že jsou všechny prvky vyrovnané. Výsledkem je vyčíslená rovnice:



Určení hmotnosti koksu

Z rovnice vyplývá:

2 moly CuO 1 mol C

$$M_r(\text{CuO}) = 79,545$$

$$A_r(\text{C}) = 12,011$$

→ trojčlenku zapíšeme takto:

$$\begin{array}{r} 159,09 \text{ g CuO (tedy } 2 \cdot 79,545) \dots\dots\dots 12,011 \text{ g C} \\ \underline{1,00 \cdot 10^5 \text{ g CuO (100 kg = } 10^5 \text{ g)} \dots\dots\dots x \text{ g C}} \\ x = 7,550 \cdot 10^3 \text{ g C} \end{array}$$

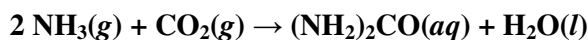
K dispozici ale máme koks s 95 % uhlíku a 5 % nečistot. Musíme ho tedy použít více:

$$\begin{array}{r} 95 \% \dots\dots\dots 7,550 \cdot 10^3 \text{ g C} \\ \underline{100 \% \dots\dots\dots x \text{ g koksu}} \\ x = 7,95 \cdot 10^3 \text{ g C} = \underline{\underline{7,95 \text{ kg koksu}}} \end{array}$$

Úkol 42

Zadání:

Močovina se připravuje reakcí amoniaku s oxidem uhličitým, viz reakce:



Vypočítejte, kolik močoviny vzniklo při reakci 318,6 g amoniaku s 571,0 g oxidu uhličitého.

$$M_m(\text{NH}_3) = 17,03 \text{ g mol}^{-1}$$

$$M_m(\text{CO}_2) = 44,01 \text{ g mol}^{-1}$$

$$M_m((\text{NH}_2)_2\text{CO}) = 60,06 \text{ g mol}^{-1}$$

Řešení: výsledek je v komentáři vyznačen modře

Nejprve spočítáme látkové množství amoniaku a oxidu uhličitého. Použijeme následující vztah:

$$n = \frac{m}{M_m}, \text{ kde}$$

n je látkové množství (jednotka mol),

m je hmotnost dané látky (jednotka g),

M_m je molární hmotnost dané látky (jednotka g mol^{-1}).

Látkové množství amoniaku:

$$n(\text{NH}_3) = \frac{318,6}{17,03}$$

$$n(\text{NH}_3) = 18,71 \text{ mol}$$

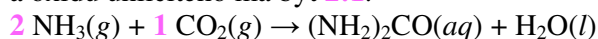
Látkové množství oxidu uhličitého:

$$n(\text{CO}_2) = \frac{571,0}{44,01}$$

$$n(\text{CO}_2) = 12,97 \text{ mol}$$

Určení limitního reagentu

V zadání je uvedena vyčíslená rovnice a z ní víme, že poměr látkových množství amoniaku a oxidu uhličitého má být **2:1**.



$$\text{Tedy: } \frac{n(\text{NH}_3)}{n(\text{CO}_2)} = 2$$

Nyní spočítáme poměr látkových množství amoniaku a oxidu uhličitého.

- Pokud bude tento poměr **roven 2**, pak jsou NH_3 a CO_2 ve stechiometrickém poměru.
- Jestliže bude poměr **větší než 2**, je v nadbytku amoniak.
- A pokud bude poměr **menší než 2**, je v nadbytku oxid uhličitý.

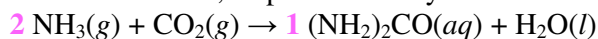
$$\frac{n(\text{NH}_3)}{n(\text{CO}_2)} = \frac{18,71}{12,97} = 1,443$$

→ poměr je **menší než 2** → v nadbytku je oxid uhličitý a **limitním reagentem je amoniak**

Hmotnost močoviny

Množství močoviny, které při zadané reakci vzniklo, je dáno množstvím limitního reagentu, tedy v tomto případě množstvím amoniaku.

Z rovnice vidíme, že poměr látkových množství amoniaku a močoviny je **2:1**.



Víme, že: $n(\text{NH}_3) = 18,71 \text{ mol}$ → látkové množství močoviny je poloviční, tedy $n((\text{NH}_2)_2\text{CO}) = 9,355 \text{ mol}$. A dále také víme, že $M_m((\text{NH}_2)_2\text{CO}) = 60,06 \text{ g mol}^{-1}$.

Nyní tedy můžeme vypočítat hmotnost močoviny dosazením do jednoduchého vztahu:

$$m = n \cdot M_m$$

$$m = 9,355 \cdot 60,06$$

$$m = \underline{\underline{561,9 \text{ g}}}$$

6. Roztoky

6.1. Vyjádření koncentrace roztoku

Úkol 43

Zadání:

Vyjádřete hmotnostním zlomkem složení roztoku připraveného rozpuštěním 12,0 g chlorečnanu draselného ve 100,0 g vody:

- a) 0,120
 - b) 0,12
 - c) 0,107
 - d) 0,1071
-

Řešení: c)

Hmotnostní zlomek zapíšeme následovně:

$$w_A = \frac{m_A}{m_R}, \text{ kde}$$

w_A je hmotnostní zlomek látky A,

m_A je hmotnost látky A,

m_R je hmotnost **celého roztoku**.

Pojďme se podívat i na jednotky. Jelikož m_A a m_R jsou uvedeny ve stejných jednotkách (nejčastěji v gramech), hmotnostní zlomek w_A , což je podíl uvedených hmotností, je bezrozměrný, tedy bez jednotky. Dodejme, že po vynásobení stem získáme hodnotu v hmotnostních procentech.

Ze zadání víme, že: $m_A = m(\text{KClO}_3) = 12,0 \text{ g}$.

A hmotnost **celého roztoku** určíme jednoduše – je to **součet hmotnosti chlorečnanu draselného a vody**:

$$m_R = m(\text{KClO}_3) + m(\text{H}_2\text{O})$$

$$m_R = 12,0 + 100,0$$

$$m_R = 112,0 \text{ g}$$

Nyní můžeme dosadit do výše uvedeného vztahu:

$$w_A = \frac{12,0}{112,0}$$

A výsledek zaokrouhlíme na správný počet platných číslic – zde na 3 platné číslice:

$$\underline{w_A = 0,107} \text{ (tj. 10,7 \%)}$$

Komentář k jednotlivým variantám:

a) 0,120

Hmotnost celého roztoku není jen 100 g (jak se někteří studenti nesprávně domnívají) a hmotnostní zlomek pak tudíž nevypadá takto:

$$w_A = \frac{12,0}{100,0}$$

$w_A = 0,120$ (tj. 12,0 %)

b) 0,12

Viz komentář k variantě a). Navíc uveden nesprávný počet platných číslic.

c) 0,107

Správně.

d) 0,1071

Zde je uveden nesprávný počet platných číslic.

Úkol 44

Zadání:

Určete, jakou hmotnost dusičnanu draselného a jaký objem vody budeme potřebovat k přípravě 50,0 g jeho roztoku o procentuální koncentraci 12,5 %.

$$A_r(\text{K}) = 39,1$$

$$A_r(\text{O}) = 16,0$$

$$A_r(\text{N}) = 14,01$$

a) 12,5 g KNO_3 a 37,5 cm^3 vody

b) 6,25 g KNO_3 a 43,8 cm^3 vody

c) 12,5 g KNO_3 a 50,0 cm^3 vody

d) 8,50 g KNO_3 a 41,5 cm^3 vody

Řešení: b)

Vyjdeme ze vztahu pro hmotnostní zlomek w_A :

$$w_A = \frac{m_A}{m_R}$$

(kde m_A je hmotnost látky A, m_R je hmotnost celého roztoku).

Z výše uvedeného vztahu vyjádříme hmotnost látky A: $m_A = w_A \cdot m_R$.

Ze zadání víme, že procentuální koncentrace roztoku je 12,5 %, tedy $w_A = 0,125$.

A dále též víme, že $m_R = 50,0$ g.

Nyní můžeme dosadit:

$$m_A = 0,125 \cdot 50,0$$

$m_A = 6,25 \text{ g}$ → na přípravu roztoku potřebujeme **6,25 g dusičnanu draselného**

Hmotnost vody zjistíme následovně:

$$m(\text{H}_2\text{O}) = m_R - m_A$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 50,0 - 6,25$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 43,8 \text{ g}$$

Jelikož hustota vody je 1 g cm^{-3} , **objem vody** potřebný k přípravě roztoku je **43,8 cm³**.

Úkol 45

Zadání:

Určete hmotnost hydroxidu sodného potřebného k přípravě 500 cm³ roztoku o koncentraci 0,15 mol dm⁻³.

$$M_m(\text{NaOH}) = 40 \text{ g mol}^{-1}$$

- a) 3000 g
 - b) 30 g
 - c) 3,0 g
 - d) 0,3 g
-

Řešení: b)

Vztah pro **molární koncentraci c**:

$$c = \frac{n}{V}, \text{ kde}$$

n je látkové množství dané látky,
 V je objem roztoku.

A základní vztah pro **látkové množství n**:

$$n = \frac{m}{M_m}, \text{ kde}$$

m je hmotnost dané látky,
 M_m je molární hmotnost.

Propojením obou vztahů dostaneme:

$$c = \frac{m}{M_m V}$$

Ze vztahu pro molární koncentraci vyjádříme hmotnost: $m = c \cdot M_m \cdot V$

$$c(\text{NaOH}) = 0,15 \text{ mol dm}^{-3}$$

$$M_m(\text{NaOH}) = 40 \text{ g mol}^{-1}$$

$$V = 500 \text{ cm}^3 \rightarrow \text{před dosazením je nutné převést na stejné jednotky} \rightarrow V = 0,500 \text{ dm}^3$$

Nyní můžeme dosadit a výsledek zaokrouhlíme na správný počet platných číslic:

$$m = 0,15 \cdot 40 \cdot 0,500$$

$$\underline{m = 3,0 \text{ g}}$$

Úkol 46

Zadání:

Jaký objem roztoku dusičnanu draselného o koncentraci 80 mmol dm^{-3} je možné připravit z $2,5 \text{ g}$ dusičnanu draselného?

$$M_m(\text{KNO}_3) = 101,1 \text{ g mol}^{-1}$$

a) $0,31 \text{ dm}^3$

b) $3 \cdot 10^{-4} \text{ dm}^3$

c) $0,3091 \text{ dm}^3$

d) $0,309 \text{ dm}^3$

Řešení: a)

Vydeme z tohoto vztahu pro molární koncentraci c :

$$c = \frac{n}{V} = \frac{m}{M_m V}$$

(kde n je látkové množství dané látky, V je objem roztoku, m je hmotnost dané látky, M_m je molární hmotnost)

Z výše uvedeného vztahu vyjádříme objem roztoku V :

$$V = \frac{n}{c} = \frac{m}{M_m c}$$

$$m(\text{KNO}_3) = 2,5 \text{ g}$$

$$M_m(\text{KNO}_3) = 101,1 \text{ g mol}^{-1}$$

$$c(\text{KNO}_3) = 80 \text{ mmol dm}^{-3} \rightarrow \text{nutné převést na stejné jednotky} \rightarrow c(\text{KNO}_3) = 0,080 \text{ mol dm}^{-3}$$

Nyní již můžeme dosadit a výsledek zaokrouhlit na správný počet platných číslic:

$$V = \frac{2,5}{101,1 \cdot 0,080}$$

$$\underline{V = 0,31 \text{ dm}^3}$$

Úkol 47

Zadání:

Vypočítejte, jaká hmotnost dekahydrátu síranu sodného je třeba na přípravu 250 g 5,00% roztoku Na_2SO_4 .

$$M_m(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 142,04 \text{ g mol}^{-1}$$

$$M_m(\text{H}_2\text{O}) = 18,02 \text{ g mol}^{-1}$$

a) 28,4 g

b) 21,7 g

c) 16,2 g

d) 12,5 g

Řešení: a)

Nejprve určíme **hmotnost síranu sodného v roztoku**. Vydeme ze vztahu pro hmotnostní zlomek w , ze kterého vyjádříme hmotnost m :

$$w = \frac{m}{m_R} \rightarrow m(\text{Na}_2\text{SO}_4) = w \cdot m_R$$

$$w = 0,0500$$

$$m_R = 250 \text{ g}$$

Dosazení:

$$m(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 0,0500 \cdot 250$$

$$m(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 12,5 \text{ g}$$

Ze zadání víme, že $M_m(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 142,04 \text{ g mol}^{-1}$.

A spočítáme, že $M_m(\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 322,2 \text{ g mol}^{-1}$.

Nyní je třeba určit, jaká hmotnost dekahydrátu odpovídá 12,5 g bezvodého síranu sodného:

$$142,04 \text{ g Na}_2\text{SO}_4 \dots\dots\dots 322,2 \text{ g Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$$

$$\underline{12,5 \text{ g Na}_2\text{SO}_4 \dots\dots\dots x \text{ g Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}}$$

$$\underline{x = 28,4 \text{ g Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}}$$

Úkol 48

Zadání:

Určete procentuální koncentraci roztoku kyseliny sírové o molární koncentraci $2,00 \text{ mol dm}^{-3}$ a o hustotě $1,1206 \text{ g cm}^{-3}$.

$$A_r(\text{S}) = 32,1$$

$$A_r(\text{O}) = 16,0$$

$$A_r(\text{H}) = 1,01$$

- a) 18,7 %
 - b) 19,1 %
 - c) 17,5 %
 - d) 16,9 %
-

Řešení: c)

Uvažujme, že máme 1 dm³ uvedeného roztoku kyseliny sírové. A jelikož známe hustotu, můžeme určit hmotnost celého roztoku m_R .

$$\rho = \frac{m}{V} \rightarrow m_R = \rho V$$

$$V = 1 \text{ dm}^3$$
$$\rho = 1,1206 \text{ g cm}^{-3} = 1120,6 \text{ g dm}^{-3}$$

Známe vše potřebné, můžeme tedy dosadit:

$$m_R = 1120,6 \cdot 1$$

$$m_R = 1120,6 \text{ g}$$

Dále víme, že molární koncentrace daného roztoku je 2,00 mol dm⁻³, což znamená, že každý 1 dm³ roztoku obsahuje právě 2 moly rozpuštěné látky. A toto látkové množství převedeme na hmotnost rozpuštěné látky.

$$n = \frac{m}{M_m} \rightarrow m = n \cdot M_m$$

$$n = 2,00 \text{ mol}$$

$$\text{A spočítáme, že: } M_m = 98,12 \text{ g mol}^{-1}.$$

Nyní můžeme dosadit:

$$m = 2,00 \cdot 98,12$$

$$m = 196,24 \text{ g}$$

Hmotnostní zlomek w pak zapíšeme následovně:

$$w = \frac{m}{m_R}$$

(kde m je hmotnost dané látky, m_R je hmotnost celého roztoku).

Dosazení:

$$w = \frac{196,24}{1120,6}$$

$w = 0,175 \rightarrow$ po vynásobení stem dostaneme hodnotu v % \rightarrow tedy 17,5 %

6.2. Ředění roztoků

Úkol 49

Zadání:

V laboratoři bylo smícháno 130 g 32,0% roztoku hydroxidu draselného se 100 cm³ vody a 16,1 g pevného KOH. Určete procentuální koncentraci výsledného roztoku.

Řešení: výsledek je v komentáři vyznačen modře

Pro míchání roztoků platí rovnice látkové bilance, kterou pro tři roztoky můžeme obecně zapsat následovně:

$$m_1w_1 + m_2w_2 + m_3w_3 = (m_1 + m_2 + m_3)w$$

→ z uvedené rovnice vyjádříme procentuální koncentraci výsledného roztoku w :

$$w(\%) = \frac{m_1w_1 + m_2w_2 + m_3w_3}{m_1 + m_2 + m_3}$$

V zadaném příkladu bylo smícháno:

1) 130 g 32,0% roztoku KOH

$$m_1 = 130 \text{ g}$$

$$w_1 = 32,0 \%$$

2) 100 cm³ vody

$$m_2 = 100 \text{ g (hustota vody je totiž } 1 \text{ g cm}^{-3}\text{)}$$

$$w_2 = 0 \%$$

3) 16,1 g pevného KOH

$$m_3 = 16,1 \text{ g}$$

$$w_3 = 100 \%$$

Vše, co potřebujeme, známe. Můžeme tedy nyní dosadit:

$$w(\%) = \frac{130 \cdot 32,0 + 100 \cdot 0 + 16,1 \cdot 100}{130 + 100 + 16,1}$$

$$w(\%) = 23,4 \%$$

Pozn.:

Jelikož jsme chtěli určit výslednou koncentraci v %, dosazovali jsme i w_1 , w_2 a w_3 v %, jak je ostatně výše vidět. Také bychom ale mohli dosazovat w_1 , w_2 a w_3 jako hmotnostní zlomky, tedy takto:

$$w_1 = 0,320$$

$$w_2 = 0$$

$$w_3 = 1$$

Výsledek by pak byl $w = 0,234$. Vynásobením stem bychom pak získali hodnotu v %, tedy 23,4 %.

Úkol 50

Zadání:

Jaký objem vody bylo nutno odpařit z 200 g 10,1% roztoku hydroxidu sodného, abychom získali 35,0% roztok?

- a) 153 cm³
 - b) 137 cm³
 - c) 142 cm³
 - d) 148 cm³
-

Řešení: c)

Použijeme rovnici látkové bilance. Protože vodu nepřidáváme, ale **odpařujeme**, je nutné použít znaménko **minus**:

$$m_1 w_1 - m_2 w_2 = (m_1 - m_2) w$$

Z rovnice vyjádříme **hmotnost vody** m_2 :

$$m_2 = \frac{m_1 (w - w_1)}{w - w_2}$$

Výchozí roztok: 200 g 10,1% roztoku NaOH

$$m_1 = 200 \text{ g}$$

$$w_1 = 10,1 \%$$

Voda, kterou bylo nutno odpařit:

$$m_2 = ? \text{ (vypočítáme)}$$

$$w_2 = 0 \%$$

Výsledný roztok:

$$w = 35,0 \%$$

Nyní můžeme dosadit do výše uvedeného vztahu pro m_2 a spočítat hmotnost vody:

$$m_2 = \frac{200(35,0 - 10,1)}{35,0 - 0}$$

$$m_2 = 142 \text{ g}$$

→ Jelikož je hustota vody 1 g cm⁻³, **objem vody**, který bylo nutno odpařit, je **142 cm³**.