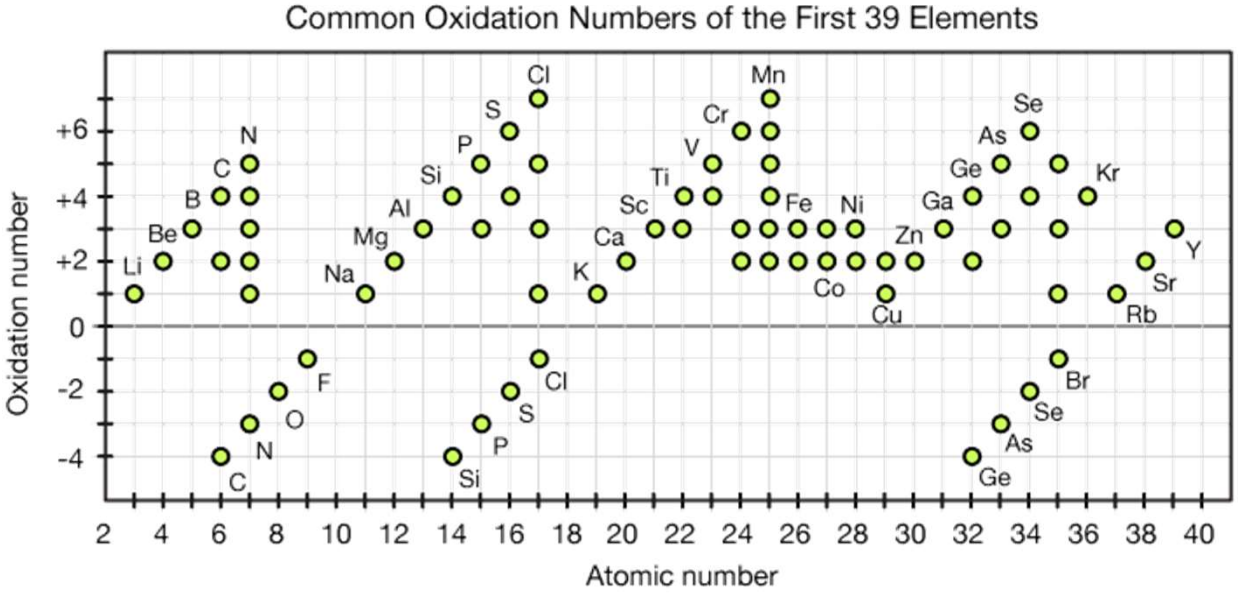
Oxidační číslo

Oxidační číslo prvku ve sloučenině je výslednému náboji (skutečnému nebo myšlenému), který by daný atom získal při úplné polarizaci všech svých vazeb. Jde o formální pojem, často neodpovídá skutečné elektronové konfiguraci v molekule. píše se římskou číslicí, vpravo nahoře od značky prvku.



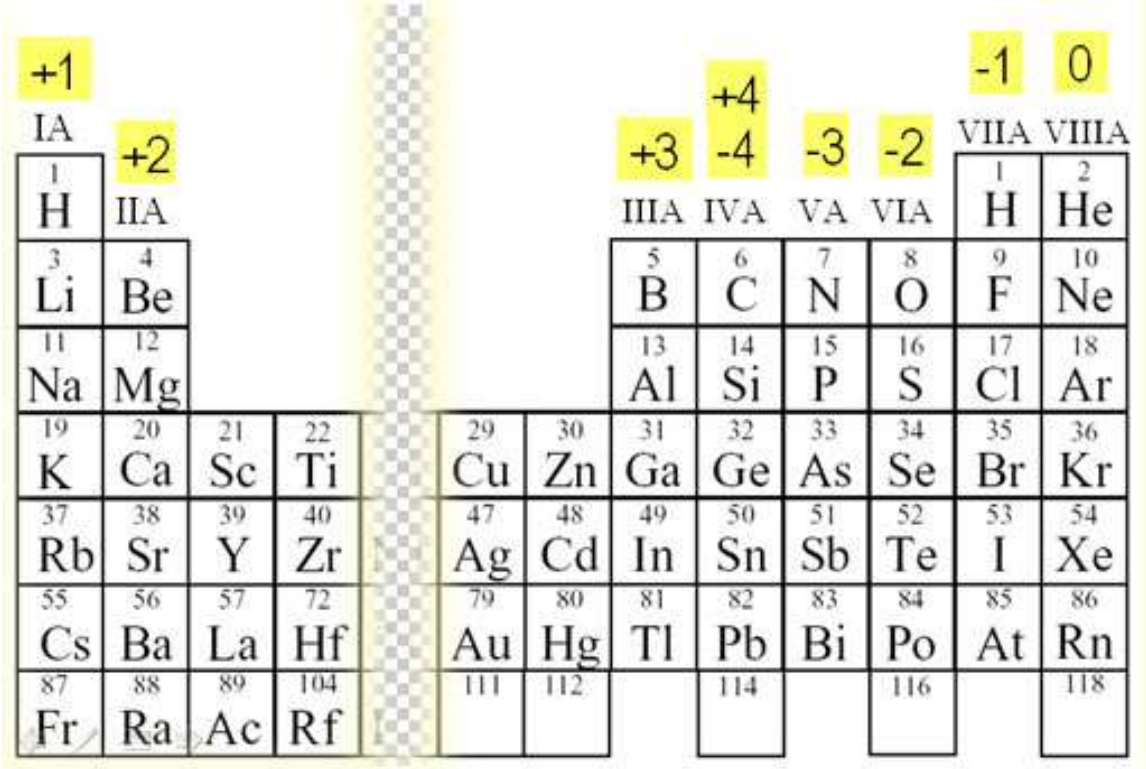
!! Součet oxidačních čísel všech atomů v elektroneutrální molekule je roven nule.

!! Součet oxidačních čísel všech atomů v iontu je roven jeho náboji.

Volný atom má oxidační číslo nula.

Maximální oxidační číslo je u nekovů rovno číslu skupiny.

Minimální oxidační číslo je u nekovů rovno číslu skupiny - 8.



Přehled oxidačních čísel vybraných prvků ve sloučeninách

Symbol prvku	Hodnota oxidačního čísla	
	záporná	kladná
H	−I	I
O	−I, −II	
Li, Na, K, Rb, Cs, Ag		I
Mg, Ca, Sr, Ba, Zn		II
Cu, Hg		I, II
Au		III
Fe, Co		II, III
Al		III
Cr		III, VI
C	−IV	II, IV
Si	−IV	IV
Sn, Pb		II, IV
N	−III	I, II, III, IV, V
S	−II	IV, VI
P, As, Sb	−III	III, V
Mn		II, III, IV, VI, VII
Cl, Br, I	−I	I, III, V, VII
Os, Ru		IV, VIII
F	−I	

Examples

CO_2 CO C CH_4 H_2 Cl_2 HCl

(+4)(-2) (+2)(-2) (0) (-4)(+1) (0) (0) (+1)(-1)

$NaCl$ $KMnO_4$ ZnO CaF_2

(+1)(-1) (+1)(+7)(-2) (+2)(-2) (+2)(-1)

O_2 O_3 HO_2 H_2O_2 H_2O OF_2

(0) (0) (+1)(-1/2) (+1)(-1) (+1)(-2) (+2)(-1)

Sl.No	Oxidation number of the element	In the compound	Calculation
1	C	CO_2	$x + 2(-2) = 0$ $x = +4$
2	S	H_2SO_4	$2(+1) + x + 4(-2) = 0$ $2 + x - 8 = 0$ $x = +6$
3	Cr	$Cr_2O_7^{2-}$	$2x + 7(-2) = -2$ $2x - 14 = -2$ $x = +6$
4	C	CH_2F_2	$x + 2(+1) + 2(-1) = 0$ $x = 0$
5	S	SO_2	$x + 2(-2) = 0$ $x = +4$

Vyčíslování chemických rovnic

ROVNICE BEZE ZMĚNY OXIDAČNÍHO ČÍSLA (NEREDOXNÍ ROVNICE)

Neredoxní rovnice jsou rovnice chemických reakcí, při kterých nedochází ke změně oxidačního čísla žádného z atomů. Na zjišťování stechiometrických koeficientů v rovnicích neredoxních reakcí neexistuje žádný jednoduchý a zároveň univerzální algoritmus.

- Na začátku najdeme v chemické rovnici látku (reaktant nebo produkt), jejíž vzorec má největší stechiometrické indexy (resp. obsahuje největší počet atomů). Stechiometrický koeficient této látky budeme považovat za jednotkový.
- Potom přidáme koeficienty před látky, které obsahují stejné atomy jako látka s přiděleným jednotkovým koeficientem (podle bilance počtu atomů, případně podle bilance nábojových čísel).
- Postupně přidáváme koeficienty před látky, které ještě nemají přirazené koeficienty na základe počtu atomů v látkách, které už koeficienty mají (opět pomocí bilance počtu atomů, případně podle bilance nábojových čísel).
- Jako předposlední zjišťujeme počty atomů vodíku a podle potřeby doplníme stechiometrické koeficienty.
- Jako poslední zjistíme počty atomů kyslíku na obou stranách rovnice. Tento krok obvykle slouží ke kontrole již získaných koeficientů.

Určete stechiometrické koeficienty rovnic:

a) $H_2 + Cl_2 \longrightarrow HCl$

b) $HCl + ZnO \longrightarrow ZnCl_2 + H_2O$

a) Na levé straně rovnice se Cl a H vyskytují dvakrát. Podle zákona zachování počtu atomů se musí stejný počet atomů nacházet i na pravé straně, proto napíšeme před HCl číslo 2. Výsledná rovnice:

$$H_2 + Cl_2 \longrightarrow 2\,HCl$$

b) Na pravé straně rovnice se Cl nachází dvakrát, ale na levé straně jen jedenkrát. Proto napíšeme před HCl číslo 2. Počet ostatních prvků je stejný na obou stranách.

$$2HCl + ZnO \longrightarrow ZnCl_2 + H_2O$$

Určete stechiometrické koeficienty rovnice:

$$P_4O_{10} + H_2O \rightarrow H_3PO_4$$

Oxidační čísla všech atomů se nemění, rovnice není redoxní.

Nejprve vyhledáme molekulu, v jejímž vzorci jsou nejvyšší hodnoty stechiometrických indexů (tj. obsahuje největší počet atomů). V tomto případě je to P_4O_{10}. Na pravé straně rovnice jsou 4 atomy P, proto před H_3PO_4 bude koeficient 4:

$$P_4O_{10} + H_2O \rightarrow 4H_3PO_4$$

Jedinou látkou, která nemá určený stechiometrický koeficient, je voda. Pokud je na pravé straně 12 atomů H a na levé straně se H nachází jen v H_2O, před molekulou H_2O bude koeficient 6, čím získáme na obou stranách rovnice stejný počet atomů H:

$$\mathbf{P_4O_{10} + 6\ H_2O \rightarrow 4\ H_3PO_4}$$

Správnost stechiometrických koeficientů ověříme spočítáním atomů O na obou stranách rovnice (16 = 16).

Zjistěte stechiometrické koeficienty v této rovnici:

$$K_2SO_4 + Cr_2O_3 + H_2SO_4 + H_2O \rightarrow KCr(SO_4)_2 \bullet 12\ H_2O$$

Oxidační čísla všech atomů se nemění, rovnice není redoxní.

Nejprve vyhledáme molekulu, v jejímž vzorci jsou nejvyšší hodnoty stechiometrických indexů (tj. obsahuje největší počet atomů). V tomto případě je to $KCr(SO_4)_2 \bullet 12\ H_2O$. Předpokládejme, že jeho stechiometrický koeficient má hodnotu 1. Na pravé straně rovnice tak bude jeden atom K. Na její levé straně jsou však v reaktantu K_2SO_4 vázané 2 atomy K. Podobná situace je i u atomů Cr. Proto musíme svůj předpoklad změnit – předpokládejme nyní, že stechiometrický koeficient produktu bude 2. Potom na levé straně rovnice budou 2 atomy K a 2 atomy Cr, takže K_2SO_4 a Cr_2O_3 budou mít koeficient 1 .

$$K_2SO_4 + Cr_2O_3 + H_2SO_4 + H_2O \rightarrow 2\ KCr(SO_4)_2 \bullet 12\ H_2O$$

Na pravé straně jsou 4 atomy S (resp. 4 anionty SO_4^{2-}), na levé straně obsahují S dva reaktanty: K_2SO_4 a H_2SO_4. Jelikož je již před K_2SO_4 koeficient 1 a tato látka obsahuje jeden atom S, před H_2SO_4 dáme koeficient 3:

$$K_2SO_4 + Cr_2O_3 + 3\ H_2SO_4 + H_2O \rightarrow 2\ KCr(SO_4)_2 \bullet 12\ H_2O$$

Zůstal jediný reaktant – H_2O. Na pravé straně je 2 • 12 • 2 = 48 atomů H. Na levé straně obsahují H dva reaktanty – H_2SO_4 a H_2O. Jelikož H_2SO_4 už má již koeficient přidělený, z rozdílu mezi požadovaným počtem atomů H a počtem atomů H vázaných v 3 H_2SO_4 (6) lze zjistit, kolik atomů H musí přinášet H_2O: 48 – 6 = 42. Tolik atomů H obsahuje 21 molekul H_2O, proto před H_2O dáme koeficient 21.

$$K_2SO_4 + Cr_2O_3 + 3\ H_2SO_4 + 21\ H_2O \rightarrow 2\ KCr(SO_4)_2 \cdot 12\ H_2O$$

Správnost stechiometrických koeficientů ověříme spočítáním atomů O na obou stranách rovnice (40 = 40). Jelikož získané stechiometrické koeficienty (1, 1, 3, 21 = 2) už kromě čísla 1 nemají žádného společného dělitele, vyčíslování rovnice je ukončeno.

Určete stechiometrické koeficienty rovnice:

$$V_2O_5 + HF + KOH + H_2O_2 + \rightarrow K_3[V_2O_2(O_2)_3F_3] \bullet HF \bullet 2\ H_2O + H_2O$$

Oxidační čísla všech atomů se nemění, rovnice není redoxní.

Nejprve vyhledáme molekulu, v jejímž vzorci jsou nejvyšší hodnoty stechiometrických indexů (tj. obsahuje největší počet atomů). V tomto případě je to $K_3[V_2O_2(O_2)_3F_3] \bullet HF \bullet 2\ H_2O$. Předpokládejme, že její stechiometrický koeficient je 1. Vzhledem k této skutečnosti přiřadíme stechiometrické koeficienty i reaktantům. V produktu jsou 2 atomy V, proto před V_2O_5 nebude žádný koeficient (t. j. bude tam koeficient 1). Zároveň máme na pravé straně 3 atomy K a 4 atomy F, proto bude před KOH koeficient 3 a před HF koeficient 4:

$$V_2O_5 + 4\ HF + 3\ KOH + H_2O_2 \rightarrow K_3[V_2O_2(O_2)_3F_3] \bullet HF \bullet 2\ H_2O + H_2O$$

Na pravé straně jsou 3 peroxidoligandy (t. j. $(O_2)_3$), proto bude před H_2O_2 koeficient 3.

$$V_2O_5 + 4\ HF + 3\ KOH + 3\ H_2O_2 \rightarrow K_3[V_2O_2(O_2)_3F_3] \bullet HF \bullet 2\ H_2O + H_2O$$

Stechiometrický koeficient pro H_2O získáme spočtením atomů H v reaktantech (4 + 3 + 6 = 13) a od získaného součtu odečteme počet atomů H v prvním produktu (5). Výsledek (13 – 5 = 8) představuje počet atomů H vázaných v H_2O . Před H_2O tedy bude koeficient 4.

$$\mathbf{V_2O_5 + 4\ HF + 3\ KOH + 3\ H_2O_2 \rightarrow K_3[V_2O_2(O_2)_3F_3] \bullet HF \bullet 2\ H_2O + 4\ H_2O}$$

Správnost stechiometrických koeficientů ověříme spočítáním atomů O na obou stranách rovnice (14 = 14). Jelikož získané stechiometrické koeficienty (1, 4, 3, 3 = 1, 4) už nemají kromě čísla 1 žádného společného dělitele, vyčíslovaní rovnice je ukončeno.

Určete stechiometrické koeficienty v rovnici:

$$H_3PO_4 + CaCO_3 \rightarrow Ca_3(PO_4)_2 + CO_2 + H_2O$$

Oxidační čísla všech atomů se nemění, rovnice není redoxní.
Nejprve vyhledáme molekulu, v jejímž vzorci jsou nejvyšší hodnoty stechiometrických indexů (tj. obsahuje největší počet atomů). V tomto případě to je $Ca_3(PO_4)_2$ (jeden z produktů). Předpokládejme, že její stechiometrický koeficient má hodnotu 1 a vzhledem k této skutečnosti přiřadíme stechiometrické koeficienty i reaktantům. Na pravé straně rovnice máme 3 atomy Ca a 2 atomy P, proto před $CaCO_3$ dáme koeficient 3 a před H_3PO_4 koeficient 2:

$$2\ H_3PO_4 + 3\ CaCO_3 \rightarrow Ca_3(PO_4)_2 + CO_2 + H_2O$$

Zbývajícím produktům dáme stechiometrické koeficienty na základě počtu atomů C (pro CO_2) a vodíku (pro H_2O). Na levé straně jsou 3 atomy C, proto na pravé straně bude před CO_2 koeficient 3. Na levé straně rovnice je 6 atomů H, proto před H_2O dáme koeficient 3. Správnost koeficientů ověříme spočtením atomů O na obou stranách rovnice (17 = 17). Jelikož získané stechiometrické koeficienty (2, 3 = 1, 3, 3) nemají kromě čísla 1 žádného společného dělitele, vyčíslování chemické rovnice je ukončeno.

$$\mathbf{2\ H_3PO_4 + 3\ CaCO_3 \rightarrow Ca_3(PO_4)_2 + 3\ CO_2 + 3\ H_2O}$$

a) $Na_2S + H_2SO_4 \longrightarrow Na_2SO_4 + H_2S$
b) $N_2 + H_2 \longrightarrow NH_3$
c) $H_3PO_4 + Ca(OH)_2 \longrightarrow Ca_3(PO_4)_2 + H_2O$
d) $V_2O_5 + KOH \longrightarrow K_3VO_4 + H_2O$
e) $HCl + ZnO \longrightarrow ZnCl_2 + H_2O$
f) $Ca(OH)_2 + NH_4Cl \longrightarrow CaCl_2 + NH_3 + H_2O$
g) $Na_2S + CaCO_3 \longrightarrow Na_2CO_3 + CaS$
h) $ZnSO_4 + BaS \longrightarrow BaSO_4 + ZnS$
i) $BaO_2 + H_2SO_4 \longrightarrow BaSO_4 + H_2O_2$

- a) 1,1,1,1
- b) 1,3,2
- c) 2,3,1,6
- d) 1,6,2,3
- e) 2,1,1,1
- f) 1,2,1,2,2
- g) 1,1,1,1
- h) 1,1,1,1
- i) 1,1,1,1

a) $HNO_3 + P_4O_{10} \longrightarrow HPO_3 + N_2O_5$
b) $As_2S_5 + (NH_4)_2S \longrightarrow (NH_4)_3AsS_4$
c) $Sb_2S_3 + HCl \longrightarrow SbCl_3 + H_2S$
d) $H_2SO_4 + HCl \longrightarrow HSO_3Cl + H_2O$
e) $SiO_2 + HF \longrightarrow SiF_4 + H_2O$
f) $Na_2CrO_4 + H_2SO_4 \longrightarrow Na_2Cr_2O_7 + Na_2SO_4 + H_2O$
g) $K_2Cr_2O_7 + HCl \longrightarrow KCrO_3Cl + H_2O$
h) $PBr_3 + H_2O \longrightarrow H_3PO_3 + HBr$

- a) 4,1,4,2
- b) 1,3,2
- c) 1,6,2,3
- d) 1,1,1,1
- e) 1,4,1,2
- f) 2,1,1,1,1
- g) 1,2,2,1
- h) 1,3,1,3

a) $Ca_3(PO_4)_2 + H_2SO_4 \longrightarrow CaSO_4 + H_3PO_4$

b) $Fe_2(SO_4)_3 + NaOH \longrightarrow Fe(OH)_3 + Na_2SO_4$

c) $K_2TaF_7 + H_2SO_4 + H_2O \longrightarrow Ta_2O_5 + K_2SO_4 + HF$

d) $NaCl + NH_3 + H_2O + CO_2 \longrightarrow NaHCO_3 + NH_4Cl$

e) $Ca(OH)_2 + H_3PO_4 \longrightarrow Ca_3(PO_4)_2 + H_2O$

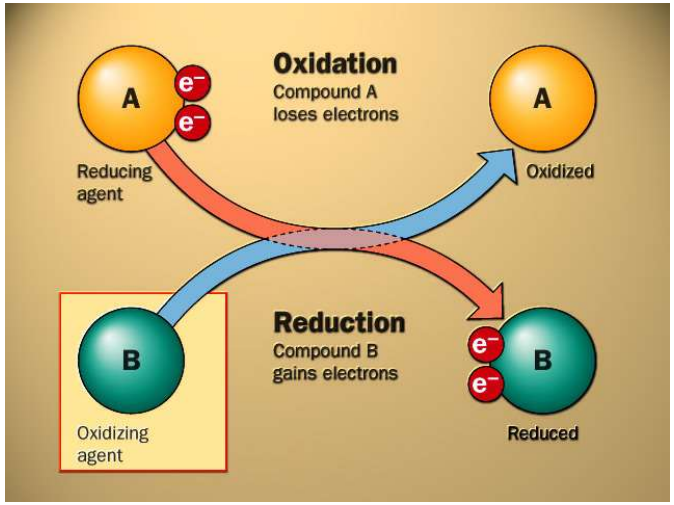
f) $Fe_2S_3 + H_2O \longrightarrow Fe(OH)_3 + H_2S$

g) $AgNO_3 + CuCl_2 \longrightarrow Cu(NO_3)_2 + AgCl$

h) $NaOH + CO_2 \longrightarrow Na_2CO_3 + H_2O$

- a) 1,3,3,2
- b) 1,6,2,3
- c) 2,2,5,1,2,14
- d) 1,1,1,1,1,1
- e) 3,2,1,6
- f) 1,6,2,3
- g) 2,1,1,2
- h) 2,1,1,1

OXIDAČNĚ-REDUKČNÍ (REDOXNÍ) ROVNICE



Při řešení redoxních rovnic dodržujeme obecná pravidla na výpočet stechiometrických koeficientů používáme následující postup:

- Zjistíme oxidační čísla všech atomů v rovnici.
- Napíšeme parciální chemické rovnice pro oxidaci a redukci.
- Matematicky je upravíme tak, aby bylo zachované pravidlo bilance počtu elektronů.
- Obě parciální chemické rovnice sečteme a upravíme, přičemž získáme zkrácenou redoxní rovnici (SRR).
- Získané počty atomů zohledníme v chemické rovnici pomocí stechiometrických koeficientů.
- Na základě bilance počtu atomů přiřadíme stechiometrické koeficienty látkám obsahujícím atomy, které nezměnily oxidační číslo.
- Pokud máme iontovou redoxní rovnici, na zjištění stechiometrických koeficientů využijeme bilanci nábojových čísel.

$$\underset{+1\ +4-2}{H_2SO_3} + \underset{0}{I_2} + \underset{+1\ -2}{H_2O} \rightarrow \underset{+1\ +6\ -2}{H_2SO_4} + \underset{+1-1}{HI}$$

oxidation rxn: $\overset{+4}{S} \rightarrow \overset{+6}{S} + 2\,e^{-1}$

reduction rxn: $\overset{0}{I_2} + 2\,e^{-1} \rightarrow 2\,\overset{-1}{I}$

put in coefficients from above

$H_2SO_3 + I_2 + H_2O \rightarrow H_2SO_4 + 2\,HI$ (balanced)

copper (II) sulphate + zinc -> zinc sulphate + copper

CuSO4 (aq) +Zn (s) -> ZnSO4 (aq) + Cu (s)

Cu 2+ (aq) +2e - -> Cu (s) (reduction)

Zn (s) -> Zn 2+ (aq) + 2e - (oxidation)

overall ionic equation:

+2 which decreased in oxidation state to 0

Cu 2+ (aq) + Zn (s) -> Zn 2+ (aq) + Cu (s)

0 which increased in oxidation state to +2

$$\underset{+1\ -2}{Ag_2S} + \underset{+1+5-2}{HNO_3} \rightarrow \underset{+1+5-2}{AgNO_3} + \underset{+2-2}{NO} + \underset{0}{S} + \underset{+1\ -2}{H_2O}$$

ox. rxn: $\overset{-2}{S^{-2}} \rightarrow \overset{0}{S} + 2\,e^{-1}$ x 3

$3\,\overset{-2}{S^{-2}} \rightarrow 3\,\overset{0}{S} + 6\,e^{-1}$

red. rxn: $\overset{+5}{N} + 3\,e^{-1} \rightarrow \overset{+2}{N}$ x 2

$2\,\overset{+5}{N} + 6\,e^{-1} \rightarrow 2\,\overset{+2}{N}$

put in the coefficients from above

$3\,Ag_2S + 2\,HNO_3 \rightarrow AgNO_3 + 2\,NO + 3\,S + H_2O$

Finish (Ag not balanced, fixing the Ag changes other coefficients)

$3\,Ag_2S + 8\,HNO_3 \rightarrow 6\,AgNO_3 + 2\,NO + 3\,S + 4\,H_2O$

Určete stechiometrické koeficienty v rovnici:

$$Cr + H_2SO_4 \rightarrow Cr_2(SO_4)_3 + H_2$$

Vypočítáme oxidační čísla všech atomů. Zjistíme, že se mění oxidační čísla atomů Cr a H:

$$Cr^0 + H^{I}_2S^{VI}O^{-II}_4 \rightarrow Cr^{III}_2(S^{VI}O^{-II}_4)_3 + H^0_2$$

Napíšeme parciální chemické rovnice oxidace a redukce:

$Cr^0 - 3e^- \rightarrow Cr^{III}$ (oxidace)

$H^I + 1e^- \rightarrow H^0$ (redukce)

Jelikož počet přijatých a odevzdaných elektronů musí být stejný, druhou parciální chemickou rovnici vynásobíme třemi, aby se počet přijatých a odevzdaných elektronů rovnal:

$Cr^0 - 3e^- \rightarrow Cr^{III}$

$3H^I + 3e^- \rightarrow 3H^0$

Obě parciální chemické rovnice sečteme a upravíme:

$Cr^0 - 3e^- \rightarrow Cr^{III}$

$3H^I + 3e^- \rightarrow 3H^0$

$Cr^0 - 3e^- + 3H^I + 3e^- \rightarrow Cr^{III} + 3H^0$

Po úpravě:

$Cr^0 + 3H^I \rightarrow Cr^{III} + 3H^0$

Tato chemická rovnice je zkrácenou formou původní redoxní rovnice a vyjadřuje podstatu redoxního chemického děje (SRR). Číselné hodnoty, které jsme dostali, nejsou stechiometrické koeficienty, ale vyjadřují počty atomů, které musí být na levé a pravé straně rovnice.

Jestliže na levé straně rovnice jsou 3 atomy H, před vzorec H_2SO_4 bychom museli dát zlomek. Stejný problém je s H i na pravé straně rovnice. Proto SRR vynásobíme dvěma:

$$2Cr^{0} + 6H^{I} \rightarrow 2Cr^{III} + 6H^{0}$$

Na levé straně rovnice jsou 2 atomy Cr, proto před Cr bude koeficient 2. Na pravé straně rovnice mají být rovněž 2 atomy Cr, ale ty jsou již zabezpečené stechiometrickým indexem 2 ve vzorci $Cr_2(SO_4)_2$, takže tato látka bude mít koeficient 1:

$$\mathbf{2Cr + 3\ H_2SO_4 \rightarrow Cr_2(SO_4)_3 + 3\ H_2}$$

Určete stechiometrické koeficienty v rovnici :

$$Ca_3(PO_4)_2 + SiO_2 + C \rightarrow P_4 + CaSiO_3 + CO$$

Vypočítame oxidační čísla všech atomů. Zjistíme, že se mění oxidační čísla atomů P a C:

$$Ca^{II}_3(P^{V}O^{-II}_4)_2 + Si^{IV}O^{-II}_2 + C^0 \rightarrow P^0_4 + Ca^{II}Si^{IV}O^{-II}_3 + C^{II}O^{-II}$$

Napíšeme parciální chemické rovnice oxidace a redukce:

$C^0 - 2e^- \rightarrow C^{II}$ (oxidace)

$P^V + 5e^- \rightarrow P^0$ (redukce)

Jelikož počet přijatých a odevzdaných elektronů musí byť stejný, první parciální chemickou rovnici vynásobíme 5, druhou parciální chemickou rovnici vynásobíme 2:

$5C^0 - 10e^- \rightarrow 5C^{II}$

$2P^V + 10e^- \rightarrow 2P^0$

Počet přijatých a odevzdaných elektronů je stejný. Aby se počet přijatých a odevzdaných elektronů rovnal, obě parciální chemické rovnice sečteme a dostaneme SRR:

$5C^0 - 10e^- \rightarrow 5C^{II}$

$2P^V + 10e^- \rightarrow 2P^0$

$5C^0 - 10e^- + 2P^V + 10e^- \rightarrow 5C^{II} + 2P^0$

po úpravě:

$5C^0 + 2P^V \rightarrow 5C^{II} + 2P^0$

Na pravé straně rovnice jsou podle SRR 2 atomy P s oxidačním číslem 0. Ten je však tvořen čtyřatomovými molekulami, takže stechiometrický koeficient by měl zlomkovou hodnotu. Proto SRR vynásobíme číslem 2:

$10C^0 + 4P^V \rightarrow 10C^{II} + 4P^0$

Na pravé straně rovnice jsou potřebné 4 atomy P už zabezpečeny stechiometrickým indexem 4 ve vzorci P_4, takže tato látka bude mít koeficient 1:

$$2Ca_3(PO_4)_2 + SiO_2 + C \rightarrow P_4 + CaSiO_3 + CO$$

Na obou stranách rovnice by mělo být 10 atomů C. Proto před C dáme koeficient 10 a stejně i před vzorec CO:

$$2Ca_3(PO_4)_2 + SiO_2 + 10C \rightarrow P_4 + CaSiO_3 + 10CO$$

Ještě chybí koeficienty před SiO_2 a $CaSiO_3$.

Na levé straně rovnice je 6 atomů Ca, proto před $CaSiO_3$ dáme koeficient 6. To ale znamená, že i na levé straně rovnice musí být 6 atomů Si, proto před SiO_2 dáme koeficient 6.

$$\mathbf{2Ca_3(PO_4)_2 + 6SiO_2 + 10C \rightarrow P_4 + 6CaSiO_3 + 10CO}$$

Řešení ověříme spočítáním atomů O na obou stranách rovnice (28 = 28). Jelikož získané stechiometrické koeficienty (2, 6, 10 = 1, 6, 10) už kromě čísla 1 nemají žádného společného dělitele, vyčíslování rovnice je ukončeno.

Určete stechiometrické koeficienty v rovnici:

$$Cu + HNO_3 \rightarrow Cu(NO_3)_2 + NO_2 + H_2O$$

Vypočítame oxidační čísla všech atomů. Zjistíme, že se mění oxidační čísla atomů Cu a N:

$$Cu^0 + H^{I}N^{V}O^{-II}_3 \rightarrow Cu^{II}(N^{V}O^{-II}_3)_2 + N^{IV}O^{-II}_2 + H^{I}_2O^{-II}$$

Napíšeme parciální chemické rovnice oxidace a redukce:

$Cu^0 - 2e^- \rightarrow Cu^{II}$ (oxidace)

$N^{V} + e^- \rightarrow N^{IV}$ (redukce)

Obě parciální chemické rovnice sečteme:

$Cu^0 - 2e^- \rightarrow Cu^{II}$

$2N^{V} + 2e^- \rightarrow 2N^{IV}$

$Cu^0 - 2e^- + 2N^{V} + 2e^- \rightarrow Cu^{II} + 2N^{IV}$

a po úpravě získáme SRR:

$Cu^0 + 2N^{V} \rightarrow Cu^{II} + 2N^{IV}$

Na obou stranách rovnice by měl být jeden atom Cu, koeficient před Cu a $Cu(NO_3)_2$ bude 1. Na pravé straně rovnice by měly být 2 atomy N s oxidačním číslem IV, proto před NO_2 dáme koeficient 2:

$$Cu + HNO_3 \rightarrow Cu(NO_3)_2 + 2NO_2 + H_2O$$

Na levé straně rovnice by měly být 2 atomy N s oxidačním číslem V, ale před HNO_3 nelze dát koeficient 2, protože ne všechny atomy N se účastnily redoxního procesu. Na pravé straně rovnice máme i atomy N s nezměněným oxidačním číslem – v $Cu(NO_3)_2$. Proto před HNO_3 musíme dát stechiometrický koeficient, který bude větší než ten, který vyplynul z řešení parciálních chemických reakcí.

Tento koeficient tudíž musí zohlednit redoxní i neredoxní proces. Před $Cu(NO_3)_2$ už máme koeficient 1, z toho vyplývá, že jsou v něm vázané 2 atomy N s oxidačním číslem V. Tudíž před HNO_3 dáme koeficient 4: dva atomy dusíku sa zúčastnily na redoxním procesu, dva nezměnily oxidační číslo:

$$Cu + 4HNO_3 \rightarrow Cu(NO_3)_2 + 2NO_2 + H_2O$$

Bez stechiometrického koeficientu zůstává voda. Na levé straně rovnice máme 4 atomy H, proto před H_2O dáme koeficient 2:

$$\mathbf{Cu + 4HNO_3 \rightarrow Cu(NO_3)_2 + 2NO_2 + 2H_2O}$$

Spočítaním atomů kyslíku na obou stranách rovnice (12 = 12) ověříme koeficienty rovnice. Jelikož získané stechiometrické koeficienty (1, 4 = 1, 2, 2) už kromě čísla 1 nemají žádného společného dělitele, vyčíslování rovnice je ukončeno.

Určete stechiometrické koeficienty v rovnici:

$$KMnO_4 + HBr \rightarrow Br_2 + MnBr_2 + KBr + H_2O$$

Vypočítáme oxidační čísla všech atomů, mění se oxidační čísla atomů Mn a Br:

$$K^{I}Mn^{VII}O^{-II}{}_4 + H^{I}Br^{-I} \rightarrow Br^{0}{}_2 + Mn^{II}Br^{-I}{}_2 + K^{I}Br^{-I} + H_2O^{-II}$$

Napíšeme parciální chemické rovnice oxidace a redukce:

$Br^{-I} - 1e^- \rightarrow Br^0$ (oxidace)

$Mn^{VII} + 5e^- \rightarrow Mn^{II}$ (redukce)

První parciální chemickou rovnici vynásobíme pěti a obě rovnice sčítame:

$5Br^{-I} - 5e^- \rightarrow 5Br^0$

$Mn^{VII} + 5e^- \rightarrow Mn^{II}$

$5Br^{-I} - 5e^- + Mn^{VII} + 5e^- = 5Br^0 + Mn^{II}$

a po úpravě získame SRR:

$5Br^{-I} + Mn^{VII} \rightarrow 5Br^0 + Mn^{II}$

Na pravé straně rovnice máme mít podle SRR 5 atomů Br s oxidačním číslem 0. Ten je však tvořen dvouatomovými molekulami, takže stechiometrický koeficient by měl zlomkovou hodnotu. Proto SRR vynásobíme číslem 2:

$10Br^{-I} + 2Mn^{VII} \rightarrow 10Br^0 + 2Mn^{II}$

Získané číselné hodnoty vyjadřují počty atomů, které musí být na levé a pravé straně rovnice. Na obou stranách rovnice mají být 2 atomy Mn, koeficient před $KMnO_4$ a $MnBr_2$ bude 2:

$$2KMnO_4 + HBr \rightarrow Br_2 + 2MnBr_2 + KBr + H_2O$$

Zároveň na levé straně má být 10 atomů Br s oxidačním číslem –I, ale před HBr nemůžeme dát koeficient 10. Na pravé straně rovnice se totiž vyskytují i atomy Br s nezměněným oxidačním číslem –I.

Koeficient před HBr tak musí být větší než 10. Na pravé straně rovnice máme mít 10 atomů Br s oxidačním číslem 0, proto před Br_2 dáme koeficient 5:

$2KMnO_4 + HBr \rightarrow 5Br_2 + 2MnBr_2 + KBr + H_2O$

Na levé straně rovnice máme dva atomy K, proto před KBr dáme koeficient 2:

$2KMnO_4 + HBr \rightarrow 5Br_2 + 2MnBr_2 + 2KBr + H_2O$

Jelikož na pravé straně rovnice už máme koeficienty před všemi látkami obsahujícími Br, zjistíme, že na pravé straně je 16 atomů Br, proto před HBr dáme koeficient 16:

$2KMnO_4 + 16HBr \rightarrow 5Br_2 + 2MnBr_2 + 2KBr + H_2O$

Koeficient 16 před KBr zároveň znamená, že 10 atomů Br se zúčastnilo redoxní reakce a zbylých 6 zůstalo nezměněných. Na levé straně rovnice je rovněž 16 atomů H, proto na pravé straně rovnice dáme před H_2O koeficient 8:

$$\mathbf{2KMnO_4 + 16HBr \rightarrow 5Br_2 + 2MnBr_2 + 2KBr + 8H_2O}$$

Řešení ověříme spočítáním atomů O na obou stranách rovnice (8 = 8). Protože získané stechiometrické koeficienty (2, 16 = 5, 2, 2, 8) už kromě čísla 1 nemají žádný společný dělitel, vyčíslování rovnice je ukončeno.

Určete stechiometrické koeficienty v rovnici :

$$NO_2 + NO + NaOH \rightarrow NaNO_2 + H_2O$$

Vypočítáme oxidační čísla všech atomů, zjistíme, že se mění jen oxidační číslo atomů N; jeho symboly podtrhneme:

$$\underline{N}^{IV}O^{-II}_2 + \underline{N}^{II}O^{-II} + Na^{I}O^{-II}H^{I} \rightarrow Na^{I}\underline{N}^{III}O^{-II}_2 + H^{I}_2O^{-II}$$

Jde o symproporcionační rovnici. Napíšeme parciální chemické rovnice oxidace a redukce:

$N^{II} - 1e^- \rightarrow N^{III}$ (oxidace)

$N^{IV} + 1e^- \rightarrow N^{III}$ (redukce)

Protože je počet přijatých a odevzdaných elektronů stejný, rovnice sčítáme:

$N^{II} - 1e^- \rightarrow N^{III}$

$N^{IV} + 1e^- \rightarrow N^{III}$

$N^{II} - 1e^- + N^{IV} + 1e^- \rightarrow N^{III} + N^{III}$

a po úpravě získáme SRR:

$N^{II} + N^{IV} \rightarrow 2N^{III}$

Ze SRR vyplývá, že na pravé straně rovnice máme mít 2 atomy N s oxidačním číslem III a na levé straně po jednom atomu N s oxidačním číslem II, resp. IV. Do redoxní rovnice doplníme stechiometrické koeficienty:

$$NO_2 + NO + NaOH \rightarrow 2NaNO_2 + H_2O$$

Na pravé straně rovnice máme 2 atomy Na, proto před NaOH dáme koeficient 2:

$$NO_2 + NO + 2NaOH \rightarrow 2NaNO_2 + H_2O$$

Jedinou látkou bez stechiometrického koeficientu je voda. Na levé straně máme 2 atomy H, proto před H_2O musí byť koeficient 1:

$$\mathbf{NO_2 + NO + 2NaOH \rightarrow 2NaNO_2 + H_2O}$$

Řešení ještě ověříme spočítáním atomů O na obou stranách rovnice (5 = 5). Protože získané stechiometrické koeficienty (1, 1, 2 = 2, 1) už kromě čísla 1 nemají žádného společného dělitele, je vyčíslování rovnice je ukončeno.

a) $S + HNO_3 \longrightarrow SO_2 + NO + H_2O$

b) $H_2S + HIO_3 \longrightarrow S + I_2 + H_2O$

c) $Ag_3AsO_4 + Zn + H_2SO_4 \longrightarrow Ag + AsH_3 + ZnSO_4 + H_2O$

d) $Cl_2 + Pb(OH)_2 + NaOH \longrightarrow PbO_2 + NaCl + H_2O$

e) $FeS_2 + O_2 \longrightarrow Fe_2O_3 + SO_2$

f) $RhF_6 + H_2O \longrightarrow HRhO_4 + RhO_2 + HF$ (pozor, disproporcionácia- viď i)

g) $I^- + IO_3^- + H^+ \longrightarrow I_2 + H_2O$ (pozor, jód sa zároveň oxiduje aj redukuje- synproporcionácia)

Pomôcka - polreakcie

$I^{-I} - 1e \rightarrow I^0$

$I^{V} + 5e \rightarrow I^0$

h) $NH_4^+ + NO_2^- \longrightarrow N_2 + H_2O$ (dusík sa zároveň oxiduje aj redukuje- synproporcionácia)

i) $Cl_2 + KOH \longrightarrow KClO_3 + KCl + H_2O$ (pozor, chlór sa zároveň sčasti redukuje a sčasti oxiduje- disproporcionácia)

Pomôcka - polreakcie

$Cl^0 - 5e^- \rightarrow Cl^V$

$Cl^0 + e^- \rightarrow Cl^{-I}$

- a) 3,4,3,4,2
- b) 5,2,5,1,6
- c) 2,11,11,6,2,11,8
- d) 1,1,2,1,2,2
- e) 4,11,2,8
- f) 3,10,2,1,18
- g) 5,1,6,3,3
- h) 1,1,1,2
- i) 3,6,1,5,3