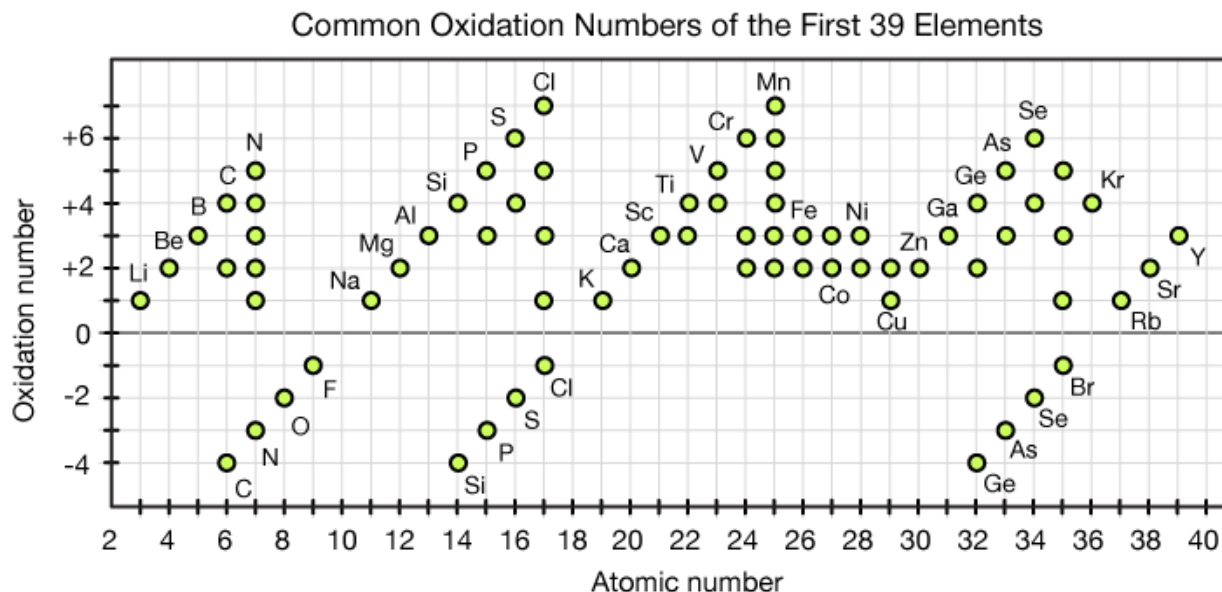


Vyčíslování chemických rovnic

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.

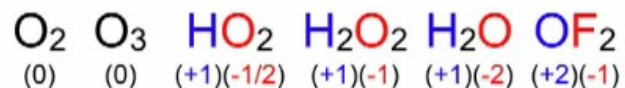
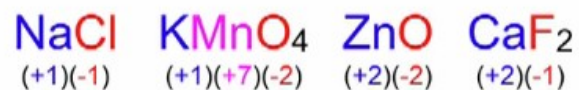
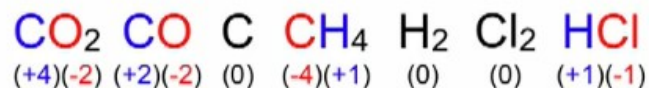
!! Součet oxidačních čísel všech atomů v iontu je roven jeho náboji.

Volný atom má oxidační číslo nula.

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

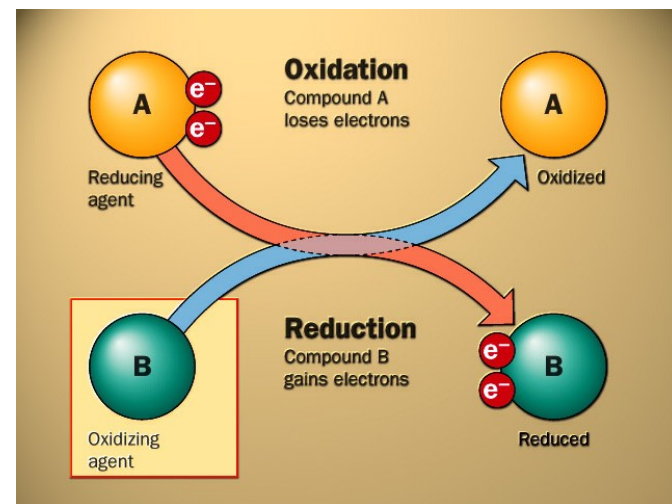


| Sl.No | Oxidation number of the element | In the compound | Calculation |
|-------|---------------------------------|------------------------------|--|
| 1 | C | CO_2 | $x + 2(-2) = 0$ $x = +4$ |
| 2 | S | H_2SO_4 | $2(+1) + x + 4(-2) = 0$ $2 + x - 8 = 0$ $x = +6$ |
| 3 | Cr | $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ | $2x + 7(-2) = -2$ $2x - 14 = -2$ $x = +6$ |
| 4 | C | CH_2F_2 | $x + 2(+1) + 2(-1) = 0$ $x = 0$ |
| 5 | S | SO_2 | $x + 2(-2) = 0$ $x = +4$ |

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.



Příklad

Určete stechiometrické koeficienty v rovnici:



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



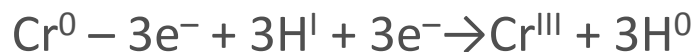
Napíšeme parciální chemické rovnice oxidace a redukce:



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



Obě parciální chemické rovnice sečteme a upravíme:



Po úpravě:



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:



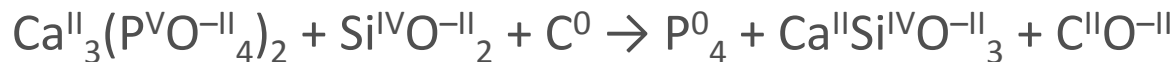
Na levé straně rovnice jsou 2 atomy Cr, proto před Cr bude koeficient 2. Na pravé straně rovnice mají být rovněž 2 atomy Cr, ale ty jsou již zabezpečené stechiometrickým indexem 2 ve vzorci $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_2$, takže tato látka bude mít koeficient 1:



Příklad Určete stechiometrické koeficienty v rovnici:



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



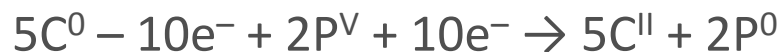
Napišeme parciální chemické rovnice oxidace a redukce:



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



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



po úpravě:



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:



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:



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



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.



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.

Příklad

Určete stechiometrické koeficienty v rovnici:



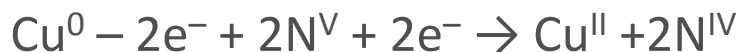
Vypočítáme oxidační čísla všech atomů. Zjistíme, že se mění oxidační čísla atomů Cu a N:



Napíšeme parciální chemické rovnice oxidace a redukce:



Obě parciální chemické rovnice sečteme:



a po úpravě získáme SRR:



Na obou stranách rovnice by měl být jeden atom Cu, koeficient před Cu a $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ bude 1. Na pravé straně rovnice by měly být 2 atomy N s oxidačním číslem IV, proto před NO_2 dáme koeficient 2:

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 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$. 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 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 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 se zúčastnily na redoxním procesu, dva nezměnily oxidační číslo:



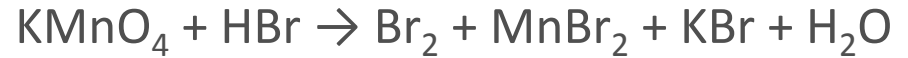
Bez stechiometrického koeficientu zůstává voda. Na levé straně rovnice máme 4 atomy H, proto před H_2O dáme koeficient 2:



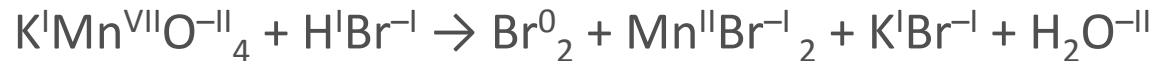
Spočítáním atomů kyslíku na obou stranách rovnice ($12 = 12$) ověříme koeficienty rovnice. Jelikož získané stechiometrické koeficienty (1, 4 = 1, 2, 2) už kromě čísla 1 nemají žádného společného dělitele, vyčíslování rovnice je ukončeno.

Příklad

Určete stechiometrické koeficienty v rovnici:



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



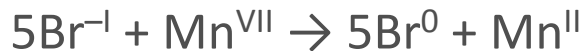
Napišeme parciální chemické rovnice oxidace a redukce:



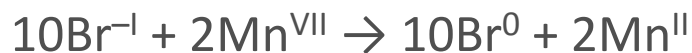
První parciální chemickou rovnici vynásobíme pěti a obě rovnice sčítáme:



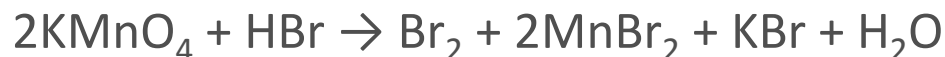
a po úpravě získáme SRR:



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:

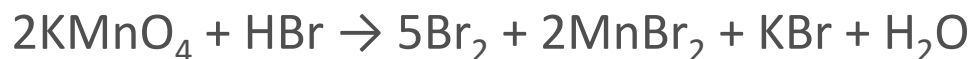


Získané číselné hodnoty vyjadřují počty atomů, které musí být na levé a pravé straně rovnice. Na obou stranách rovnice mají být 2 atomy Mn, koeficient před KMnO_4 a MnBr_2 bude 2:

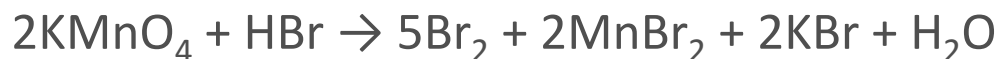


Zároveň na levé straně má být 10 atomů Br s oxidačním číslem -1 , ale před HBr nemůžeme dát koeficient 10. Na pravé straně rovnice se totiž vyskytují i atomy Br s nezměněným oxidačním číslem -1 .

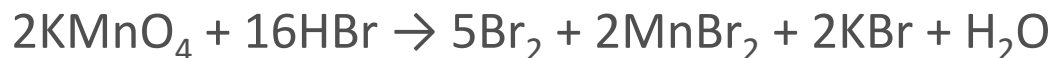
Koeficient před HBr tak musí být větší než 10. Na pravé straně rovnice máme mít 10 atomů Br s oxidačním číslem 0, proto před Br_2 dáme koeficient 5:



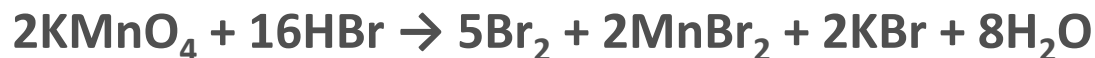
Na levé straně rovnice máme dva atomy K, proto před KBr dáme koeficient 2:



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:



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:



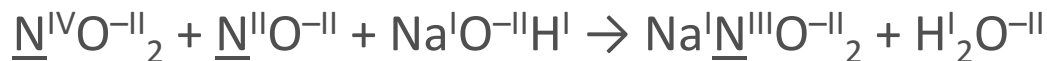
Řešení ověříme spočítáním atomů O na obou stranách rovnice ($8 = 8$). Protože získané stechiometrické koeficienty (2, 16 = 5, 2, 2, 8) už kromě čísla 1 nemají žádný společný dělitel, vyčíslování rovnice je ukončeno.

Příklad

Určete stechiometrické koeficienty v rovnici :



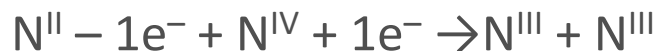
Vypočítáme oxidační čísla všech atomů, zjistíme, že se mění jen oxidační číslo atomů N; jeho symboly podtrhneme:



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



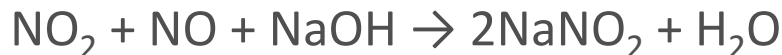
Protože je počet přijatých a odevzdaných elektronů stejný, rovnice sčítáme:



a po úpravě získáme SRR:



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:



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

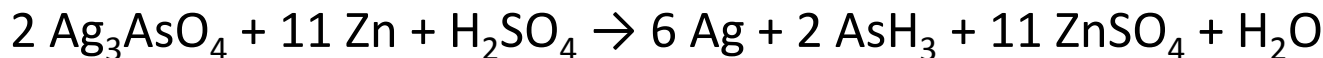
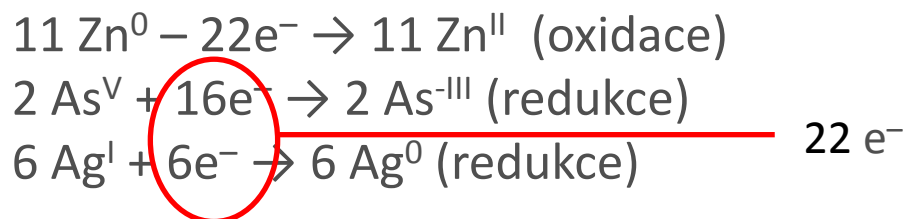
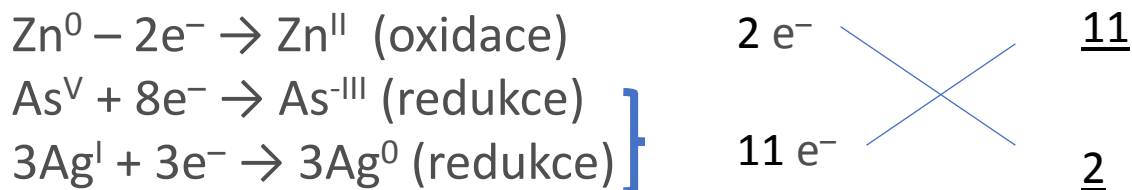


Jedinou látkou bez stechiometrického koeficientu je voda. Na levé straně máme 2 atomy H, proto před H₂O musí být koeficient 1:



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.

Vyčíslete rovnici $\text{Ag}_3\text{AsO}_4 + \text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Ag} + \text{AsH}_3 + \text{ZnSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$



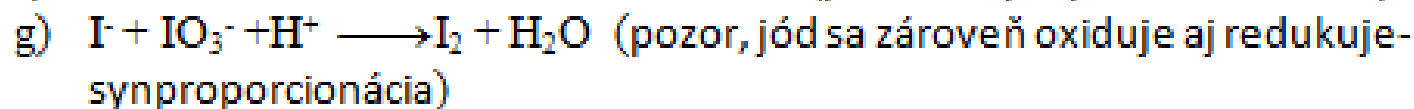
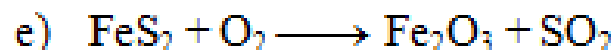
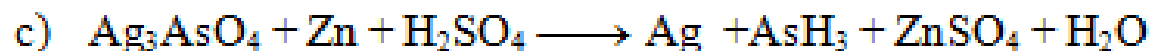
$$22\text{H} = 6\text{H} + 2 \times 8\text{H}$$



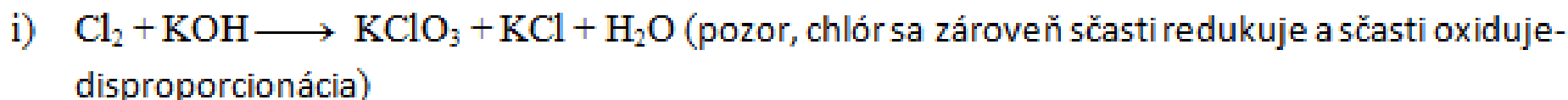
$$2 \times 4\text{O} = 8\text{O}$$



Příklad



Pomôcka - polreakcie



Pomôcka - polreakcie



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

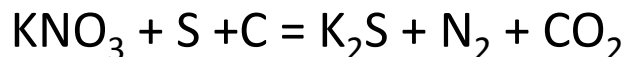
e) 4,11,2,8

f) 3,10,2,1,18

g) 5,1,6,3,3

h) 1,1,1,2

i) 3,6,1,5,3



2, 1, 3, 1, 1, 3

