

Vyčíslování chemických rovníc

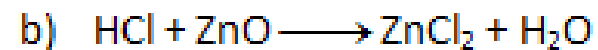
Rovnice beze změny oxidačního čísla (neredoxní rovnice)

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 přiřazené 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.

Příklad

Určete stechiometrické koeficienty rovnic:



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:



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.



Příklad

Určete stechiometrické koeficienty rovnice:



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:



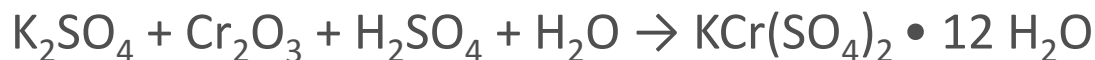
Jedinou látkou, která nemá určený stechiometrický koeficient, je voda. Pokud je na pravé straně 12 atomů H a na levé straně se H nachází jen v H_2O , před molekulou H_2O bude koeficient 6, čím získáme na obou stranách rovnice stejný počet atomů H:



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

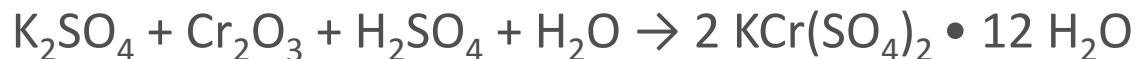
Příklad

Zjistěte stechiometrické koeficienty v této rovnici:

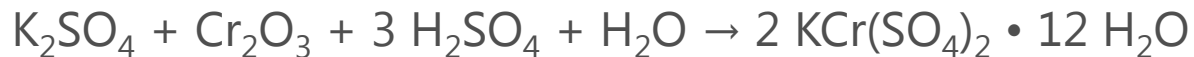


Oxidační čísla všech atomů se nemění, rovnice není redoxní.

Nejprve vyhledáme molekulu, v jejímž vzorci jsou nejvyšší hodnoty stechiometrických indexů (tj. obsahuje největší počet atomů). V tomto případě je to $\text{KCr}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$. 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 .



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:



Zůstal jediný reaktant – H₂O. Na pravé straně je 2 • 12 • 2 = 48 atomů H. Na levé straně obsahují H dva reaktanty – H₂SO₄ a H₂O. Jelikož H₂SO₄ už má již koeficient přidělený, z rozdílu mezi požadovaným počtem atomů H a počtem atomů H vázaných v 3 H₂SO₄ (6) lze zjistit, kolik atomů H musí přinášet H₂O: 48 – 6 = 42. Tolik atomů H obsahuje 21 molekul H₂O, proto před H₂O dáme koeficient 21.



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:



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 $\text{K}_3[\text{V}_2\text{O}_2(\text{O}_2)_3\text{F}_3] \cdot \text{HF} \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$. 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:



Na pravé straně jsou 3 peroxidoligandy (t. j. $(\text{O}_2)_3$), proto bude před H_2O_2 koeficient 3.



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.



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, vyčíslování rovnice je ukončeno.

Příklad

Určete stechiometrické koeficienty v rovnici:



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 $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ (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:



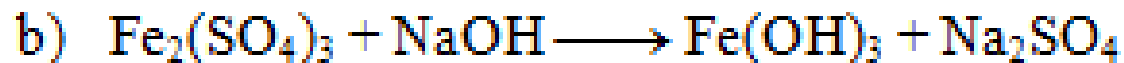
Zbývajícím produktům dáme stechiometrické koeficienty na základě počtu atomů C (pro CO_2) a vodíku (pro H_2O). Na levé straně jsou 3 atomy C, proto na pravé straně bude před CO_2 koeficient 3. Na levé straně rovnice je 6 atomů H, proto před H_2O dáme koeficient 3. Správnost koeficientů ověříme spočtením 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.



Příklady

- a) $\text{Na}_2\text{S} + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{S}$ •a) 1,1,1,1
- b) $\text{N}_2 + \text{H}_2 \longrightarrow \text{NH}_3$ •b) 1,3,2
- c) $\text{H}_3\text{PO}_4 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \longrightarrow \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + \text{H}_2\text{O}$ •c) 2,3,1,6
- d) $\text{V}_2\text{O}_5 + \text{KOH} \longrightarrow \text{K}_3\text{VO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ •d) 1,6,2,3
- e) $\text{HCl} + \text{ZnO} \longrightarrow \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$ •e) 2,1,1,1
- f) $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{NH}_4\text{Cl} \longrightarrow \text{CaCl}_2 + \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$ •f) 1,2,1,2,2
- g) $\text{Na}_2\text{S} + \text{CaCO}_3 \longrightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CaS}$ •g) 1,1,1,1
- h) $\text{ZnSO}_4 + \text{BaS} \longrightarrow \text{BaSO}_4 + \text{ZnS}$ •h) 1,1,1,1
- i) $\text{BaO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{BaSO}_4 + \text{H}_2\text{O}_2$ •i) 1,1,1,1
-
- a) $\text{HNO}_3 + \text{P}_4\text{O}_{10} \longrightarrow \text{HPO}_3 + \text{N}_2\text{O}_5$ •a) 4,1,4,2
- b) $\text{As}_2\text{S}_5 + (\text{NH}_4)_2\text{S} \longrightarrow (\text{NH}_4)_3\text{AsS}_4$ •b) 1,3,2
- c) $\text{Sb}_2\text{S}_3 + \text{HCl} \longrightarrow \text{SbCl}_3 + \text{H}_2\text{S}$ •c) 1,6,2,3
- d) $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{HCl} \longrightarrow \text{HSO}_3\text{Cl} + \text{H}_2\text{O}$ •d) 1,1,1,1
- e) $\text{SiO}_2 + \text{HF} \longrightarrow \text{SiF}_4 + \text{H}_2\text{O}$ •e) 1,4,1,2
- f) $\text{Na}_2\text{CrO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ •f) 2,1,1,1,1
- g) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{HCl} \longrightarrow \text{KCrO}_3\text{Cl} + \text{H}_2\text{O}$ •g) 1,2,2,1
- h) $\text{PBr}_3 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{H}_3\text{PO}_3 + \text{HBr}$ •h) 1,3,1,3

Příklady



•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