

## 4/5 Redoxní reakce

### Co víte o oxidačním čísle?

- značí se římskými číslicemi; píše se ke značce prvku – vpravo nahoru
- u záporných se píše „-“, u kladných se „+“ nepíše
- maximální číslo prvku odpovídá číslu skupiny v níž je prvek v PSP (výjimky Cu, Ag, Au)
- atom v základním stavu má oxidační číslo = 0, součet oxidačních čísel v molekule = 0
- jednoatomový ion má oxidační číslo = náboji iontu, součet oxidačních čísel ve víceatomovém iontu = náboji iontu

### Jaká obvyklá oxidační čísla mají vybrané prvky?

- H: I (výjimka – kovové hydridy); O: -II (výjimka – (su)peroxydy, fluorid kyslíku); F: -I; S: -II, IV, VI
- Na, K (+ další prvky I.A): I; Zn, Mg, Ca, Ba, (Sr, Ra): II; C: -IV, II, IV; Cl, Br, I: -I, I, III, V, VII
- Cr: II, III, VI; Si: IV; N: -III, I, II, III, IV, V; P, As, Sb: -III, III, V; Sn, Pb: II, IV; Mn: II, III, IV, VI, VII...
- (Fe, Co, Ni: II, III; Cu, Hg: I, II; Au: I, III; Ru, Os: IV, VIII) [! nově přidané informace jsou v závorkách (!)]

### Co to jsou redoxní reakce?

- reakce, při kterých se mění oxidační čísla některých reagujících částic
- např. spalování uhlí:  $C^0 + O_2^0 \longrightarrow C^{IV}O_2^{-II}$
- mechanismus je založen na *formálním přenosu elektronů*; skutečný přenos elektronů je jen u iontů

### Co je to oxidační činidlo?

- látka, která má schopnost oxidovat jiné látky (*odebírání jim elektrony*) – např.  $CO_2$
- atomy oxidačního činidla se při oxidaci jiné látky redukují

### Co je to redukční činidlo?

- látka, která má schopnost redukovat jiné látky (*předává jim elektrony*) – např. CO nebo C
- atomy redukčního činidla se při redukcii jiné látky oxidují

### Doplňte oxidační čísla prvků ve sloučeninách a v iontech

- |              |                 |                |
|--------------|-----------------|----------------|
| a) $Mn_2O_7$ | d) $BaO_2$      | g) $Fe^{3+}$   |
| b) $CaF_2$   | e) $K_2Cr_2O_7$ | h) $SO_3^{2-}$ |
| c) $H_2S$    | f) $ZnCO_3$     | i) $ClO_3^-$   |

### Doplňená oxidační čísla

- |                          |                              |                        |
|--------------------------|------------------------------|------------------------|
| a) $Mn^{VII}_2O_7^{-II}$ | d) $Ba^{II}O_2^{-I}$         | g) $Fe^{3+,III}$       |
| b) $Ca^{II}F_2^{-I}$     | e) $K^I_2Cr^{VI}_2O_7^{-II}$ | h) $S^{IV}O_3^{2--II}$ |
| c) $H^I_2S^{-II}$        | f) $Zn^{II}C^{IV}O_3^{-II}$  | i) $Cl^V O_3^{---II}$  |

### Co je to oxidace, co se při ní děje?

- reakce, při níž látka zvyšuje své oxidační číslo [látka *ztrácí elektrony*]
- např. Zn při reakci s HCl zvyšuje své oxidační číslo z 0 na II → oxiduje se
  - $Zn^0 + 2H^I Cl^{-I} \longrightarrow Zn^{II} Cl_2^{-I} + H_2^0$

### Co je to redukce a co se při ní děje?

- reakce, při níž látka snižuje své oxidační číslo [látka *přijímá elektrony*]
- např. H z HCl při reakci se Zn snižuje své oxidační číslo z I na 0 → redukuje se
  - $Zn^0 + 2H^I Cl^{-I} \longrightarrow Zn^{II} Cl_2^{-I} + H_2^0$

### Co je charakteristické pro redoxní reakce?

- oxidace i redukce probíhají současně
- oxiduje-li se nějaká látka, jiná se v reakční soustavě musí redukovat
- některé látky v soustavě nemění svá oxidační čísla – např. chlór ve výše uvedené reakci

### Jak se mění oxidační čísla látek v následujících pokusech?

- v plameni kahanu nahřejeme měděnou spirálu, která se na vzduchu pokryje vrstvou oxidu měďnatého (černá barva)
  - $2Cu^0 + O_2^0 \longrightarrow 2Cu^{II}O^{-II}$
  - při reakci došlo ke změně oxidačních čísel
    - Cu zvýšila oxidační číslo z 0 na II, kyslík snížil oxidační číslo z 0 na -II
- do vodného roztoku síranu měďnatého (modré zbarvení) dáme železný hřebík: modré zbarvení slabne, na hřebíku se vylučuje měď
  - $Cu^{II}S^{VI}O_4^{-II} + Fe^0 \longrightarrow Cu^0 + Fe^{II}S^{VI}O_4^{-II}$
  - Cu se redukuje z II na 0 a oxiduje Fe; Fe se oxiduje z 0 na II a redukuje Cu

### Které významné reakce patří mezi redoxní?

- fotosyntéza [ $6CO_2 + 6H_2O \longrightarrow C_6H_{12}O_6 + 6O_2$ ] a dýchání [opak fotosyntézy]
- kvašení, tlení, hoření [ $C + O_2 \longrightarrow CO_2$ ]
- výroba kovů (Pb, Zn, Cu, Sn, Al – většinou redukcí z rud, ve více stupních)

- např. Pb z PbS:
- $2\text{PbS} + 3\text{O}_2 \longrightarrow 2\text{PbO} + 2\text{SO}_2$ ;  $\text{PbO} + \text{C} \longrightarrow \text{Pb} + \text{CO}$ ;  $\text{PbO} + \text{CO} \longrightarrow \text{Pb} + \text{CO}_2$ 
  - elektrolýza
  - výroba chemikálií (HCl, NH<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, HNO<sub>3</sub>, NaOH...)
- $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \longrightarrow 2\text{HCl}$ ;  $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \longrightarrow 2\text{NH}_3$
- $\text{S} + \text{O}_2 \longrightarrow \text{SO}_2$ ;  $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \longrightarrow 2\text{SO}_3$ ;  $2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$

### Která z následujících reakcí je redoxní?

- oxid hořečnatý + kyselina dusičná → dusičnan hořečnatý + vodík
- oxid uhličitý + voda → kyselina uhličitá
- rozklad oxidu rtuťnatého na rtuť a kyslík
- kyselina chlorovodíková + hydroxid sodný → chlorid sodný + voda

### Rovnice + doplnění oxidačních čísel

- $\text{Mg}^{\text{II}}\text{O}^{-\text{II}} + 2\text{H}^{\text{I}}\text{N}^{\text{V}}\text{O}_3^{-\text{II}} \longrightarrow \text{Mg}^{\text{II}}(\text{N}^{\text{V}}\text{O}_3^{-\text{II}})_2 + \text{H}_2\text{O}^{-\text{II}}$  není redoxní reakce
- $\text{C}^{\text{IV}}\text{O}^{-\text{II}} + \text{H}_2\text{O}^{-\text{II}} \longrightarrow \text{H}_2\text{C}^{\text{IV}}\text{O}_3^{-\text{II}}$  není redoxní reakce
- $2\text{Hg}^{\text{II}}\text{O}^{-\text{II}} \longrightarrow 2\text{Hg}^{\text{O}} + \text{O}_2^{-\text{II}}$  je redoxní reakce
- $\text{H}^{\text{I}}\text{Cl}^{-\text{I}} + \text{Na}^{\text{I}}\text{O}^{-\text{II}}\text{H}^{\text{I}} \longrightarrow \text{Na}^{\text{I}}\text{Cl}^{-\text{I}} + \text{H}_2\text{O}^{-\text{II}}$  není redoxní reakce

### Jak se vyčíslují (upravují) redoxní rovnice?

- stanovují se stechiometrické koeficienty
- celkové snížení oxidačních čísel všech redukujících se částic = celkovému zvýšení oxidačních čísel všech oxidujících se částic
  - 1) doplní se oxidační čísla prvků a podtrhnou se ty prvky, u kterých se oxidační čísla mění
  - 2) napíše se, co a na co se oxiduje a co a na co se redukuje, před šipkou se nechá místo na doplnění elektronů
    - u oxidace se před šipku napíše „-“ (látka „ztrácí“ *elektron* a počet elektronů
    - u redukce se napíše před šipku „+“ (látka „přijímá“ *elektron* a počet elektronů)
  - 3) za oxidovaný (redukovaný) prvek se napíše počet elektronů (je-li možnost krátit, krátíme)
  - 4) křížovým pravidlem „vyměníme“ počet elektronů a k prvkům napíšeme příslušná čísla
  - 5) další prvky dopočítáme, provedeme zkoušku

### Ukázkový příklad a jeho řešení: $\text{P} + \text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{H}_3\text{PO}_4 + \text{NO}$

- 1) doplnit oxidační čísla, podtrhnout ty prvky, které oxidační číslo mění
  - $\text{P}^{\text{0}} + \text{H}^{\text{I}}\text{N}^{\text{V}}\text{O}_3^{-\text{II}} + \text{H}_2\text{O}^{-\text{II}} \longrightarrow \text{H}_3\text{P}^{\text{V}}\text{O}_4^{-\text{II}} + \text{N}^{\text{II}}\text{O}^{-\text{II}}$
- 2) napsat, co a jak se oxiduje a redukuje (před šipkou vynechat místo na doplnění elektronů)
  - oxidace:  $\text{P}^{\text{0}} \longrightarrow \text{P}^{\text{V}}$
  - redukce:  $\text{N}^{\text{V}} \longrightarrow \text{N}^{\text{II}}$
- 3) připsat před šipku elektrony
  - při oxidaci se oxidační číslo zvyšuje ⇒ látka „ztrácí (záporné) elektrony“
  - při redukci se oxidační číslo snižuje ⇒ látka „přijímá elektrony“
  - ⇒ u oxidace „-“ elektrony, u redukce „+“ elektrony:
    - oxidace:  $\text{P}^{\text{0}} - 5\text{e} \longrightarrow \text{P}^{\text{V}}$
    - redukce:  $\text{N}^{\text{V}} + 3\text{e} \longrightarrow \text{N}^{\text{II}}$
- za oxidovaný (redukovaný) prvek napíšeme počet vyměněných elektronů (je-li možnost krátit, krátíme), doplníme křížovým pravidlem
 

• oxidace:	$\text{P}^{\text{0}} - 5\text{e} \rightarrow \text{P}^{\text{V}}$	5	$\times$	3	⇒ u P je koeficient 3
• redukce:	$\text{N}^{\text{V}} + 3\text{e} \rightarrow \text{N}^{\text{II}}$	3	$\times$	5	⇒ u N je koeficient 5

  - $3\text{P} + 5\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 3\text{H}_3\text{PO}_4 + 5\text{NO}$
  - doplníme koeficienty u zbývajících látek a provedeme kontrolu množství reagujících prvků (počet na levé straně = počet na pravé straně)
  - vodíky:  $\text{P} = 3 \cdot 3 = 9$      $\text{L} = 9 - (5 \cdot 1) = 4 \Rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$
  - ⇒  $3\text{P} + 5\text{HNO}_3 + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 3\text{H}_3\text{PO}_4 + 5\text{NO}$
  - kontrola kyslíků:  $\text{L} = 5 \cdot 3 + 2 \cdot 1 = 17$      $\text{L} = 3 \cdot 4 + 5 \cdot 1 = 17 \Rightarrow \text{L} = \text{P}$

### Vyčíslíte rovnici $\text{Cu} + \text{HNO}_3 \longrightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{NO}$

- $\text{Cu}^{\text{0}} + \text{H}^{\text{I}}\text{N}^{\text{V}}\text{O}_3^{-\text{II}} \longrightarrow \text{Cu}^{\text{II}}(\text{N}^{\text{V}}\text{O}_3^{-\text{II}})_2 + \text{H}_2\text{O}^{-\text{II}} + \text{N}^{\text{II}}\text{O}^{-\text{II}}$ 
  - oxidace:  $\text{Cu}^{\text{0}} - 2\text{e} \rightarrow \text{Cu}^{\text{II}}$     2     $\times$     3    ⇒ 3Cu
  - redukce:  $\text{N}^{\text{V}} + 3\text{e} \rightarrow \text{N}^{\text{II}}$     3     $\times$     2    ⇒ 2NO
  - P: dusíky  $2 + 3 \cdot 2 = 8 \Rightarrow 8\text{HNO}_3 \Rightarrow 4\text{H}_2\text{O}$
  - kontrola kyslíků:  $\text{L} = \text{P} = 24 \Rightarrow$
  - $3\text{Cu} + 8\text{HNO}_3 \longrightarrow 3\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + 4\text{H}_2\text{O} + 2\text{NO}$