

1/6 Rovnice, výpočty, atom, PSP, vazby

Redoxní rovnice

- stanovují se stechiometrické koeficienty; celkové snížení oxidačních čísel všech redukujících se částic = celkovému zvýšení oxidačních čísel všech oxidujících se částic; doplní se oxidační čísla prvků, podtrhnou se ty, u kterých se mění; napíše se, co se oxiduje a co redukuje (příslušné znaménko); křížové pravidlo s „výměnou“ počtu elektronů
- $P + HNO_3 + H_2O \longrightarrow H_3PO_4 + NO$; $P^0 + H^I \underline{N^V O_3^{-II}} + H_2^I O^{-II} \longrightarrow H_3^I \underline{P^V O_4^{-II}} + N^{II} O^{-II}$; oxidace: $P^0 - 5e \longrightarrow P^V$; redukce: $N^V + 3e \longrightarrow N^{II}$; u P je 3 \Rightarrow u N je 5; $3P + 5HNO_3 + H_2O \longrightarrow 3H_3PO_4 + 5NO$
- $As_2S_3 + HNO_3 \longrightarrow H_3AsO_4 + S + NO_2 + H_2O$
- $As_2^{III} S_3^{-II} + H^I \underline{N^V O_3^{-II}} \longrightarrow H_3^I \underline{As^V O_4^{-II}} + S^0 + N^{IV} O_2^{-II} + H_2^I O^{-II}$ (2 oxidace, 1 redukce!)
 - oxidace
 - 1) $As_2^{III} - 2 \cdot 2e \longrightarrow 2As^V$ 4
 - 2) $S_3^{-II} - 3 \cdot 2e \longrightarrow 3S^0$ 6
 - dohromady tedy
 - oxidace: $As_2^{III} S_3^{-II} - 10e \rightarrow 2As^V 3S^0$ 10
 - redukce: $N^V + 1e \rightarrow N^{IV}$ 1 $\times 10 \Rightarrow 10NO_2 \Rightarrow 10HNO_3$
 - $S_3 \Rightarrow 3S$; $As_2 \Rightarrow 2H_3AsO_4$
 - vodíky – L: 10, P: 6 $\Rightarrow 2H_2O$
 - $As_2S_3 + 10HNO_3 \longrightarrow 2H_3AsO_4 + 3S + 10NO_2 + 2H_2O$
- $AsH_3 + HNO_3 \longrightarrow H_3AsO_4 + NO_2 + H_2O$
- $As^{III} H_3^{-I} + H^I \underline{N^V O_3^{-II}} \longrightarrow H_3^I \underline{As^V O_4^{-II}} + N^{IV} O_2^{-II} + H_2^I O^{-II}$
 - oxidace
 - 1) $As^{III} - 2e \longrightarrow As^V \Rightarrow 2$
 - 2) $H_3^{-I} - 3 \cdot 2e \longrightarrow 3H^I \Rightarrow 6$
 - dohromady tedy
 - oxidace: $As^{III} H_3^{-I} - 8e \rightarrow As^V 3H^I$ 8
 - redukce: $N^V + 1e \rightarrow N^{IV}$ 1 $\times 8 \Rightarrow 8HNO_3 \Rightarrow 4H_2O$
 - $AsH_3 + 8HNO_3 \longrightarrow H_3AsO_4 + 8NO_2 + 4H_2O$
- $I_2 + HNO_3 \longrightarrow HIO_3 + NO + H_2O$
- $I_2^0 + H^I \underline{N^V O_3^{-II}} \longrightarrow H^I \underline{I^V O_3^{-II}} \longrightarrow H^I \underline{I^V O_3^{-II}} + N^{II} O^{-II} + H_2^I O^{-II}$
 - oxidace: $I_2^0 - 2 \cdot 5e \rightarrow 2I^V$ 10
 - redukce: $N^V + 3e \rightarrow N^{II}$ 3 $\times 10 \Rightarrow 3I_2 \Rightarrow 6HIO_3$
 - vodíky – L: 10 \Rightarrow P: 10 – 6 = 4 $\Rightarrow 2H_2O$
 - $3I_2 + 10HNO_3 \longrightarrow 6HIO_3 + 10NO + 2H_2O$
- $I_2 + Cl_2 + H_2O \longrightarrow HIO_3 + HCl$
- $I_2^0 + Cl_2^0 + H_2^I O^{-II} \longrightarrow H^I \underline{I^V O_3^{-II}} + H^I \underline{Cl^{-I}}$
 - oxidace: $I_2^0 - 2 \cdot 5e \rightarrow 2I^V$ 5
 - redukce: $Cl_2^0 + 2 \cdot 1e \rightarrow 2Cl^{-I}$ 1 $\times 5 \Rightarrow 1I_2 \Rightarrow 2HIO_3$
 - vodíky – P: 10 + 2 \Rightarrow L: 6H₂O; kyslíky – P = L = 6
 - $I_2 + 5Cl_2 + 6H_2O \longrightarrow 2HIO_3 + 10HCl$

Výpočty

- atomová relativní hmotnost A_r odpovídá hmotnostnímu (nukleonovému) číslu prvku (A)
- molekulová relativní hmotnost M_r = součet A_r všech prvků, ze kterých se molekula skládá
- látkové množství n vyjadřuje počet částic v soustavě; základní jednotka – 1 mol
- počet částic = tzv. *Avogadrova konstanta* = $6 \cdot 10^{23} \Rightarrow 1 \text{ mol} = 6 \cdot 10^{23}$ částic chemické látky; počet částic v 1 molu jakékoliv látky je vždy stejný; 1 mol jakékoliv plynné látky zaujímá objem 22,4 dm³
- molární hmotnost M je hmotnost 1 molu chemické látky; $M = \frac{m}{n}$ (m = hmotnost látky, n = látkové množství); číselně je rovna A_r (M_r), ale má jednotku $\frac{g}{mol}$
- látková koncentrace c – obsah složek v roztocích; vyjadřuje počet molů látky v 1 dm³ (= v 1 litru); $c = \frac{n}{V}$ (n = látkové množství, V = objem látky); jednotka $\frac{mol}{dm^3}$; $M = \frac{m}{n}$; $n = \frac{m}{M} \Rightarrow c = \frac{m}{M \cdot V}$

Příklady

- 1) Jakou koncentraci má roztok, jestliže 1 dm³ roztoku obsahuje 117 g NaCl?
- 2) Jak se připraví 1 litr 2 molárního roztoku hydroxidu sodného?
- 3) Jaký objem má 11 g oxidu uhličitého za standardních podmínek?
- 4) Jaký objem má 5 g vodíku za standardních podmínek?
- 5) Vypočítejte % vodíku v tetrahydrátu dihydrogenfosforečnanu amonného.

Postupy výpočtů

- 1) Počítáme podle vzorce $c = \frac{m}{M \cdot V}$: $m = 117 \text{ g}$, $M(\text{NaCl}) = 23 + 35,5 = 58,5 \left[\frac{g}{mol} \right]$, $V = 1 \text{ dm}^3$; $c = \frac{117}{58,5 \cdot 1} = 2 \left[\frac{mol}{dm^3} \right]$
- 2) Výpočet podle vzorce $m = c \cdot M \cdot V = 2 \cdot 40 \cdot 1 = 80 \text{ [g]}$ (navážka 80 g se rozpustí v malém množství vody a pak doplní vodou na celkový objem 2 litry)
- 3) 1 mol jakéhokoliv plynu zaujímá za standardních podmínek 22,4 dm³; použijeme molární hmotnost oxidu uhličitého a pomocí trojčlenky vyřešíme, popř. zjistíme kolik molů je 11 g a pak převedeme na objem: 44 g CO₂

- 1 mol 22,4 dm³; 11 g CO₂; x mol y dm³; $x = 0,25$ mol; $y = 5,6$ dm³
- 4) Vodík je plyn, tvoří dvojitomové molekuly H₂: 2 g H₂ 1 mol 22,4 dm³; 5 g H₂ x mol y dm³; $x = 2,5$ mol, $y = 56$ dm³
- 5) $M[\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}] = 187 \left[\frac{\text{g}}{\text{mol}} \right]$; $w_{\text{H}} = \frac{14}{187} = 0,07487$; $\Rightarrow 7,48\%$

Stechiometrické výpočty

- pro výpočet: množství reagujících složek, výtěžnosti reakce, objemů plynů reaktantů a produktů
- postup při výpočtu příkladů: napíšeme rovnici reakce a rovnici vyčíslíme, vyznačíme si, co známe a co chceme vypočítat, zjistíme potřebné hmotnosti prvků a sloučenin z tabulky, popř. výpočtem, sestavíme trojčlenky, nebo dosadíme údaje do vzorců, vypočítáme neznámé, napíšeme odpověď

Příklad

- Kolik gramů zinku je třeba na přípravu 322 gramů síranu zinečnatého? Kolik litrů vodíku vznikne?
 - $\text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{ZnSO}_4 + \text{H}_2$ (rovnice je vyčíslena)
 - známe množství síranu zinečnatého, počítáme množství Zn a H₂
 - $M[\text{Zn}] = 65 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$; $M[\text{ZnSO}_4] = 161 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$

$$\left[\begin{array}{l} \uparrow \text{z } 65 \text{ g Zn} \dots\dots \text{vznikne } 161 \text{ g ZnSO}_4 \text{ a } 22,4 \text{ dm}^3 \text{ vodíku} \uparrow \\ \text{z } x \text{ g Zn} \dots\dots \text{vznikne } 322 \text{ g ZnSO}_4 \text{ a } y \text{ dm}^3 \text{ vodíku} \end{array} \right]$$

$$x = 130 \text{ [g Zn]}, \quad y = 44,8 \text{ [dm}^3 \text{ vodíku]}$$

- Na přípravu 322 gramů síranu zinečnatého je třeba 130 gramů Zn. Při reakci vznikne 44,8 litrů vodíku.

Další typy příkladů a jejich řešení

- 1) Kolik litrů 30% kyseliny chlorovodíkové ($\rho = 1,152 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$) je třeba pro rozpuštění 1 kg zinku? Kolik dm³ vodíku vznikne? Napíšeme rovnici, vyčíslíme ($\text{Zn} + 2\text{HCl} \longrightarrow \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2$), známe množství Zn, počítáme HCl a H₂; vypočítáme množství 100% kyseliny (1,1 kg), přepočítáme na 30% (bude jí třeba více, je zředěnější – 3,7 kg); hmotnost převedeme pomocí hustoty na objem (3,21 dm³)
- 2) Kolik gramů 80% kyseliny sírové je potřeba pro neutralizaci 60 g hydroxidu sodného? Napíšeme rovnici, vyčíslíme ($\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{NaOH} \longrightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$); známe množství NaOH, počítáme množství H₂SO₄ a H₂O; vypočítáme množství 100% kyseliny (73,5 g), přepočítáme na 80% (92 g)

Roztoky

Příklady

- 1) Kolika % roztok vznikne smísením 130 g 30% roztoku a 170 g 40% roztoku NaCl?
- 2) Kolik gramů NaOH je třeba přidat k 200 g 15% roztoku, abychom získali 25% roztok?
- 3) Kolik g vody je třeba přidat ke 300 g 47% roztoku, abychom získali 30% roztok?
- 4) Připravte 500 cm³ odměrného roztoku H₂SO₄ o koncentraci $c = 0,1 \text{ M}$ z 98% H₂SO₄ s $\rho = 1,812 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$.

Řešení příkladů

- 1) $m_1 \cdot w_1 + m_2 \cdot w_2 = (m_1 + m_2) \cdot w_3$; $130 \cdot 30 + 170 \cdot 40 = (130 + 170) \cdot w_3$; $w_3 = 35,66\%$
- 2) $m_1 \cdot w_1 + m_2 \cdot w_2 = (m_1 + m_2) \cdot w_3$; $200 \cdot 15 + m_2 \cdot 100 = (200 + m_2) \cdot 25$; $m_2 = 26,27 \text{ [g]}$
- 3) $m_1 \cdot w_1 + m_2 \cdot w_2 = (m_1 + m_2) \cdot w_3$; $300 \cdot 47 + m_2 \cdot 0 = (300 + m_2) \cdot 30$; $m_2 = 170 \text{ [g]}$
- 4) odměrný roztok

$$m = c \cdot V \cdot M = 0,1 \cdot 0,5 \cdot 98 = 4,9 \text{ [g } 100\% \text{ H}_2\text{SO}_4\text{]}$$

$$\left[\begin{array}{l} \uparrow 4,9 \text{ g} \dots\dots 100\% \text{ H}_2\text{SO}_4 \uparrow \\ x \dots\dots 98\% \end{array} \right]$$

$$x = 5 \text{ [g } 98\% \text{ H}_2\text{SO}_4\text{]}$$

$$V = \frac{m}{\rho} = 2,76 \text{ [cm}^3 \text{ } 98\% \text{ H}_2\text{SO}_4\text{]} + \text{zbytek do } 500 \text{ cm}^3 \text{ je voda}$$

Atom, PSP, vazby

- 1) Napište elektronovou konfiguraci prvku s protonovým číslem: a) $Z = 33$, b) $Z = 77$
 - Řešení a) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^3$
 - Řešení b) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^6 6s^2 4f^{14} 5d^7$
- 2) Jde o izotopy? Prvek a) má 28 nukleonů, 14 elektronů, prvek b) má $A = 27$, 14 neutronů.
 - Řešení: prvek a) má 14 protonů, prvek b) má $(27 - 14 =)$ 13 protonů \Rightarrow nejde o izotopy (různá Z).
- 3) Určete typ vazby podle hodnot elektronegativit [$X(\text{Cl}) = 3,0$, $X(\text{O}) = 3,5$, $X(\text{N}) = 3,0$, $X(\text{H}) = 2,2$, $X(\text{F}) = 4,0$, $X(\text{S}) = 2,6$] u molekuly chloru Cl₂, amoniaku NH₃, vody H₂O, fluorovodíku HF.
 - Řešení: chlor $3 - 3 = 0 \Rightarrow$ nepolární; amoniak $3 - 2,2 = 0,8 \Rightarrow$ polární; voda $3,5 - 2,2 = 1,3 \Rightarrow$ polární; fluorovodík $4 - 2,2 = 1,8 \Rightarrow$ silně polární (iontová)