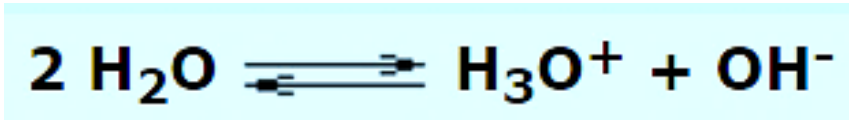
MUNI
PED

# Protolytické rovnováhy

Výpočty pH v různých systémech

# Obecné informace



$$K_w = [H_3O^+] \cdot [OH^-] = 10^{-14} mol^2 dm^{-3} = 10^{-14} mol^2 l^{-2}$$

$$\boxed{pK_w = pH + pOH} = 14 \text{ (pro 25°C)}$$

$$a_i = c_i \cdot f_i$$

$$I = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^{n} c_i \cdot z_i^2$$

$$pH = -\log a_{H^+} = -\log [H^+] \cdot f_{H^+}$$

$$pOH = -\log a_{OH^-} = -\log [OH^-] \cdot f_{OH^-}$$

$$-\log f_{\pm} = 0{,}509 \cdot z_+ \cdot z_- \frac{\sqrt{I}}{1 + \sqrt{I}}$$



MUNI PED

# Podmínky při výpočtu pH

- 1) látková bilance $c_{HA} = [A^-]$
- 2) elektroneutralita $[H_3O^+] = [A^-] + [OH^-]$
- 3) iontový součin vody $K_w = [H_3O^+] \cdot [OH^-]$

$$[H_3O^+]^2 - c_{HA} \cdot [H_3O^+] - K_w = 0$$

$c_{HA} < 5 \cdot 10^{-7}$ mol/l

$$[H_3O^+] = c_{HA}$$

$1 \cdot 10^{-3} > c_{HA} > 5 \cdot 10^{-7}$ mol/l

$$pH = -\log a_{H^+} = -\log [H^+] \cdot f_{H^+}$$

$c_{HA} > 1 \cdot 10^{-3}$; $I > 1 \cdot 10^{-3}$



MUNI PED

# Výpočty pH silných roztoků protolytů

- **Silné kyseliny**
- **1.** Vypočtěte pH roztoku 0,05 M-$H_2SO_4$.
- **2.** Vypočtěte pH roztoku kyseliny chlorovodíkové koncentrace $1 \cdot 10^{-8}$ mol $l^{-1}$.
- **3.** Vypočtěte pH roztoku vzniklého smícháním 100 ml roztoku $HClO_4$ o pH = 3 a 100 ml roztoku $HClO_4$ o pH = 5.
- **4.** Bylo smícháno 500 ml 0,05M-HCl a 100 ml 0,1M-NaOH. Jaké je pH vzniklého roztoku, uvažujeme-li iontovou sílu roztoku?



MUNI PED

# Výpočty pH silných roztoků protolytů

- **Řešení:**
- **1.** Vypočtěte pH roztoku 0,05 M-$H_2SO_4$. (dvojsytná kyselina)
- $c_{H_2A} = 0{,}05\ \mathrm{mol/l}$ $\quad H_2SO_4 \rightleftharpoons$ **2 $H^+$** + $SO_4^{2-}$
- $[H^+]$ = 0,1 mol/l $\quad$ (**0,05 · 2** = 0,1)
- $\gamma_{\pm}$ (tab.) = 0,34

- pH = $-\log c_{H_2A}$
- a) pH = $-\log [H^+]$ = $-\log$ 0,1 = **1** ... nejméně přesná hodnota pH
- b) pH = $-\log [H^+] \cdot \gamma_{\pm}$ (tab.) = $-\log$ (0,1 · 0,34) = **1,47** ... nejpřesnější hodnota pH



MUNI PED

# Výpočty pH silných roztoků protolytů

- c) $pH = -\log [H^+] \cdot \gamma_{\pm}$

$$-\log \gamma_{\pm} = 0{,}509 \cdot z_+ \cdot z_- \cdot \frac{\sqrt{I}}{1+\sqrt{I}}$$

$$I = \frac{1}{2} \sum ci \cdot z_i^2$$

- $I = \frac{1}{2} (\overbrace{0{,}1}^{H^+} \cdot 1^2 + \overbrace{0{,}05}^{SO_4^{2-}} \cdot 2^2) = 0{,}15$
- $-\log \gamma_{\pm} = 0{,}509 \cdot 1 \cdot 2 \cdot \frac{\sqrt{0{,}15}}{1+\sqrt{0{,}15}}$
- $\gamma_{\pm} = 0{,}52$
- $pH = -\log [H^+] \cdot \gamma_{\pm} = -\log (0{,}1 \cdot 0{,}52) =$ **1,28**



MUNI PED

# Silné kyseliny

**Řešení:**

**2.** Vypočtěte pH roztoku kyseliny chlorovodíkové koncentrace $1 \cdot 10^{-8}$ mol $l^{-1}$.

$c(HCl) = 1 \cdot 10^{-8}$ mol/l

$$[H^+] = \frac{1 \cdot 10^{-8} + \sqrt{10^{-16} + 4 \cdot 10^{-14}}}{2}$$

$[H^+] = 1{,}05 \cdot 10^{-7}$ mol/l

pH = **6,98**



MUNI PED

# Výpočty pH silných roztoků protolytů

- **Silné zásady**

$$pK_{w,c} = 14 - \frac{\sqrt{I}}{1+\sqrt{I}}$$

- **5.** Vypočtěte pH roztoku hydroxidu barnatého s obsahem 0,3 % (m/m) $Ba(OH)_2$ ($\rho$ = 1,000 g $cm^{-3}$). Uvažujte vliv iontové síly roztoku.
- **6.** Jaký objem 0,1M-HCl je nutno přidat k 100 ml roztoku o pH 11,00, aby výsledný roztok měl pH 4,5?



MUNI PED