

## Megoldások

### Savak, bázisok - reakció

1. 150,0 cm<sup>3</sup> 0,250 mol/dm<sup>3</sup> salétromsav oldatban feloldottunk 15,0 g szilárd nátrium-hidroxidot. Milyen kémhatású lesz az oldat a közömbösítési reakció lejátszódása után? Számítsa ki az egyes ionok koncentrációját, feltételezve, hogy az oldat térfogata nem változik meg!

a reakcióegyenlet:  $\text{HNO}_3(aq) + \text{NaOH}(s) \rightarrow \text{NaNO}_3(aq) + \text{H}_2\text{O}$

a kémhatást az dönti el, hogy a sav vagy a bázis anyagmennyisége nagyobb

$$n_{\text{HNO}_3} = c \cdot V$$

$$n_{\text{NaOH}} = m/M$$

$$n_{\text{HNO}_3} = 0,250 \text{ mol/dm}^3 \cdot 0,150 \text{ dm}^3 = 0,0375 \text{ mol} \ll n_{\text{NaOH}} = 15,0 \text{ g} / 40,00 \text{ g/mol} = 0,375 \text{ mol}$$

**lúgos kémhatású lesz**,  $[\text{NO}_3^-] = 0,0375 \text{ mol} / 0,150 \text{ dm}^3 = 0,250 \text{ mol/dm}^3$

$$[\text{Na}^+] = 0,375 \text{ mol} / 0,150 \text{ dm}^3 = 2,50 \text{ mol/dm}^3$$

$$[\text{OH}^-] = (0,375 - 0,0375 \text{ mol}) / 0,150 \text{ dm}^3 = 2,25 \text{ mol/dm}^3$$

2. C-vitamin kapszula elemzésekor azt találták, hogy 0,5185 g mintára 10,30 cm<sup>3</sup> 0,2500 mol/dm<sup>3</sup> NaOH fogyott. Hány tömeg% C-vitamint (aszorbinsav, C<sub>6</sub>H<sub>8</sub>O<sub>6</sub>) tartalmazott a kapszula? (az aszorbinsav egyértékű sav)

reakcióegyenlet:  $\text{HC}_6\text{H}_7\text{O}_6 + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaC}_6\text{H}_7\text{O}_6 + \text{H}_2\text{O}$

a LEGO-(3) alappanelt használjuk:  $n_{\text{keresett}} = (u_{\text{keresett}} / u_{\text{ismert}}) \cdot n_{\text{ismert}}$

$$n_{\text{C-vit}} = 1/1 \cdot n_{\text{NaOH}} \quad \frac{m_{\text{C-vit}}}{M_{\text{C-vit}}} = c_{\text{NaOH}} \cdot V_{\text{NaOH}} \quad w\% = 100 \cdot \frac{m_{\text{C-vit}}}{m_{\text{kapszula}}} = 100 \cdot \frac{M_{\text{C-vit}} \cdot c_{\text{NaOH}} \cdot V_{\text{NaOH}}}{m_{\text{kapszula}}}$$

$$w\% = 100 \cdot 176,12 \text{ g/mol} \cdot 0,250 \text{ mol/dm}^3 \cdot 0,01030 \text{ dm}^3 / 0,5185 \text{ g} = \mathbf{87,50}$$

3. Egy mesterséges gyümölcslebe 12,0 g borkósavat (C<sub>4</sub>H<sub>6</sub>O<sub>6</sub>) adagoltak, hogy savanyú ízt idézzenek elő. A gyümölcsle közömbösítéséhez 5,00 tömeg%-os KOH-t használnak ( $\rho = 1,045 \text{ g/cm}^3$ ). Mekkora térfogatú lúg szükséges? (a borkósav kétértékű sav)

reakcióegyenlet:  $\text{H}_2\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6 + 2 \text{KOH} \rightarrow \text{K}_2\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6 + 2 \text{H}_2\text{O}$

a LEGO-(3) alappanelt használjuk:  $n_{\text{keresett}} = (u_{\text{keresett}} / u_{\text{ismert}}) \cdot n_{\text{ismert}}$

$$n_{\text{KOH}} = 2 \cdot n_{\text{borkósav}} \quad \frac{m_{\text{KOH}}}{M_{\text{KOH}}} = 2 \cdot \frac{m_{\text{sav}}}{M_{\text{sav}}} \quad w\% = 100 \cdot \frac{m_{\text{KOH}}}{m_{\text{oldat}}} = 100 \cdot \frac{m_{\text{KOH}}}{\rho \cdot V_{\text{oldat}}}$$

$$\frac{w\% \cdot \rho \cdot V_{\text{oldat}}}{M_{\text{KOH}}} = 2 \cdot \frac{m_{\text{sav}}}{M_{\text{sav}}} \quad V_{\text{oldat}} = 2 \cdot \frac{m_{\text{sav}} \cdot M_{\text{KOH}}}{M_{\text{sav}} \cdot w\% \cdot \rho}$$

$$V_{\text{oldat}} = 2 \cdot 12,0 \text{ g} \cdot 56,11 \text{ g/mol} / (150,09 \text{ g/mol} \cdot 5,00 \cdot 1,045 \text{ g/cm}^3) = \mathbf{1,72 \text{ cm}^3}$$

4. Hány tömeg% szódabikarbónát tartalmaz a gyomorégés elleni por, ha 0,375 g port 0,187 mol/dm<sup>3</sup> sósavval reagáltatva a fogyás 20,50 cm<sup>3</sup>?

A lejátszódó folyamat:  $\text{H}^+(aq) + \text{HCO}_3^-(aq) \rightarrow \text{CO}_2(g) + \text{H}_2\text{O}(l)$

a LEGO-(3) alappanelt használjuk:  $n_{\text{keresett}} = (u_{\text{keresett}} / u_{\text{ismert}}) \cdot n_{\text{ismert}}$

$$\frac{m_{\text{NaHCO}_3}}{M_{\text{NaHCO}_3}} = c_{\text{HCl}} \cdot V_{\text{HCl}} \quad w\% = 100 \cdot \frac{m_{\text{NaHCO}_3}}{m_{\text{por}}} = 100 \cdot \frac{c_{\text{HCl}} \cdot V_{\text{HCl}} \cdot M_{\text{NaHCO}_3}}{m_{\text{por}}}$$

$$w\% = 100 \cdot 0,187 \text{ mol/dm}^3 \cdot 0,02050 \text{ dm}^3 \cdot 84,01 \text{ g/mol} / 0,375 \text{ g} = \mathbf{85,88}$$

5. 0,145 g tömegű mészkőmintát 50,00 cm<sup>3</sup> 0,100 mol/dm<sup>3</sup> sósavban oldottak fel, amikor a következő reakció játszódik le:  $\text{CaCO}_3(s) + 2 \text{H}^+(aq) \rightarrow \text{Ca}^{2+}(aq) + \text{CO}_2(g) + \text{H}_2\text{O}(l)$ . Azt találták, hogy a maradék sósav semlegesítésére 0,175 mol/dm<sup>3</sup> NaOH-ból 13,05 cm<sup>3</sup> szükséges. Hány tömeg% CaCO<sub>3</sub>-ot tartalmazott a mészkő?

a LEGO-(3) alappanelt használjuk:  $n_{\text{keresett}} = (u_{\text{keresett}} / u_{\text{ismert}}) \cdot n_{\text{ismert}}$

$$n_{\text{CaCO}_3} = \frac{1}{2} \cdot n_{\text{HCl}}$$

$$n_{\text{HCl}} = n_{\text{HCl}(1)} - n_{\text{HCl}(\text{maradék})} = c_{\text{HCl}(1)} \cdot V_{\text{HCl}(1)} - c_{\text{NaOH}} \cdot V_{\text{NaOH}}$$

$$\frac{m_{\text{CaCO}_3}}{M_{\text{CaCO}_3}} = \frac{1}{2} \cdot (c_{\text{HCl}(1)} \cdot V_{\text{HCl}(1)} - c_{\text{NaOH}} \cdot V_{\text{NaOH}})$$

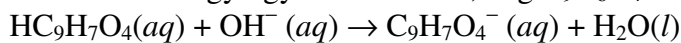
$$w\% = 100 \cdot \frac{m_{\text{CaCO}_3}}{m_{\text{mésző}}} = \frac{100 \cdot (c_{\text{HCl}(1)} \cdot V_{\text{HCl}(1)} - c_{\text{NaOH}} \cdot V_{\text{NaOH}}) \cdot M_{\text{CaCO}_3}}{2 \cdot m_{\text{mésző}}}$$

$$w\% =$$

$$= 100 \cdot (0,100 \text{ mol/dm}^3 \cdot 0,05000 \text{ dm}^3 - 0,175 \text{ mol/dm}^3 \cdot 0,01305 \text{ dm}^3) \cdot 100,09 \text{ g/mol} / (2 \cdot 0,145 \text{ g})$$

$$w\% = \mathbf{93,9}$$

6. Aspirin tabletta acetilszalicilsav ( $\text{C}_9\text{H}_8\text{O}_4$ ) tartalmát szeretnénk meghatározni, NaOH mérőoldattal. Egy-egy tabletta kb. 0,32 g  $\text{C}_9\text{H}_8\text{O}_4$ -t tartalmaz. A lejátszódó reakció:



Mekkora legyen a mérőoldat koncentrációja, hogy kb. 23  $\text{cm}^3$  fogyást mérjünk?

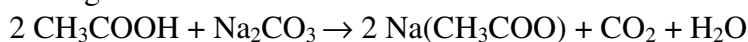
a LEGO-(3) alappanelt használjuk:

$$n_{\text{keresett}} = (u_{\text{keresett}} / u_{\text{ismert}}) \cdot n_{\text{ismert}}$$

$$n_{\text{NaOH}} = n_{\text{aspirin}} \quad c_{\text{NaOH}} \cdot V_{\text{NaOH}} = \frac{m_{\text{aspirin}}}{M_{\text{aspirin}}} \quad c_{\text{NaOH}} = \frac{m_{\text{aspirin}}}{M_{\text{aspirin}} \cdot V_{\text{NaOH}}}$$

$$c_{\text{NaOH}} = 0,32 \text{ g} / (180,15 \text{ g/mol} \cdot 0,023 \text{ dm}^3) = \mathbf{0,077 \text{ mol/dm}^3}$$

7. 125  $\text{cm}^3$  térfogatú ecetsavhoz ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ , 0,762  $\text{mol/dm}^3$ ) 7,55 g szilárd  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ -ot adtunk. Még mindig savas az oldat?



$n_{\text{keresett}} = (u_{\text{keresett}} / u_{\text{ismert}}) \cdot n_{\text{ismert}}$  összefüggésből az  $n_x/u_x$  viszonyt vizsgáljuk:

ha  $n_{\text{ecetsav}}/2 > n_{\text{szóda}}$ , akkor savas az oldat (ecetsav – nátrium-acetát puffer keletkezik);

ha  $n_{\text{ecetsav}}/2 < n_{\text{szóda}}$ , akkor lúgos az oldat (nátrium-karbonát és nátrium-acetát lesz az oldatban)

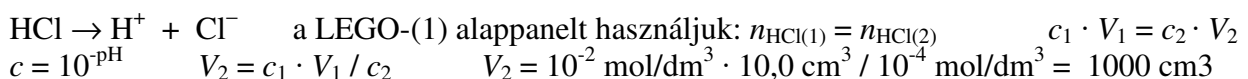
ha  $n_{\text{ecetsav}}/2 = n_{\text{szóda}}$ , akkor lúgos az oldat (csak nátrium-acetát lesz az oldatban)

$$c_{\text{ecetsav}} \cdot V_{\text{ecetsav}} / 2 \quad \text{vagy} \quad m_{\text{szóda}} / M_{\text{szóda}}$$

$$0,762 \text{ mol/dm}^3 \cdot 0,125 \text{ dm}^3 / 2 = 0,0476 \text{ mol} < 7,55 \text{ g} / 105,99 \text{ g/mol} = 0,0712 \text{ mol} \quad \mathbf{lúgos}$$

### Erős savak és bázisok pH-ja

1. Egy 10,0  $\text{cm}^3$ -es sósav-minta pH-ja 2,00. Mennyi vizet kell hozzáadni, hogy a pH 4,00-ra változzon?



$$c = 10^{-\text{pH}} \quad V_2 = c_1 \cdot V_1 / c_2 \quad V_2 = 10^{-2} \text{ mol/dm}^3 \cdot 10,0 \text{ cm}^3 / 10^{-4} \text{ mol/dm}^3 = 1000 \text{ cm}^3$$

$$V_{\text{víz}} \sim \mathbf{990 \text{ cm}^3}$$

2. Egy A mintában  $[\text{OH}^-] = 3,2 \cdot 10^{-4} \text{ mol/dm}^3$ , B-ben  $[\text{H}^+] = 6,9 \cdot 10^{-9} \text{ mol/dm}^3$ . Melyik minta lúgosabb, melyikben alacsonyabb a pH?

$$\text{pOH} = -1 \cdot \lg [\text{OH}^-] \quad \text{pH} = 14,00 - \text{pOH}$$

$$\text{A minta: pOH} = -1 \cdot \lg 3,2 \cdot 10^{-4} = 3,49 \quad \text{pH} = 10,51$$

$$\text{B minta: pH} = 8,16$$

**lúgosabb**  
**alacsonyabb pH**

3. Mekkora lesz az oldat pH-ja, ha 1,75  $\text{dm}^3$  oldat 32,1 g NaOH-t és 23,4 g KOH-t tartalmaz?

$$[\text{OH}^-] = c_{\text{NaOH}} + c_{\text{KOH}} = (m_{\text{NaOH}}/M_{\text{NaOH}} + m_{\text{KOH}}/M_{\text{KOH}}) / V_{\text{oldat}}$$

$$\text{pOH} = -1 \cdot \lg [\text{OH}^-] \quad \text{pH} = 14,00 - \text{pOH}$$

$$[\text{OH}^-] = (32,1 \text{ g} / 40,00 \text{ g/mol} + 23,4 \text{ g} / 56,11 \text{ g/mol}) / 1,75 \text{ dm}^3 = 0,697 \text{ mol/dm}^3$$

$$\text{pOH} = -1 \cdot \lg 0,697 = 0,157 \quad \text{pH} = 14,00 - 0,16 = \mathbf{13,84}$$

4. Számítsa ki a telített bárium-hidroxid oldat pH-ját, amelyik literenként 3,90 g  $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$ -t tartalmaz!

$$[\text{OH}^-] = 2 \cdot c_{\text{Ba}(\text{OH})_2} = 2 \cdot m / (M \cdot V) = 2 \cdot 3,90 \text{ g} / (171,35 \text{ g/mol} \cdot 1,00 \text{ dm}^3) = 0,0455 \text{ mol/dm}^3$$

$$\text{pOH} = -1 \cdot \lg [\text{OH}^-] \quad \text{pH} = 14,00 - \text{pOH} \quad \text{pOH} = -1 \cdot \lg 0,0455 = 1,34$$

$$\text{pH} = 14,00 - 1,34 = \mathbf{12,66}$$

5. 25,0 liter pH = 11,55 oldat elkészítéséhez hány  $\text{cm}^3$  15,0 tömeg%-os KOH-oldat ( $\rho = 1,14 \text{ g/cm}^3$ ) szükséges?

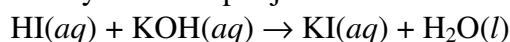
a LEGO-(1) alappanelt használjuk:  $n_{\text{KOH}(1)} = n_{\text{KOH}(2)}$   $\frac{m_{\text{KOH}}}{M_{\text{KOH}}} = c_2 \cdot V_2$   $c_2 = 10^{-(14-\text{pOH})}$

$$w\% = 100 \cdot \frac{m_{\text{KOH}}}{m_{\text{oldat}}} = 100 \cdot \frac{m_{\text{KOH}}}{\rho \cdot V_{\text{oldat}}} \quad w\% \cdot \rho \cdot V_{\text{oldat}} / 100 = M_{\text{KOH}} \cdot c_2 \cdot V_2$$

$$V_{\text{oldat}} = \frac{100 \cdot M_{\text{KOH}} \cdot c_2 \cdot V_2}{w\% \cdot \rho}$$

$$V_{\text{oldat}} = 100 \cdot 56,11 \text{ g/mol} \cdot 10^{-2,45} \text{ mol/dm}^3 \cdot 25,0 \text{ dm}^3 / (15,0 \cdot 1,14 \text{ g/cm}^3) = \mathbf{29,1 \text{ cm}^3}$$

6. 50,00  $\text{cm}^3$  0,0155  $\text{mol/dm}^3$  HI(aq) és 75,00  $\text{cm}^3$  0,0106  $\text{mol/dm}^3$  KOH(aq) összekeverése után mennyi az oldat pH-ja?



$n_{\text{keresett}} = (u_{\text{keresett}} / u_{\text{ismert}}) \cdot n_{\text{ismert}}$  összefüggésből az  $n_x/u_x$  viszonyt vizsgáljuk:

$$n_{\text{HI}} = c_{\text{HI}} \cdot V_{\text{HI}} = 0,0155 \text{ mol/dm}^3 \cdot 0,05000 \text{ dm}^3 = 7,75 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

$$n_{\text{KOH}} = c_{\text{KOH}} \cdot V_{\text{KOH}} = 0,0106 \text{ mol/dm}^3 \cdot 0,07500 \text{ dm}^3 = 7,95 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \quad V_{\text{összes}} = 0,125 \text{ dm}^3$$

$$[\text{OH}^-] = 2,00 \cdot 10^{-5} \text{ mol} / 0,125 \text{ dm}^3 = 1,6 \cdot 10^{-4} \text{ mol/dm}^3 \quad \text{pOH} = -1 \cdot \lg 1,6 \cdot 10^{-4} = 3,80$$

$$\text{pH} = 14,00 - \text{pOH} = 14,00 - 3,80 = \mathbf{10,20}$$

### Gyenge savak és bázisok

1. A kodein ( $\text{C}_{18}\text{H}_{21}\text{NO}_3$ ) a morfin származéka, gyenge bázis, amelyet köhögéscsillapítóként alkalmaznak. Mennyi a disszociáció-állandó értéke, ha  $1,70 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$  oldatának pH-ja 9,59?

$$K_b = \frac{[\text{OH}^-]^2}{c - [\text{OH}^-]} \quad \text{pOH} = 14,00 - \text{pH} \quad [\text{OH}^-] = 10^{-\text{pOH}} \quad [\text{OH}^-] = 10^{-4,41} \text{ mol/dm}^3$$

$$K_b = (3,89 \cdot 10^{-5})^2 (\text{mol/dm}^3)^2 / (1,70 \cdot 10^{-3} - 3,89 \cdot 10^{-5}) \text{ mol/dm}^3 = \mathbf{9,10 \cdot 10^{-7} \text{ mol/dm}^3}$$

2. A fenol ( $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ ) gyenge szerves sav, amit a műanyagipar nagy mennyiségben használ. 0,385 g fenolból 2,00 liter oldatot készítettek, és a pH-ját 6,29-nek találták. Számítsa ki a fenol disszociáció-állandóját!

$$K_s = \frac{[\text{H}^+]^2}{c - [\text{H}^+]} \quad [\text{H}^+] = 10^{-\text{pH}} \quad c = \frac{m}{M \cdot V} \quad [\text{H}^+] = 10^{-6,29} = 5,13 \cdot 10^{-7} \text{ mol/dm}^3$$

$$c = 0,385 \text{ g} / (94,11 \text{ g/mol} \cdot 2,00 \text{ dm}^3) = 2,05 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$$

$$K_s = (5,13 \cdot 10^{-7})^2 / (2,05 \cdot 10^{-3} - 5,13 \cdot 10^{-7}) = \mathbf{1,28 \cdot 10^{-10} \text{ mol/dm}^3}$$

3. A hangyasav ( $\text{HCOOH}$ ) a csalán és a hangyák nedvében található sav.  $K_s = 1,9 \cdot 10^{-4} (\text{mol/dm}^3)$ . Számítsa ki a  $[\text{H}^+]$ -t a 2,00  $\text{mol/dm}^3$  koncentrációjú oldatban!

$$K_s = \frac{[\text{H}^+]^2}{c - [\text{H}^+]} = \frac{x^2}{c - x} \quad x^2 + K_s x - K_s c = 0 \quad x^2 + 1,9 \cdot 10^{-4} x - 1,9 \cdot 10^{-4} \cdot 2,00 = 0$$

$$x_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} \quad x_{1,2} = -1,9 \cdot 10^{-4} \pm \{(1,9 \cdot 10^{-4})^2 + 4 \cdot 1,9 \cdot 10^{-4} \cdot 2,00\}^{1/2} / 2$$

$$[\text{H}^+] = \mathbf{1,94 \cdot 10^{-2} \text{ mol/dm}^3}$$

4. Erős mozgást követően az izmokban tejsav keletkezik. A tejsav 1,30  $\text{mol/dm}^3$  koncentrációjú oldatában a molekulák hány %-a van disszociált alakban?  $K_s = 1,4 \cdot 10^{-4} (\text{mol/dm}^3)$ .

$$K_s = \frac{[\text{H}^+]^2}{c - [\text{H}^+]} = \frac{x^2}{c - x} \quad x^2 + K_s x - K_s c = 0 \quad x^2 + 1,4 \cdot 10^{-4} x - 1,4 \cdot 10^{-4} \cdot 1,30 = 0$$

$$x_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} \quad x_{1,2} = -1,4 \cdot 10^{-4} \pm \{(1,4 \cdot 10^{-4})^2 + 4 \cdot 1,4 \cdot 10^{-4} \cdot 1,30\}^{1/2} / 2$$

$$[\text{H}^+] = 1,34 \cdot 10^{-2} \text{ mol/dm}^3 \quad \alpha = \frac{[\text{H}^+]}{c} \quad \alpha = 1,34 \cdot 10^{-2} \text{ mol/dm}^3 / 1,30 \text{ mol/dm}^3 = 0,0103 \quad \mathbf{1,03\%}$$

5. Milyen koncentrációjú az ecetsavoldat, amelyikben azonos a pH, mint a  $0,001 \text{ mol/dm}^3$  koncentrációjú perklórsavban? Az ecetsav disszociáció-állandója  $K_s = 1,75 \cdot 10^{-5} \text{ mol/dm}^3$

$$[\text{H}^+] = c_{\text{HClO}_4} \quad K_s = \frac{[\text{H}^+]^2}{c - [\text{H}^+]} \quad c = \frac{[\text{H}^+]^2}{K_s} + [\text{H}^+]$$

$$c = (10^{-3})^2 / 1,75 \cdot 10^{-5} + 10^{-3} = \mathbf{5,81 \cdot 10^{-2} \text{ mol/dm}^3}$$