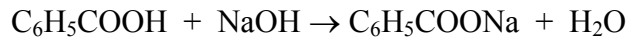


Megoldások – 10.A.- 11.B. hét

Sav-bázis titrálás

1. Egy ipari folyamatban termelt szerves szennyezőanyag (amely szén-tetrakloridot és benzoosavat – C_6H_5COOH – tartalmaz) elemzésekor 0,3518 g mintát vízzel összerázva a semlegesítésre $10,59 \text{ cm}^3$ $0,1546 \text{ mol/dm}^3$ NaOH fogyott. Hány tömeg% benzoosavat tartalmazott az eredeti minta?



$$w\% = 100 \cdot \frac{m_{\text{benzoosav}}}{m_{\text{minta}}} \quad n_{\text{benzoosav}} = 1/1 \cdot n_{\text{NaOH}} \quad \frac{m_{\text{benzoosav}}}{M_{\text{benzoosav}}} = \frac{1}{1} \cdot c_{\text{NaOH}} \cdot V_{\text{NaOH}}$$

$$w\% = 100 \cdot \frac{M_{\text{benzoosav}} \cdot c_{\text{NaOH}} \cdot V_{\text{NaOH}}}{m_{\text{minta}}}$$

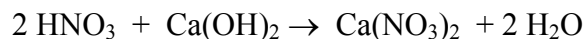
$$w\% = 100 \cdot 122,12 \text{ g/mol} \cdot 0,1546 \text{ mol/dm}^3 \cdot 0,01059 \text{ dm}^3 / 0,3518 \text{ g} = \mathbf{56,83}$$

2. Nátrium-hidroxid mérőoldat pontos koncentrációját kálium-hidrogénftalát titrálásával szokták meghatározni (a KHP egyértékű sav, $M = 204,22 \text{ g/mol}$). A vizsgálatban 0,1082 g KHP-re $20,46 \text{ cm}^3$ NaOH fogyott. Milyen mol/dm^3 koncentrációjú a NaOH-mérőoldat?

$$n_{\text{KOH}} = 1/1 \cdot n_{\text{KHP}} \quad c_{\text{KOH}} \cdot V_{\text{KOH}} = \frac{1}{1} \cdot \frac{m_{\text{KHP}}}{M_{\text{KHP}}} \quad c_{\text{KOH}} = \frac{1}{1} \cdot \frac{m_{\text{KHP}}}{M_{\text{KHP}} \cdot V_{\text{KOH}}}$$

$$c_{\text{KOH}} = 0,1082 \text{ g} / (204,22 \text{ g/mol} \cdot 0,02046 \text{ dm}^3) = \mathbf{0,02590 \text{ mol/dm}^3}$$

3. Mekkora térfogatú $0,0200 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú kalcium-hidroxid szükséges $35,00 \text{ cm}^3$ $0,0500 \text{ mol/dm}^3$ salétromsav közömbösítéséhez?

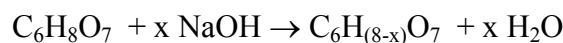


$$n_{\text{lúg}} = 1/2 \cdot n_{\text{sav}} \quad c_{\text{Ca(OH)}_2} \cdot V_{\text{Ca(OH)}_2} = 1/2 \cdot c_{\text{HNO}_3} \cdot V_{\text{HNO}_3}$$

$$V_{\text{Ca(OH)}_2} = 1/2 \cdot c_{\text{HNO}_3} \cdot V_{\text{HNO}_3} / c_{\text{Ca(OH)}_2}$$

$$V_{\text{Ca(OH)}_2} = 1/2 \cdot 0,0500 \text{ mol/dm}^3 \cdot 35,00 \text{ cm}^3 / 0,0200 \text{ mol/dm}^3 = \mathbf{43,75 \text{ cm}^3}$$

4. Hány savi hidrogénje van a citromsavnak ($C_6H_8O_7$), ha $25,00 \text{ cm}^3$ vízben oldott $0,2500 \text{ g}$ mintára a teljes semlegesítésig $37,20 \text{ cm}^3$ $0,1050 \text{ mol/dm}^3$ NaOH fogyott?



$$n_{\text{citromsav}} = 1/x \cdot n_{\text{NaOH}} \quad \frac{m_{\text{citromsav}}}{M_{\text{citromsav}}} = \frac{1}{x} \cdot c_{\text{NaOH}} \cdot V_{\text{NaOH}} \quad x = \frac{M_{\text{citromsav}} \cdot c_{\text{NaOH}} \cdot V_{\text{NaOH}}}{m_{\text{citromsav}}}$$

$$x = 192,12 \text{ g/mol} \cdot 0,1050 \text{ mol/dm}^3 \cdot 0,03720 \text{ dm}^3 / 0,2500 \text{ g} = \mathbf{3,00}$$

5. A bíbortetűből extrahált karminsav fontos vörös színezőanyag volt a 19. század első felében. A molekula 53,66 % szenet, 4,09 % hidrogént és oxigént tartalmaz, feltételezzük, hogy egyértékű sav. A semlegesítés során $0,3602 \text{ g}$ karminsav mintára $18,02 \text{ cm}^3$ $0,0406 \text{ mol/dm}^3$ NaOH fogyott. Határozzuk meg a karminsav képletét!

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

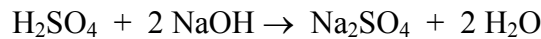
$$M_{\text{karminsav}} = 0,3602 \text{ g} / (0,0406 \text{ mol/dm}^3 \cdot 0,01802 \text{ cm}^3) = 492,3 \text{ g/mol}$$

1,00 mol tömegű mintának adott tömeg%-a C, H és O

$$n_{\text{C}} = \frac{m_{\text{C}}}{M_{\text{C}}} = \frac{53,66 \cdot 492,3 \text{ g}}{100 \cdot 12,01 \text{ g/mol}} = 22,0 \text{ mol} \quad n_{\text{H}} = \frac{m_{\text{H}}}{M_{\text{H}}} = \frac{4,09 \cdot 492,3 \text{ g}}{100 \cdot 1,008 \text{ g/mol}} = 20,0 \text{ mol}$$

$$n_{\text{O}} = \frac{m_{\text{O}}}{M_{\text{O}}} = \frac{42,25 \cdot 492,3 \text{ g}}{100 \cdot 16,00 \text{ g/mol}} = 13,0 \text{ mol} \quad \text{a karminsav képlete: } \mathbf{C_{22}H_{20}O_{13}}$$

6. A kénsavas akkumulátorfolyadék vizsgálata során 10,00 cm³ minta semlegesítéséhez 35,08 cm³ 2,12 mol/dm³ NaOH szükséges. Hány g/dm³ kénsavat tartalmaz az akkumulátor folyadék?



$$n_{\text{kénsav}} = \frac{1}{2} n_{\text{NaOH}} \quad n_{\text{kénsav}} = \frac{1}{2} c_{\text{NaOH}} \cdot V_{\text{NaOH}} \quad c_m = \frac{n_{\text{kénsav}} \cdot M_{\text{kénsav}}}{V_{\text{kénsav}}}$$

$$c_m = \frac{1}{2} \cdot \frac{c_{\text{NaOH}} \cdot V_{\text{NaOH}} \cdot M_{\text{kénsav}}}{V_{\text{kénsav}}}$$

$$c_m = 2,12 \text{ mol/dm}^3 \cdot 35,08 \text{ cm}^3 \cdot 98,07 \text{ g/mol} / (2 \cdot 10,00 \text{ cm}^3) = \mathbf{365 \text{ g/dm}^3}$$

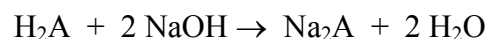
7. Hány gramm Na₂CO₃ · 10 H₂O feloldásával készült az az oldat, amelynek titrálására 32,00 cm³ 0,250 mol/dm³ kénsavoldat fogy?



$$n_{\text{szóda}} = n_{\text{kénsav}} \quad \frac{m_{\text{szóda}}}{M_{\text{szóda}}} = c_{\text{kénsav}} \cdot V_{\text{kénsav}} \quad m_{\text{szóda}} = M_{\text{szóda}} \cdot c_{\text{kénsav}} \cdot V_{\text{kénsav}}$$

$$m_{\text{szóda}} = 286,15 \text{ g/mol} \cdot 0,250 \text{ mol/dm}^3 \cdot 0,03200 \text{ dm}^3 = \mathbf{2,30 \text{ g}}$$

8. Egy kristályvíz tartalmú, kétértékű szerves sav 5,040 g tömegű mintájából 1,00 dm³ törzsoldatot készítettünk. Ennek 25,00 cm³-es részletére 20,00 cm³ 0,100 mol/dm³ NaOH mérőoldat fogy. A vízmentes vegyület moláris tömege 90,0 g/mol. Hány mólnyi vízzel kristályosodik a szerves sav?



$$n_{\text{sav}} = \frac{1}{2} n_{\text{NaOH}} \quad c_{\text{sav}} \cdot V_{\text{sav}} = \frac{1}{2} c_{\text{NaOH}} \cdot V_{\text{NaOH}} \quad c_{\text{sav}} = \frac{m_{\text{krist}}}{M_{\text{krist}} \cdot V_{\text{oldat}}}$$

$$\frac{m_{\text{krist}}}{M_{\text{krist}} \cdot V_{\text{oldat}}} \cdot V_{\text{sav}} = \frac{1}{2} \cdot c_{\text{NaOH}} \cdot V_{\text{NaOH}} \quad M_{\text{krist}} - M_{\text{sav}} = x M_{\text{H}_2\text{O}}$$

$$M_{\text{krist}} = \frac{2 \cdot m_{\text{krist}} \cdot V_{\text{sav}}}{V_{\text{oldat}} \cdot c_{\text{NaOH}} \cdot V_{\text{NaOH}}}$$

$$M_{\text{krist}} = 2 \cdot 5,040 \text{ g} \cdot 25,00 \text{ cm}^3 / (1,00 \text{ dm}^3 \cdot 0,100 \text{ mol/dm}^3 \cdot 20,00 \text{ cm}^3) = 126,0 \text{ g/mol}$$

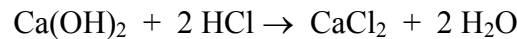
$$x = (126,0 - 90,0 \text{ g/mol}) / 18,02 \text{ g/mol} = \mathbf{2}$$

9. Döntse el, hogy KOH vagy NaOH volt-e a vizsgálandó anyag, ha 0,1980 g mintára 9,90 cm³ 0,500 mol/dm³ HCl fogyott?

$$n_{\text{lúg}} = n_{\text{HCl}} \quad \frac{m_{\text{lúg}}}{M_{\text{lúg}}} = c_{\text{HCl}} \cdot V_{\text{HCl}} \quad M_{\text{lúg}} = \frac{m_{\text{lúg}}}{c_{\text{HCl}} \cdot V_{\text{HCl}}}$$

$$M_{\text{lúg}} = 0,1980 \text{ g} / (0,500 \text{ mol/dm}^3 \cdot 0,00990 \text{ dm}^3) = 40,0 \text{ g/mol} \quad \text{tehát } \mathbf{NaOH}$$

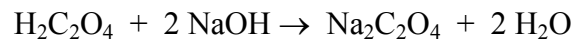
10. Hány gramm oltott meszet (kalcium-hidroxid) tartalmaz az az oldat, amelynek semlegesítéséhez 21,80 cm³ 0,100 mol/dm³ sósav kell?



$$n_{\text{mész}} = \frac{1}{2} n_{\text{HCl}} \quad \frac{m_{\text{mész}}}{M_{\text{mész}}} = \frac{1}{2} \cdot c_{\text{HCl}} \cdot V_{\text{HCl}} \quad m_{\text{mész}} = \frac{1}{2} \cdot M_{\text{mész}} \cdot c_{\text{HCl}} \cdot V_{\text{HCl}}$$

$$m_{\text{mész}} = 0,5 \cdot 74,10 \text{ g/mol} \cdot 0,100 \text{ mol/dm}^3 \cdot 0,02180 \text{ dm}^3 = \mathbf{0,0808 \text{ g}}$$

11. 2,500 g oxálsavból desztillált vízzel 250,0 cm³ oldatot készítettünk. Az így nyert törzsoldatból 10,00 cm³-t 16,10 cm³ 0,0980 mol/dm³ NaOH közömbösít. Hány kristályvizet tartalmaz az oxálsav képlete (H₂C₂O₄ · x H₂O)?



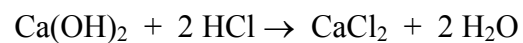
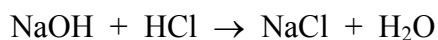
$$n_{\text{krist}} = \frac{1}{2} n_{\text{NaOH}} \quad c_{\text{oxálsav}} = \frac{m_{\text{krist}}}{M_{\text{krist}} \cdot V_{\text{oldat}}} \quad \frac{m_{\text{krist}}}{M_{\text{krist}} \cdot V_{\text{oldat}}} \cdot V_{\text{sav}} = \frac{1}{2} \cdot c_{\text{NaOH}} \cdot V_{\text{NaOH}}$$

$$M_{\text{oxálsav}} - M_{\text{vízm}} = x M_{\text{H}_2\text{O}} \quad M_{\text{krist}} = \frac{2 \cdot m_{\text{krist}} \cdot V_{\text{sav}}}{V_{\text{oldat}} \cdot c_{\text{NaOH}} \cdot V_{\text{NaOH}}}$$

$$M_{\text{krist}} = 2 \cdot 2,500 \text{ g} \cdot 10,00 \text{ cm}^3 / (0,250 \text{ dm}^3 \cdot 0,0980 \text{ mol/dm}^3 \cdot 16,10 \text{ cm}^3) = 126,8 \text{ g/mol}$$

$$x = (126,8 \text{ g/mol} - 90,0 \text{ g/mol}) / 18,02 \text{ g/mol} = \mathbf{2} \quad \mathbf{\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}}$$

12. Egy szilárd anyag 92,5 tömeg% NaOH-t és 7,5 tömeg% Ca(OH)₂-t tartalmaz, amelyből 0,235 g-ot 45,6 cm³ sósav titrál. Milyen koncentrációjú a sósavoldat?



$$n_{\text{HCl}} = n_{\text{NaOH}} + \frac{1}{2} n_{\text{Ca(OH)}_2} \quad c_{\text{HCl}} \cdot V_{\text{HCl}} = \frac{m_{\text{NaOH}}}{M_{\text{NaOH}}} + \frac{1}{2} \cdot \frac{m_{\text{Ca(OH)}_2}}{M_{\text{Ca(OH)}_2}} \quad w\% = 100 \cdot \frac{m_x}{m_{\text{összes}}}$$

$$c_{\text{HCl}} = (0,925 \cdot 0,235 \text{ g} / 40,00 \text{ g/mol} + 0,5 \cdot 0,075 \cdot 0,235 \text{ g} / 74,10 \text{ g/mol}) / 0,0456 \text{ dm}^3$$

$$c_{\text{HCl}} = \mathbf{0,122 \text{ mol/dm}^3}$$

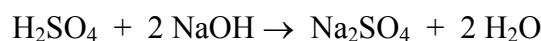
13. A háztartási szalmiákszesz 5,00 cm³ térfogatú mintájának semlegesítésére 28,72 cm³ 1,021 mol/dm³ sósav használódott el. Hány mol/dm³ az ammónia koncentrációja a szalmiákszeszben?



$$n_{\text{NH}_3} = n_{\text{HCl}} \quad c_{\text{NH}_3} \cdot V_{\text{NH}_3} = c_{\text{HCl}} \cdot V_{\text{HCl}} \quad c_{\text{NH}_3} = \frac{c_{\text{HCl}} \cdot V_{\text{HCl}}}{V_{\text{NH}_3}}$$

$$c_{\text{NH}_3} = 1,021 \text{ mol/dm}^3 \cdot 28,72 \text{ cm}^3 / 5,00 \text{ cm}^3 = \mathbf{5,86 \text{ mol/dm}^3}$$

14. Az ólomakkumulátor határfoka akkor a legnagyobb, ha a sav 4,8 - 5,3 mol/dm³ H₂SO₄-et tartalmaz. 5,00 cm³ akkusav titrálására 49,74 cm³ 0,935 mol/dm³ koncentrációjú NaOH fogyott. Ebben a tartományban van a sav-tartalom?

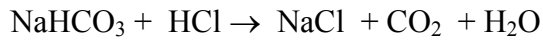
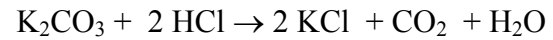
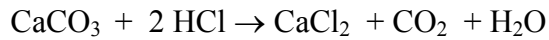


$$n_{\text{kénsav}} = \frac{1}{2} n_{\text{NaOH}} \quad c_{\text{H}_2\text{SO}_4} \cdot V_{\text{H}_2\text{SO}_4} = \frac{1}{2} \cdot c_{\text{NaOH}} \cdot V_{\text{NaOH}} \quad c_{\text{H}_2\text{SO}_4} = \frac{1}{2} \cdot \frac{c_{\text{NaOH}} \cdot V_{\text{NaOH}}}{V_{\text{H}_2\text{SO}_4}}$$

$$c_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 0,935 \text{ mol/dm}^3 \cdot 49,74 \text{ cm}^3 / (2 \cdot 5,00 \text{ cm}^3) = 4,65 \text{ mol/dm}^3$$

kicsit alacsonyabb

15. A laborgyakorlaton különböző, vízmentes karbonátok azonosítását sav-bázis titrálással végezték a diákok. 0,9115 gramm tömegű minta titrálására $12,78 \text{ cm}^3$ $1,0321 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú HCl fogyott. CaCO_3 , K_2CO_3 vagy NaHCO_3 volt-e a minta?



$$M_{\text{CaCO}_3} = 100,09 \text{ g/mol}$$

$$M_{\text{K}_2\text{CO}_3} = 138,21 \text{ g/mol}$$

$$M_{\text{NaHCO}_3} = 84,01 \text{ g/mol}$$

$$n_{\text{karbonát}} = \left(\frac{1}{2}\right) n_{\text{HCl}}$$

$$\frac{m_{\text{minta}}}{M} = \left(\frac{1}{2}\right) \cdot c_{\text{HCl}} \cdot V_{\text{HCl}}$$

$$M = \frac{(2) \cdot m_{\text{minta}}}{c_{\text{HCl}} \cdot V_{\text{HCl}}}$$

$$M = 0,9115 \text{ g} / (1,0321 \text{ mol/dm}^3 \cdot 0,01278 \text{ dm}^3) = 69,10 \text{ g/mol}$$

ez egyikkel sem azonos, ezért a 2-es szorzót figyelembe vesszük

$$M = 2 \cdot 69,10 \text{ g/mol} = 138,21 \text{ g/mol}$$

azaz K_2CO_3 volt a minta