

**Zadanie 1****Zadanie 2****Przykłady poprawnych odpowiedzi**

a)

Dane:

$$m_{\text{NaCl}} = 29,25 \text{ mg}$$

$$V_{\text{r AgNO}_3} = 8 \text{ cm}^3$$

$$c_{\text{m AgNO}_3} = 0,1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

$$V_{\text{r AlCl}_3} = 3 \text{ cm}^3$$

$$c_{\text{m AlCl}_3} = 0,2 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

Rozwiązanie:

I sposób

Probówka I

Liczba moli AgNO_3

$$n_{\text{AgNO}_3} = c_{\text{m}} \cdot V_{\text{r}}$$

$$n_{\text{AgNO}_3} = 0,1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \cdot 0,008 \text{ dm}^3$$

$$n_{\text{AgNO}_3} = 0,0008 \text{ mola}$$

Liczba moli NaCl potrzebnych do całkowitego strącenia jonów Ag^+

$$n_{\text{AgNO}_3} = n_{\text{NaCl}}$$

$$n_{\text{NaCl}} = 0,0008 \text{ mola}$$

Liczba moli NaCl wprowadzonych do roztworu

$$n_{\text{NaCl}} = \frac{m}{M} = \frac{0,02925 \text{ g}}{58,5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0,0005 \text{ mola}$$

Liczba moli NaCl wprowadzonych do roztworu jest mniejsza od liczby moli NaCl potrzebnych do całkowitego strącenia jonów Ag^+ .

Probówka II

Liczba moli AgNO_3

$$n_{\text{AgNO}_3} = c_{\text{m}} \cdot V_{\text{r}}$$

$$n_{\text{AgNO}_3} = 0,1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \cdot 0,008 \text{ dm}^3$$

$$n_{\text{AgNO}_3} = 0,0008 \text{ mola}$$

Liczba moli AlCl_3 potrzebnych do całkowitego strącenia jonów Ag^+

$$\frac{3 \text{ mole}}{0,0008 \text{ mola}} = \frac{1 \text{ mol}}{x}$$

$$x = n_{\text{AlCl}_3} = 0,0002(6) \text{ mola}$$

Liczba moli AlCl_3 wprowadzonych do roztworu

$$n_{\text{AlCl}_3} = c_{\text{m}} \cdot V_{\text{r}}$$

$$n_{\text{AlCl}_3} = 0,2 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \cdot 0,003 \text{ dm}^3$$

$$n_{\text{AlCl}_3} = 0,0006 \text{ mola}$$

Liczba moli AlCl_3 wprowadzonych do roztworu jest większa od liczby moli AlCl_3 potrzebnych do całkowitego strącenia jonów Ag^+ .II sposób

Probówka I

Liczba moli AgNO_3

$$n_{\text{AgNO}_3} = c_{\text{m}} \cdot V_{\text{r}}$$

$$n_{\text{AgNO}_3} = 0,1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \cdot 0,008 \text{ dm}^3$$

$$n_{\text{AgNO}_3} = 0,0008 \text{ mola}$$

Liczba moli NaCl potrzebnych do całkowitego strącenia jonów Ag^+

$$n_{\text{AgNO}_3} = n_{\text{NaCl}}$$

$$1 \text{ mol AgNO}_3 \text{ — } 1 \text{ mol NaCl}$$

$$0,0008 \text{ mola AgNO}_3 \text{ — } x \quad x = n_{\text{NaCl}} = 0,0008 \text{ mola}$$

Liczba moli NaCl wprowadzonych do roztworu

$$1 \text{ mol NaCl — } 58,5 \text{ g NaCl}$$

$$y \text{ — } 0,02925 \text{ g NaCl} \quad y = n_{\text{NaCl}} = 0,0005 \text{ mola}$$

Liczba moli NaCl wprowadzonych do roztworu jest mniejsza od liczby moli NaCl potrzebnych do całkowitego strącenia jonów Ag^+ .

Probówka II

Liczba moli AgNO_3

$$n_{\text{AgNO}_3} = c_m \cdot V_r$$

$$n_{\text{AgNO}_3} = 0,1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \cdot 0,008 \text{ dm}^3$$

$$n_{\text{AgNO}_3} = 0,0008 \text{ mola}$$

$$3 \text{ mole AgNO}_3 \text{ — } 1 \text{ mol AlCl}_3$$

$$0,0008 \text{ mola AgNO}_3 \text{ — } x \quad x = n_{\text{AlCl}_3} = 0,0002(6) \text{ mola}$$

Liczba moli AlCl_3 wprowadzonych do roztworu

$$n_{\text{AlCl}_3} = c_m \cdot V_r$$

$$n_{\text{AlCl}_3} = 0,2 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \cdot 0,003 \text{ dm}^3$$

$$n_{\text{AlCl}_3} = 0,0006 \text{ mol}$$

Liczba moli AlCl_3 wprowadzonych do roztworu jest większa od liczby moli AlCl_3 potrzebnych do całkowitego strącenia jonów Ag^+ .

Odpowiedź: W probówce I nie nastąpiło całkowite strącenie jonów Ag^+ w postaci osadu. W probówce II nastąpiło całkowite strącenie jonów Ag^+ w postaci osadu.

b)

Dane:

$$m_{\text{NaCl}} = 29,25 \text{ mg}$$

$$V_{r \text{ AgNO}_3} = 8 \text{ cm}^3$$

$$c_{m \text{ AgNO}_3} = 0,1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

$$V_{r \text{ AlCl}_3} = 3 \text{ cm}^3$$

$$c_{m \text{ AlCl}_3} = 0,2 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

Szukane:

$$n_{\text{NaCl}}, n_{\text{AlCl}_3}, n_{\text{AgNO}_3}$$

Rozwiązanie:

1 sposób

Probówka I

Uwaga: Można skorzystać z liczby moli NaCl obliczonych w części a) zadania lub powtórzyć obliczanie liczby moli NaCl w tej części zadania.

Liczba moli AgNO_3

$$n_{\text{AgNO}_3} = c_m \cdot V_r$$

$$n_{\text{AgNO}_3} = 0,1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \cdot 0,008 \text{ dm}^3$$

$$n_{\text{AgNO}_3} = 0,0008 \text{ mola}$$

Liczba moli NaCl potrzebnych do całkowitego strącenia jonów Ag^+

$$n_{\text{AgNO}_3} = n_{\text{NaCl}}$$

$$n_{\text{NaCl}} = 0,0008 \text{ mola}$$

Liczba moli NaCl wprowadzonych do roztworu

$$n_{\text{NaCl}} = \frac{m}{M} = \frac{0,02925 \text{ g}}{58,5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0,0005 \text{ mola}$$

Liczba moli NaCl wprowadzonych do roztworu jest mniejsza od liczby moli NaCl potrzebnych do całkowitego strącenia jonów Ag^+ .

Liczba moli AgCl

$$n_{\text{AgCl}} = n_{\text{NaCl}} \text{ wprowadzonych do roztworu}$$

$$n_{\text{AgCl}} = 0,0005 \text{ mola}$$

Masa AgCl

$$m_{\text{AgCl}} = n \cdot M$$

$$m_{\text{AgCl}} = 0,0005 \text{ mola} \cdot 143,5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$m_{\text{AgCl}} = 0,07175 \text{ g} = 71,75 \text{ mg}$$

II sposób

Uwaga: Można skorzystać z liczby moli NaCl obliczonych w części a) zadania lub powtórzyć obliczanie liczby moli NaCl w tej części zadania.

Liczba moli AgNO₃

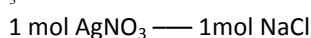
$$n_{\text{AgNO}_3} = c_m \cdot V_r$$

$$n_{\text{AgNO}_3} = 0,1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \cdot 0,008 \text{ dm}^3$$

$$n_{\text{AgNO}_3} = 0,0008 \text{ mola}$$

Liczba moli NaCl potrzebnych do całkowitego strącenia jonów Ag⁺

$$n_{\text{AgNO}_3} = n_{\text{NaCl}}$$



$$0,0008 \text{ mola AgNO}_3 \text{ — } x$$

$$x = n_{\text{NaCl}} = 0,0008 \text{ mola}$$

Liczba moli NaCl wprowadzonych do roztworu

$$1 \text{ mol NaCl — } 58,5 \text{ g NaCl}$$

$$y \text{ — } 0,02925 \text{ g NaCl}$$

$$y = n_{\text{NaCl}} = 0,0005 \text{ mola}$$

Liczba moli NaCl wprowadzonych do roztworu jest mniejsza od liczby moli NaCl potrzebnych do całkowitego strącenia jonów Ag⁺.

Masa AgCl

$$n_{\text{AgCl}} = n_{\text{NaCl}} \text{ wprowadzonych do roztworu}$$

$$58,5 \text{ g NaCl — } 143,5 \text{ g AgCl}$$

$$0,02925 \text{ g NaCl — } z$$

$$z = m_{\text{AgCl}} = 0,07175 \text{ g} = 71,75 \text{ mg}$$

Odpowiedź: W probówce I wydzieliło się 71,75 mg (0,07175 g) osadu AgCl.

Zadanie 3.

nie może, większa

Zadanie 4.

Przykład poprawnej odpowiedzi

Ocena: Tak, mając do dyspozycji fenoloftaleinę i możliwość mieszania zawartości naczyń, możliwe jest ustalenie, w której zlewce znajdowała się woda, w której kwas, a w której zasada.

Opis doświadczenia wraz z obserwacjami umożliwiającymi identyfikację:

Do wszystkich zlewek należy dodać kilka kropli alkoholowego roztworu fenoloftaleiny. Malinowe zabarwienie pojawi się tylko w zlewce z wodnym roztworem wodorotlenku sodu. W pozostałych dwóch zlewkach nie zaobserwuje się zmian. Aby jednoznacznie zidentyfikować ich zawartość, należy zmieszać jednakowe objętości:

– cieczy, która znajdowała się w pierwszej ze zlewek o niezidentyfikowanej zawartości, i wodnego roztworu wodorotlenku sodu z dodatkiem fenoloftaleiny,

oraz

– cieczy, która znajdowała się w drugiej ze zlewek o niezidentyfikowanej zawartości, i wodnego roztworu wodorotlenku sodu z dodatkiem fenoloftaleiny.

Po zmieszaniu kwasu solnego z wodnym roztworem NaOH (o malinowej barwie) nastąpi odbarwienie wskaźnika, natomiast po zmieszaniu wody z wodnym roztworem NaOH (o malinowej barwie) nie zaobserwuje się odbarwienia wskaźnika.

Zadanie 5.**Przykład poprawnej odpowiedzi**

Dane:

$$V_{\text{HCl}} = 200 \text{ cm}^3$$

$$\text{pH}_{\text{HCl}} = 1$$

$$V_{\text{NaOH}} = 100 \text{ cm}^3$$

$$C_{\text{NaOH}} = 0,1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

Rozwiązanie:

$$\text{pH} = 1 \quad \Rightarrow \quad [\text{H}^+] = 10^{-1} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

$$n_{\text{HCl}} = C_{\text{HCl}} \cdot V$$

$$n_{\text{HCl}} = 0,1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \cdot 0,2 \text{ dm}^3 = 2 \cdot 10^{-2} \text{ mola}$$

$$n_{\text{NaOH}} = 0,1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \cdot 0,1 \text{ dm}^3 = 10^{-2} \text{ mola}$$

Z równania reakcji wynika, że $n_{\text{kw}} = n_{\text{z}}$, a z obliczeń wynika, że $n_{\text{kw}} > n_{\text{z}}$,

czyli w roztworze końcowym będzie nadmiar kwasu:

$$2 \cdot 10^{-2} \text{ mola} - 10^{-2} \text{ mola} = 10^{-2} \text{ mola} = 0,01 \text{ mola HCl}$$

$$V_{\text{k}} = V_{\text{HCl}} + V_{\text{NaOH}} = 0,2 \text{ dm}^3 + 0,1 \text{ dm}^3 = 0,3 \text{ dm}^3$$

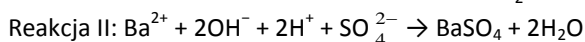
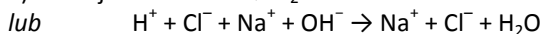
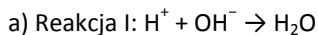
$$c_{\text{k}} = \frac{0,01 \text{ mol}}{0,3 \text{ dm}^3} = 0,033 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} - \text{jest to stężenie kwasu solnego, który został użyty w nadmiarze; HCl jest}$$

mocnym kwasem, zatem

$$[\text{H}^+] = c_{\text{k}} = 0,033 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} = 0,33 \cdot 10^{-1} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}, \text{ a więc}$$

$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+] = -\log (0,33 \cdot 10^{-1}) = 1 - \log 0,33 = 1 + 0,48 = 1,48$$

Odpowiedź: pH otrzymanego roztworu wynosi 1,48.

Zadanie 6.

b) A. 1.

Zadanie 7.**a) Przykład poprawnej odpowiedzi**

Obliczenie zawartości substancji rozpuszczonej w 90 g wody w roztworze o stężeniu 10%:

100 g 10% roztworu zawiera 10 g substancji i 90 g wody.

Dodano 10 g substancji, masa substancji w 90 g wody wynosi 20 g.

Sprawdzenie rozpuszczalności soli w 90 g wody:

35,7 g — 100 g wody

x — 90 g

$$x = 32,13 \text{ g BaCl}_2$$

Powstał roztwór nienasycony.

34,03 g — 100 g wody

y — 90 g

$$y = 30,63 \text{ g KCl}$$

Powstał roztwór nienasycony.

19,23 g — 100 g wody

z — 90 g

$$z = 17,3 \text{ g Na}_2\text{SO}_4$$

Powstał roztwór nasycony w równowadze z osadem.

Roztwór nienasycony powstał w zlewkach o numerach I i II.

b) Przykład poprawnej odpowiedzi

Dane:

$$c_{\text{p1}} = 10\%$$

$$m_{\text{r1}} = 100 \text{ g}$$

$$m_{\text{s2}} = 10 \text{ g}$$

Rozwiązanie:

100 g 10% roztworu zawiera 10 g substancji

$$m_{\text{s1}} = 10 \text{ g}$$

$$m_{\text{s3}} = m_{\text{s1}} + m_{\text{s2}} = 10 \text{ g} + 10 \text{ g} = 20 \text{ g}$$

$$m_{\text{r2}} = m_{\text{r1}} + m_{\text{s2}} = 100 \text{ g} + 10 \text{ g} = 110 \text{ g}$$

$$c_{\text{p}} = \frac{20 \text{ g}}{110 \text{ g}} \cdot 100\% = 18,18\%$$

Odpowiedź: Stężenie procentowe roztworu wynosi 18,18%.

Zadanie 8.Wzory jonów: Ca^{2+} , Na^+ , Cl^- , NO_3^- **Przykład poprawnej odpowiedzi**

Obliczenia:

Dane:

$$c_{m1} = 0,1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

$$V_1 = 100 \text{ cm}^3 = 0,1 \text{ dm}^3$$

$$c_{m2} = 0,1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

$$V_2 = 100 \text{ cm}^3 = 0,1 \text{ dm}^3$$

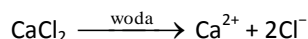
$$c_{m3} = 0,1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

$$V_3 = 100 \text{ cm}^3 = 0,1 \text{ dm}^3$$

Indeks „1” dotyczy roztworu CaCl_2 .Indeks „2” dotyczy roztworu NaCl .Indeks „3” dotyczy roztworu AgNO_3 .

Rozwiązanie:

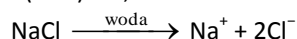
$$c_m = \frac{n}{V} \Rightarrow n = c_m \cdot V$$



$$n(\text{CaCl}_2) = 0,1 \text{ dm}^3 \cdot 0,1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} = 0,01 \text{ mola}$$

$$n(\text{Ca}^{2+}) = 0,01 \text{ mola}$$

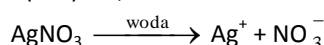
$$n(\text{Cl}^-) = 2 \cdot 0,01 = 0,02 \text{ mola}$$



$$n(\text{NaCl}) = 0,1 \text{ dm}^3 \cdot 0,1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} = 0,01 \text{ mola}$$

$$n(\text{Na}^+) = 0,01 \text{ mola}$$

$$n(\text{Cl}^-) = 0,01 \text{ mola}$$

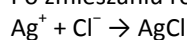


$$n(\text{AgNO}_3) = 0,1 \text{ dm}^3 \cdot 0,1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} = 0,01 \text{ mola}$$

$$n(\text{Ag}^+) = 0,01 \text{ mola}$$

$$n(\text{NO}_3^-) = 0,01 \text{ mola}$$

$$n(\text{Cl}^-) = 0,01 \text{ mola} + 0,02 \text{ mola} = 0,03 \text{ mola}$$

Po zmieszaniu roztworów zachodzi reakcja wytrącania AgCl :

$$1 \text{ mol Ag}^+ - 1 \text{ mol Cl}^-$$

$$0,01 \text{ mola} - x$$

$$x = 0,01 \text{ mola Cl}^-$$

Pozostało w roztworze jonów Cl^- : $0,03 \text{ mola} - 0,01 \text{ mola} = 0,02 \text{ mola}$ Jonów Ag^+ praktycznie nie ma w roztworze.

Objętość roztworu końcowego:

$$V = 0,1 \text{ dm}^3 + 0,1 \text{ dm}^3 + 0,1 \text{ dm}^3 = 0,3 \text{ dm}^3$$

Obliczenie stężeń jonów w roztworze końcowym:

$$c_m(\text{Ca}^{2+}) = \frac{0,01 \text{ mola}}{0,3 \text{ dm}^3} = 0,033 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

$$c_m(\text{Na}^+) = \frac{0,01 \text{ mola}}{0,3 \text{ dm}^3} = 0,033 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

$$c_m(\text{Cl}^-) = \frac{0,02 \text{ mola}}{0,3 \text{ dm}^3} = 0,067 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

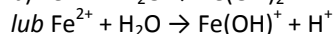
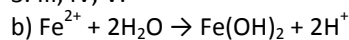
$$c_m(\text{NO}_3^-) = \frac{0,01 \text{ mola}}{0,3 \text{ dm}^3} = 0,033 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

Zadanie 9.

a) 1. IV, V.

2. I, II, VI.

3. III, IV, V.

**Zadanie 10.**a) **Przykład poprawnej odpowiedzi**

Dane:

Szukane:

 c_m jonów

Szukane:

$$c_{p_{r-1}} = 30,00\% \quad V_{r-1} = 200,00 \text{ cm}^3 \quad c_{p_{r-2}}$$

$$\text{z wykresu } d_{r-1} = 1,15 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$$

$$V_{\text{H}_2\text{O}} = 200,00 \text{ cm}^3 \quad d_{\text{H}_2\text{O}} = 1,00 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$$

Indeks „1” odnosi się do roztworu początkowego, a indeks „2” – do roztworu końcowego.

Rozwiązanie:

$$c_p = \frac{m_s}{m_r} \cdot 100\% \Rightarrow c_{p_{r-2}} = \frac{m_{s-2}}{m_{r-2}} \cdot 100\%$$

$$m_{s-2} = \text{const} = m_{s-1} = \frac{c_{p_{r-1}} \cdot m_{s-1}}{100\%} \quad \text{i} \quad m_{r-1} = V_{r-1} \cdot d_{r-1} \Rightarrow$$

$$m_{s-2} = \frac{c_{p_{r-1}} \cdot V_{r-1} \cdot d_{r-1}}{100\%}$$

$$m_{r-2} = m_{r-1} + m_{\text{H}_2\text{O}} = V_{r-1} \cdot d_{r-1} + V_{\text{H}_2\text{O}} \cdot d_{\text{H}_2\text{O}} \Rightarrow$$

$$c_{p_{r-2}} = \frac{\frac{c_{p_{r-1}} \cdot V_{r-1} \cdot d_{r-1}}{100\%}}{V_{r-1} \cdot d_{r-1} + V_{\text{H}_2\text{O}} \cdot d_{\text{H}_2\text{O}}} \cdot 100\% = \frac{c_{p_{r-1}} \cdot V_{r-1} \cdot d_{r-1}}{V_{r-1} \cdot d_{r-1} + V_{\text{H}_2\text{O}} \cdot d_{\text{H}_2\text{O}}}$$

$$c_{p_{r-2}} = \frac{30,00\% \cdot 200,00 \text{ cm}^3 \cdot 1,15 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}}{200,00 \text{ cm}^3 \cdot 1,15 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} + 200,00 \text{ cm}^3 \cdot 1,00 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}} = 16,05\%$$

Odpowiedź: Stężenie procentowe otrzymanego roztworu wyniosło 16,05%.

b) **Przykład poprawnej odpowiedzi**

Dane:

$$c_{p_{r-1}} = 30,00\% \quad V_{r-1} = 200,00 \text{ cm}^3$$

Szukane:

$$c_{m_{r-2}}$$

$$\text{z wykresu } d_{r-1} = 1,15 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} = 1150 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}$$

$$V_{\text{H}_2\text{O}} = 200,00 \text{ cm}^3 \quad d_{\text{H}_2\text{O}} = 1,00 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$$

$$M_{\text{HCl}} = 36,5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

Indeksy 1 odnoszą się do roztworu początkowego, a indeksy 2 odnoszą się do roztworu końcowego.

Rozwiązanie:

$$c_m = \frac{n}{V} \Rightarrow c_{m_{r-2}} = \frac{n_{s-2}}{V_{r-2}}$$

$$n_{s-2} = \text{const} = n_{s-1} = \frac{c_{p_{r-1}} \cdot m_{s-1}}{100\% \cdot M_{\text{HCl}}} \quad \text{i} \quad m_{r-1} = V_{r-1} \cdot d_{r-1} \Rightarrow n_{s-2} = \frac{c_{p_{r-1}} \cdot V_{r-1} \cdot d_{r-1}}{100\% \cdot M_{\text{HCl}}}$$

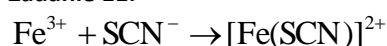
$$V_{r-2} = V_{r-1} + V_{\text{H}_2\text{O}} \Rightarrow$$

$$c_{m_{r-2}} = \frac{c_{p_{r-1}} \cdot V_{r-1} \cdot d_{r-1}}{100\% \cdot M_{\text{HCl}} \cdot (V_{r-1} + V_{\text{H}_2\text{O}})}$$

$$c_{m_{r-2}} = \frac{30,00\% \cdot 0,200 \text{ dm}^3 \cdot 1150 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}}{100\% \cdot 36,5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot (0,200 \text{ dm}^3 + 0,200 \text{ dm}^3)} \approx 4,73 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

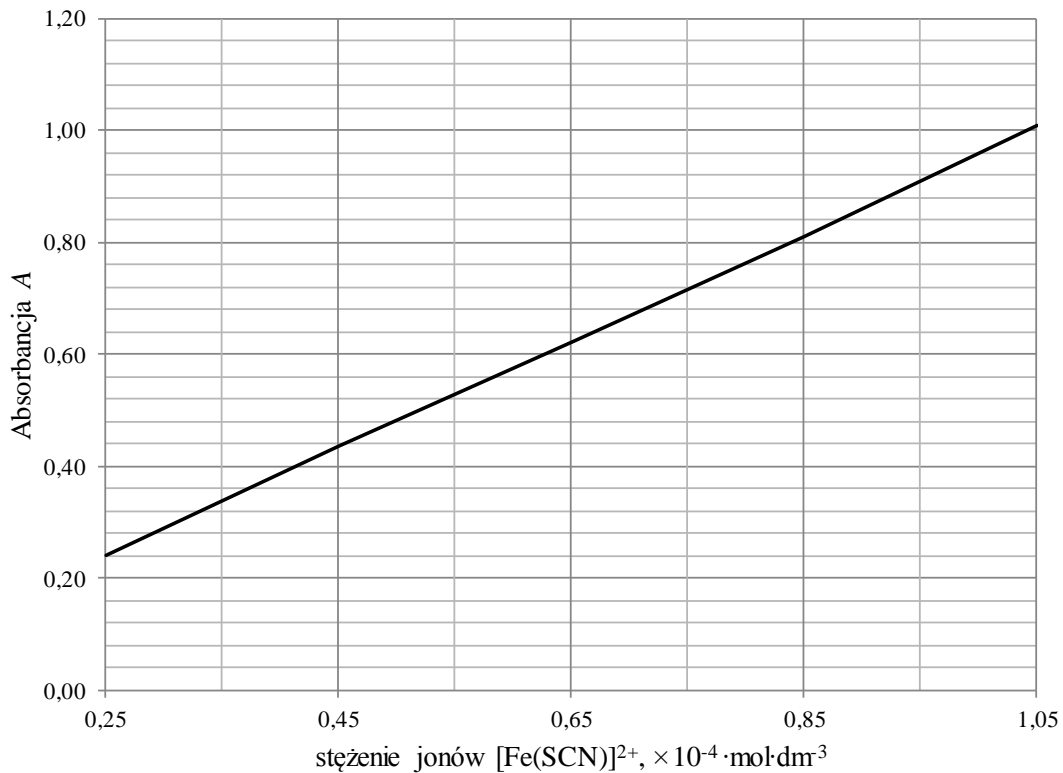
Odpowiedź: Stężenie molowe otrzymanego kwasu solnego wyniosło $4,73 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$.

Zadanie 11.



Zadanie 12.

a)



Odpowiedź: Stężenie $[\text{Fe}(\text{SCN})]^{2+}$ w badanym roztworze: $0,45 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$.

b) **Przykład poprawnej odpowiedzi**

Dane:

Szukane:

z wykresu $c_{[\text{Fe}(\text{SCN})]^{2+}} = 0,45 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ $m_{\text{Fe}}, \mu\text{g}$

$$V_{\text{H}_2\text{O}} = 10,00 \text{ cm}^3 = 10 \cdot 10^{-3} \text{ dm}^3$$

$$M_{\text{Fe}} = 55,85 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

Rozwiązanie:

$$m_{\text{Fe}} = n_{\text{Fe}} \cdot M_{\text{Fe}} \quad \text{i} \quad c_{\text{Fe}} = \frac{n_{\text{Fe}}}{V} \Rightarrow n_{\text{Fe}} = c_{\text{Fe}} \cdot V \Rightarrow$$

$$m_{\text{Fe}} = c_{\text{Fe}} \cdot V \cdot M_{\text{Fe}}$$

$$m_{\text{Fe}} = 0,45 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \cdot 10,00 \cdot 10^{-3} \text{ dm}^3 \cdot 55,85 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \approx 251 \cdot 10^{-7} \text{ g}$$

$$m_{\text{Fe}} = 25,1 \cdot 10^{-6} \text{ g} \approx 25 \mu\text{g}$$

Odpowiedź: Początkowa próbka badanego roztworu zawierała 25 μg żelaza.

Zadanie 13.**Przykłady poprawnych odpowiedzi**

Dane:

Szukane:

masa roztworu A: 40 g KOH (s) + 160 g H₂O c_p roztworu C

$$d_A = 1,1818 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$$

roztwór B: $V = 500 \text{ cm}^3$

$$d_B = 1,2210 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$$

$$c_{pB} = 24\%$$

Rozwiązanie:

I sposób

$$\text{Obliczenie } c_{pA} = \frac{m_{\text{KOH}}}{m_{\text{KOH}} + m_{\text{wody}}} \cdot 100\% = \frac{40\text{g}}{40\text{g} + 160\text{g}} \cdot 100\% = 20\%$$

Obliczenie masy roztworu B (m_B):

$$d_B = \frac{m_B}{V_B} \Rightarrow m_B = d_B \cdot V_B$$

$$m_B = 1,2210 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} \cdot 500 \text{ cm}^3 = 610,5 \text{ g}$$

W celu obliczenia stężenia procentowego roztworu C (c_p) powstałego przez zmieszanie roztworu A z roztworem B wykorzystano regułę mieszania roztworów:

$$\frac{m_A}{m_B} = \frac{c_{pA} \quad c_{pB} - c_{pC}}{c_{pC} \quad c_{pC} - c_{pA}}$$

Wstawiono dane i obliczone stężenie roztworu A do podanego zapisu i obliczono stężenie c_{pC} :

$$\frac{200 \text{ g}}{610,5 \text{ g}} = \frac{24\% - c_{pC}}{c_{pC} - 20\%} \Rightarrow c_{pC} = 22,998\% = 23\%$$

II sposób

$$\text{Obliczenie } c_{pA} = \frac{m_{\text{KOH}}}{m_{\text{KOH}} + m_{\text{wody}}} \cdot 100\% = \frac{40 \text{ g}}{40 \text{ g} + 160 \text{ g}} \cdot 100\% = 20\%$$

Obliczenie masy roztworu B (m_B)

$$d_B = \frac{m_B}{V_B} \Rightarrow m_B = d_B \cdot V_B$$

$$m_B = 1,2210 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} \cdot 500 \text{ cm}^3 = 610,5 \text{ g}$$

Obliczenie stężenia procentowego roztworu C (c_p) powstałego przez zmieszanie roztworu A z roztworem B:

$$c_{pC} = \frac{(40 \text{ g} + 0,24 \cdot 610,5 \text{ g}) \cdot 100\%}{200 \text{ g} + 610,5 \text{ g}} = 23\%$$

Odpowiedź: W czasie opisanego doświadczenia otrzymano roztwór C o stężeniu procentowym $c_p = 23\%$.

Zadanie 14.

Przykład poprawnej odpowiedzi

Dane:

roztwór A: 40 g KOH (s) + 160 g H₂O

$$d_A = 1,1818 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$$

roztwór B: $V = 500 \text{ cm}^3$

$$d_B = 1,2210 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$$

$$c_{pB} = 24\%$$

Szukane:

c_m roztworu C

Rozwiązanie:

Obliczenie objętości (V_A) i stężenia molowego (c_{mA}) roztworu A

$$m_A = m_{\text{KOH}} + m_{\text{wody}}$$

$$m_A = 40 \text{ g} + 160 \text{ g} = 200 \text{ g}$$

$$V_A = \frac{m_A}{d_A} \Rightarrow V_A = \frac{200 \text{ g}}{1,1818 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}} = 169,2 \text{ cm}^3$$

$$c_{mA} = \frac{n_A}{V_A} \quad n_{\text{KOH}} = \frac{m}{M} \Rightarrow n_{\text{KOH}} = \frac{40 \text{ g}}{56 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0,7143 \text{ mola}$$

$$c_{mA} = \frac{0,7143 \text{ mola}}{0,1692 \text{ dm}^3} = 4,22 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

Przeliczenie stężenia procentowego (c_{pB}) na stężenie molowe (c_{mB}) roztworu B

$$c_{mB} = \frac{c_p \cdot d}{100\% \cdot M} \Rightarrow c_{mB} = \frac{24\% \cdot 1,221 \text{ g} \cdot \text{dm}^{-3}}{100\% \cdot 56 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 5,23 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

Obliczenie stężenia molowego (c_{mC}) roztworu C

$$\frac{V_A}{V_B} = \frac{c_{mA} \quad c_{mB} - c_{mC}}{c_{mC} \quad c_{mC} - c_{mA}}$$

$$\frac{0,16923}{0,500} = \frac{5,23 - c_{mC}}{c_{mC} - 4,22} \Rightarrow c_{mC} = 4,97 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

Odpowiedź: W czasie opisanego doświadczenia otrzymano roztwór C o stężeniu molowym $c_m = 4,97 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$.

Zadanie 15.**Przykład poprawnej odpowiedzi**

Dane:

roztwór A: 40 g KOH (s) + 160 g H₂O

$$d_A = 1,1818 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$$

roztwór B: $V = 500 \text{ cm}^3$

$$d_B = 1,2210 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$$

$$c_{pB} = 24\%$$

Szukane:

masa wody dodana do roztworu C,

aby spełniał warunek, $c_{pC} = 10\%$

Rozwiązanie:

Obliczenie masy roztworu A: masa KOH + masa H₂O = 40 g + 160 g = 200g

Obliczenie masy roztworu B:

$$V \text{ roztworu} \cdot d \text{ roztworu} = 500 \text{ cm}^3 \cdot 1,2210 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3} = 610,5 \text{ g}$$

Obliczenie masy KOH w roztworze B:

$$100 \text{ g roztworu} \text{ — } 24 \text{ g KOH}$$

$$610,5 \text{ g roztworu} \text{ — } x \text{ g KOH} \quad x = 146,52 \text{ g}$$

$$\text{lub } 24\% \cdot 610,5 = 146,52 \text{ g}$$

Obliczenie masy całkowitej roztworu C: 200 g + 610,5 g = 810,5 g

Obliczenie masy całkowitej KOH w roztworze C: 146,52 g + 40 g = 186,52 g

Ze wzoru na stężenie procentowe (10%) roztworu obliczenie masy roztworu przy danej ilości substancji:

$$m_r = \frac{m_s \cdot 100\%}{c_p} \Rightarrow m_r = \frac{186,52 \text{ g} \cdot 100\%}{10\%} = 1865,2 \text{ g}$$

Obliczenie ilość wody, którą należy dodać do roztworu C, aby powstał nowy roztwór o stężeniu 10%:

$$1865,2 \text{ g} - 810,5 \text{ g} = 1054,7 \text{ g} = 1055 \text{ g}$$

Odpowiedź: Do roztworu C należy dolać 1055 g wody.

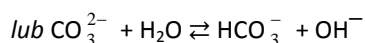
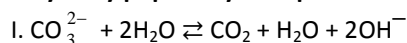
Zadanie 16.

I. niebieska (niebieskozielona), zasadowy

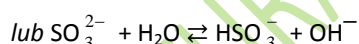
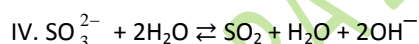
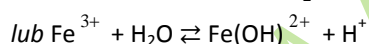
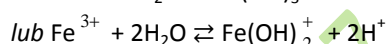
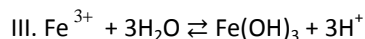
II. żółta, obojętny

III. czerwona, kwasowy

IV. niebieska (niebieskozielona), zasadowy

Zadanie 17.**Przykłady poprawnych odpowiedzi**

II. Reakcja nie zaszła.

**Zadanie 18.****Zadanie 19.****Przykład poprawnej odpowiedzi**

Dane:

$$V_{\text{CaCl}_2} = 130,00 \text{ cm}^3 = 0,1300 \text{ dm}^3$$

$$c_{\text{CaCl}_2} = 0,00500 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

$$V_{\text{NaF}} = 70,00 \text{ cm}^3 = 0,07000 \text{ dm}^3$$

$$c_{\text{NaF}} = 0,00400 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

$$K_{\text{so}(\text{CaF}_2)} = 3,16 \cdot 10^{-11}$$

Rozwiązanie:

Obliczenie liczby moli CaCl₂:

$$n_{\text{CaCl}_2} = V_{\text{CaCl}_2} \cdot c_{\text{CaCl}_2} = 0,1300 \cdot 0,0050 = 6,50 \cdot 10^{-4} \text{ mola} \Rightarrow n_{\text{Ca}^{2+}} = 6,50 \cdot 10^{-4} \text{ mola}$$

Obliczenie liczby moli NaF:

Szukane:

$$I_L = [\text{Ca}^{2+}] \cdot [\text{F}^-]^2 \text{ w powstałym roztworze}$$

$$n_{\text{NaF}} = V_{\text{NaF}} \cdot c_{\text{NaF}} = 0,0700 \cdot 0,0040 = 2,80 \cdot 10^{-4} \text{ mola} \Rightarrow n_{\text{F}^-} = 2,80 \cdot 10^{-4} \text{ mola}$$

Obliczenie objętości nowopowstałego roztworu:

$$V_t = V_{\text{CaCl}_2} + V_{\text{NaF}} = 0,1300 \text{ dm}^3 + 0,0700 \text{ dm}^3 = 0,200 \text{ dm}^3$$

Obliczenie stężenia jonów Ca^{2+} w nowopowstałym roztworze:

$$[\text{Ca}^{2+}] = \frac{n_{\text{Ca}^{2+}}}{V_t} = \frac{6,50 \cdot 10^{-4} \text{ mol}}{0,20000 \text{ dm}^3} = 3,25 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

Obliczenie stężenia jonów F^- w nowopowstałym roztworze:

$$[\text{F}^-] = \frac{n_{\text{F}^-}}{V_t} = \frac{2,80 \cdot 10^{-4} \text{ mol}}{0,20000 \text{ dm}^3} = 1,40 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

Obliczenie lokalnego iloczynu $I_L = [\text{Ca}^{2+}] \cdot [\text{F}^-]^2$:

$$I_L = [\text{Ca}^{2+}] \cdot [\text{F}^-]^2 = 3,25 \cdot 10^{-3} \cdot (1,40 \cdot 10^{-3})^2 = 6,37 \cdot 10^{-9}$$

Porównanie obliczonego I_L z iloczynem rozpuszczalności CaF_2 :

$$6,37 \cdot 10^{-9} > 3,16 \cdot 10^{-11}$$

Lokalny iloczyn stężeń jonów wapnia i fluorkowych ma większą wartość niż iloczyn rozpuszczalności, zatem w zlewce wytrąca się osad.

MATURA Z CHEMII Z 3ECH EDUKACJA