

# Chemia

## Poziom rozszerzony

1. a) 1.  $\text{CrCl}_3 + 3 \text{NaOH} \rightarrow \text{Cr(OH)}_3 + 3 \text{NaCl}$ ; 2.  $\text{Cr(OH)}_3 + \text{NaOH} \rightarrow \text{Na[Cr(OH)}_4\text{]}$ ;  
3.  $2 \text{Cr(OH)}_3 + 3 \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + 6 \text{H}_2\text{O}$ ; b) Reakcje 2 i 3 świadczą o charakterze amfoterycznym wodorotlenku chromu(III).

2. a) I. Cu, Al, Mg; II. Al; III. Al i Mg; b) np. I.  $\text{Cu} + 4 \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Cu(NO}_3)_2 + 2 \text{H}_2\text{O} + 2 \text{NO}_2$ ;  
II.  $2 \text{Al} + 2 \text{NaOH} + 6 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{NaAl(OH)}_4 + 3 \text{H}_2$ ; III.  $\text{Mg} + 2 \text{HCl} \rightarrow \text{MgCl}_2 + \text{H}_2$

3.

Czynności	Równania reakcji
1. Dodanie do I probówki z miedzią kwasu azotowego(V).	1. $\text{Cu} + 4 \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Cu(NO}_3)_2 + 2 \text{NO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$
2. Wrzucenie sodu do wody (probówka II).	2. $2 \text{Na} + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{NaOH} + \text{H}_2$
3. Dodanie do roztworu w probówce I roztworu z probówki II.	3. $\text{Cu(NO}_3)_2 + 2 \text{NaOH} \rightarrow \text{Cu(OH)}_2 + 2 \text{NaNO}_3$

4. a) 10 atomów —  $3,83 \cdot 10^{-22} \text{ g}$

$6,02 \cdot 10^{23}$  atomów —  $x$

$x = 23 \text{ g}$  – masa 1 mola atomów metalu. Metalem tym jest sód.

b) Masa molowa niemetalu =  $23 \text{ g/mol} \cdot 5,52 = 126,9 \text{ g/mol}$  – jest to masa molowa jodu;

$2 \text{Na} + \text{I}_2 \rightarrow 2 \text{NaI}$

5. Stosunek objętości gazów jest równy stosunkowi liczby moli.

$n_{\text{amoniaku}} : n_{\text{tlenku azotu(II)}} = 3 : 1$ ;  $m_{\text{NH}_3} : m_{\text{N}_2\text{O}} = (3 \text{ mole} \cdot 17 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}) : 44 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ;

$\% \text{NH}_3 = 53,7\%$ ,  $\% \text{N}_2\text{O} = 46,3\%$

6.  $\text{NH}_4\text{Cl} \rightarrow \text{NH}_3 + \text{HCl}$  – w reakcji powstaje 1,4 mola amoniaku.

$pV = nRT$

$V = \frac{nRT}{p}$        $R = 83,1 \text{ hPa} \cdot \text{dm}^3/\text{mol} \cdot \text{K}$        $V = 26,47 \text{ dm}^3$

7. Me – symbol metalu, który reaguje z  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ; ogólny wzór soli:  $\text{Me}_2\text{SO}_4$ ; Ogólna postać równania reakcji:  $2 \text{Me} + 2 \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{SO}_2 + \text{Me}_2\text{SO}_4 + 2 \text{H}_2\text{O}$

Z równania reakcji:

$n_{\text{Me}_2\text{SO}_4} = n_{\text{SO}_2} = 0,112 \text{ dm}^3/22,4 \text{ mol/dm}^3 = 0,005 \text{ mola}$

$m_{\text{Me}_2\text{SO}_4} = 1,56 \text{ g}$

$M_{\text{Me}_2\text{SO}_4} = m/n = 1,56 \text{ g}/0,005 \text{ mola} = 312 \text{ g/mol}$

$M_{\text{Me}_2\text{SO}_4} = [2 \cdot M_{\text{Me}} + 32 + 4 \cdot 16] \text{ g/mol} = 312 \text{ g/mol}$

$M_{\text{Me}} = (312 - 96)/2 = 108 \text{ g/mol}$

Z  $\text{H}_2\text{SO}_4$  reagowało srebro. Wzór soli, która powstała w wyniku reakcji:  $\text{Ag}_2\text{SO}_4$ ; nazwa soli: siarczan(VI) srebra.





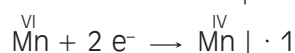
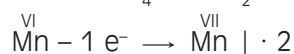
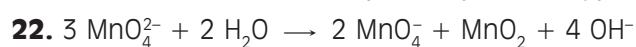


$$19. V_1 = 0,085 \frac{\text{dm}^3}{\text{mol} \cdot \text{s}} \cdot 1,5 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} \cdot 2 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} = 0,085 \cdot 3 = 0,255 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3 \cdot \text{s}};$$

$\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5 + \text{NaOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5 + \text{H}_2\text{O}$ . Stężenie zasady zmniejszyło się do  $0,5 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$ , a stężenie estru zmniejszyło się również o 0,5 mola;  $C_{\text{estru}} = 1 \text{ mol}$ ;  $V_2 = 0,1275 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3 \cdot \text{s}}$ .

20. a)  $2 \cdot \Delta H_{\text{tw. NO}}^\circ = 2 \text{ mole} \cdot 180,7 \text{ kJ/mol} = 361,4 \text{ kJ}$ ; obliczenie opiera się na definicji entalpii tworzenia. Entalpią tworzenia związku jest entalpia reakcji syntezy 1 mola związku z pierwiastków w ich odmianach trwałych w warunkach standardowych; b) z wykorzystaniem prawa Lavoisiera i Laplace’a:  $\Delta H^\circ = -\Delta H_{\text{tw. NO}}^\circ$ ;  $\Delta H^\circ = -180,7 \text{ kJ}$ .

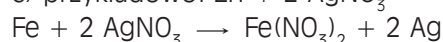
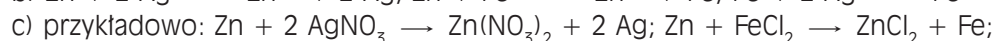
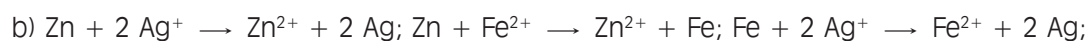
21. Równanie reakcji:  $2 \text{ Al} + 3 \text{ S} \rightarrow \text{Al}_2\text{S}_3$ ; obliczenie entalpii syntezy 1 mola  $\text{Al}_2\text{S}_3$ : 509 kJ; równanie termochemiczne:  $2 \text{ Al}_{(\text{s})} + 3 \text{ S}_{(\text{s})} \rightarrow \text{Al}_2\text{S}_{3(\text{s})}$ ,  $\Delta H = -509 \text{ kJ/mol}$ .



Reakcja redoks; reakcja dysproporcjonowania.

23. a)

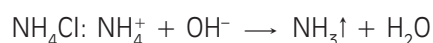
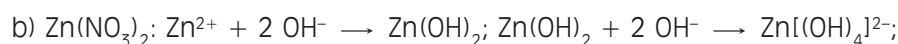
Metal	Kationy metali w roztworach soli			
	$\text{Mg}^{2+}$	$\text{Ag}^+$	$\text{Fe}^{2+}$	$\text{Zn}^{2+}$
Zn	–	+	+	–
Fe	–	+	–	–



24. 3, 1, 2, 4.

$$25. \alpha = \frac{C_z}{C_0}; [\text{OH}^-] = \text{stężenie cząstek zdysocjowanych}; \alpha = \frac{[\text{OH}^-]}{C_0}; [\text{OH}^-] = 0,01 \cdot 0,01 \text{ mol/dm}^3 = 1 \cdot 10^{-4} \text{ mol/dm}^3; [\text{H}^+] = 1 \cdot 10^{-10} \text{ mol/dm}^3; \text{pH} = 10; \text{pOH} = 4; K = \alpha^2 \cdot C_0, \\ K = (0,01)^2 \cdot 0,01 = 1 \cdot 10^{-6}.$$

26. a)  $\text{BaCl}_2$  – nie obserwujemy żadnych zmian;  $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$  – wytrąca się biały, galaretowaty osad, który rozpuszcza się po dodaniu większej ilości zasady;  $\text{K}_2\text{SO}_4$  – nie obserwujemy żadnych zmian;  $\text{NH}_4\text{Cl}$  – wydziela się gaz o charakterystycznej woni.

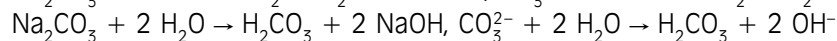
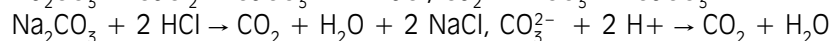
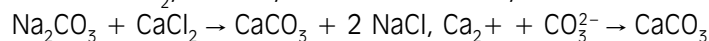








**37.** 1 –  $\text{CaCl}_2$ ; 2 –  $\text{HCl}$ ; 3 – fenoloftaleina; 4 –  $\text{KOH}$ .



**38.**  $C_m = \frac{m}{M \cdot V}$

$$C_{m_{\text{NaOH}}} = \frac{6 \text{ g}}{40 \text{ g/mol} \cdot 0,25 \text{ dm}^3} = 0,6 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$$

$$C_{\text{Na}^+} = C_{\text{NaOH}} = 0,6 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$$

$$C_{m_{\text{Na}_2\text{CO}_3}} = \frac{15,9 \text{ g}}{106 \text{ g/mol} \cdot 0,5 \text{ dm}^3} = 0,3 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$$

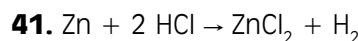
$$C_{\text{Na}^+} = 2 C_{\text{Na}_2\text{CO}_3} = 0,6 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$$

$$C_{m_{\text{Na}_3\text{PO}_4}} = \frac{32,8 \text{ g}}{164 \text{ g/mol} \cdot 1 \text{ dm}^3} = 0,2 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$$

$$C_{\text{Na}^+} = 3 C_{\text{Na}_3\text{PO}_4} = 0,6 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$$

**39.** Na przykład: 1.  $\text{CuSO}_4$ ,  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ ; 2.  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{NaOH}$ ; 3.  $\text{HCl}$ ,  $\text{KCl}$ .

**40.** a) Egzoenergetyczna; b) endoenergetyczna; c) egzoenergetyczna.



$$n_{\text{Zn}} = n_{\text{H}_2}$$

$$n_{\text{H}_2} = \frac{1,12 \text{ dm}^3}{22,4 \text{ dm}^3} = 0,05 \text{ mola}$$

$$n_{\text{Zn}} = 0,05 \text{ mola}$$

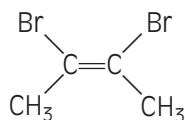
$$n_{\text{Zn}} = n \cdot M = 0,05 \text{ mola} \cdot 65 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 3,25 \text{ g}$$

$$m_{\text{stopu}} = \frac{m_{\text{Zn}}}{\% \text{Zn}} \cdot 100\%$$

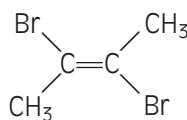
$$m_{\text{stopu}} = \frac{3,25 \text{ g}}{10\%} \cdot 100\% = 32,5 \text{ g}$$

**42.**

c)



cis-2,3-dibromobut-2-en



trans-2,3-dibromobut-2-en

**43.**  $M_{\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{COOH}} = 12 \cdot n + 2n + 46 = 14n + 46 \left[ \frac{\text{g}}{\text{mol}} \right]$

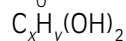
$$(14n + 46) \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 88 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$$n = 3$$

$$62 \text{ g} — 100\%$$

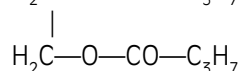
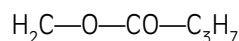
$$m_0 — 51,61\%$$

$$m_0 = 32 \text{ g } n_0 = 2 \text{ mole} \rightarrow \text{alkohol zawiera 2 grupy hydroksylowe}$$

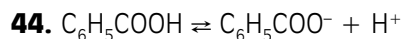


$$M_{\text{alkoholu}} = m_{\text{C}} + m_{\text{H}} + 34 \text{ g}; m_{\text{C}} + m_{\text{H}} = 62 \text{ g} - 34 \text{ g} = 28 \text{ g}; \text{cząsteczka alkoholu zawiera 2 atomy węgla.}$$

Wzór estru:







$$[\text{H}^+] = 1 \cdot 10^{-3}; [\text{OH}^-] = 10^{-11}$$

$$[\text{H}^+] = [\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-] = [\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}]_{\text{zdysocjowane}}$$

$$K = \frac{[\text{H}^+] \cdot [\text{C}_6\text{H}_5\text{COO}^-]}{[\text{C}_6\text{H}_5\text{COH}]}$$

$$\text{Stężenie cząsteczek niezdisocjowanych: } [\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}] = \frac{10^{-3} \cdot 10^{-3}}{6 \cdot 10^{-5}} = 0,017 \frac{\text{mola}}{\text{dm}^3}$$

$$C_m \text{ kwasu benzoowego} = 0,017 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} + 0,001 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} = 0,018 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}.$$

**45.**  $C_m = \frac{n}{V}, = \frac{0,005 \text{ mola}}{0,5 \text{ dm}^3} = 0,01 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$

$$[\text{H}^+] = C_m \cdot \alpha = 0,01 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} \cdot 0,1 = 10^{-3} \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$$

$$\text{pH} = 3$$

**46.**  $n_{\text{Ca}(\text{NO}_3)_2} = C_m \cdot V = 1 \cdot 10^{-3} \frac{\text{mola}}{\text{dm}^3} \cdot 0,1 \text{ dm}^3 = 1 \cdot 10^{-4} \text{ mola}$

$$\text{Objętość roztworu po zmieszaniu} = 150 \text{ cm}^3 = 0,15 \text{ dm}^3$$

$$[\text{Ca}^{2+}] = \frac{n}{V} = \frac{10^{-4} \text{ mola}}{0,15 \text{ dm}^3} = 6,67 \cdot 10^{-4} \frac{\text{mola}}{\text{dm}^3}$$

$$\text{obliczenie stężenia jonów } [\text{SO}_4^{2-}]$$

$$n_{\text{Na}_2\text{SO}_4} = C_m \cdot V = 2 \cdot 10^{-3} \frac{\text{mola}}{\text{dm}^3} \cdot 0,05 \text{ dm}^3 = 1 \cdot 10^{-4} \text{ mola}$$

$$[\text{SO}_4^{2-}] = \frac{n}{V} = \frac{10^{-4} \text{ mola}}{0,15 \text{ dm}^3} = 6,67 \cdot 10^{-4} \frac{\text{mola}}{\text{dm}^3}$$

obliczenie iloczynu stężeń

$$[\text{SO}_4^{2-}] = [\text{Ca}^{2+}]$$

$$[\text{Ca}^{2+}][\text{SO}_4^{2-}] = [6,67 \cdot 10^{-4}][6,67 \cdot 10^{-4}] = 4,45 \cdot 10^{-7}$$

Osad nie wytrąci się



b) pH rośnie

Stężenie kationów  $\text{H}^+$  maleje (lub stężenie kwasu maleje)

**48.** np.: obniżenie temperatury, zwiększenie ciśnienia, dodanie do układu jednego z substratów, usuwanie z układu produktu reakcji



**49.** ustalenie wzoru empirycznego

$$\text{C} : \text{H} = \frac{85,72\text{u}}{12\text{u}} : \frac{14,28\text{u}}{1\text{u}} = 7,14 : 14,28 = 1 : 2; \text{ wzór empiryczny } \text{CH}_2 = 14 \text{ u}$$

ustalenie masy cząsteczkowej

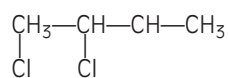
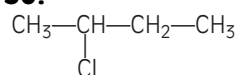
$$\frac{d_{\text{węglowodoru}}}{d_{\text{wodoru}}} = \frac{M_{\text{węglowodoru}}}{M_{\text{wodoru}}} = 21;$$

$$M_{\text{węglowodoru}} = M_{\text{wodoru}} \cdot 21 = 2 \text{ u} \cdot 21 = 42 \text{ u}$$

masa cząsteczkowa  $\text{C}_x\text{H}_y = 42 \text{ u}$ 

ustalenie wzoru sumarycznego – 1 pkt

$$\frac{42\text{u}}{12\text{u}} = 3; \text{ wzór sumaryczny } \text{C}_3\text{H}_6$$

**50.**



Numer zadania	Punktacja cząstkowa	Maksymalna liczba punktów
1	napisanie równania reakcji – 3x1 pkt określenie charakteru chemicznego $\text{Cr}(\text{OH})_3$ – 1 pkt	4
2	a – 1 pkt b – 3 pkt	4
3	zaplanowanie czynności – 1 pkt napisanie równania reakcji – 3x1 pkt	4
4	obliczenie masy molowej metalu – 1 pkt obliczenie masy molowej niemetalu – 1 pkt napisanie równania reakcji – 1 pkt	3
5	obliczenie zawartości każdego składnika – 2x1 pkt	2
6	obliczenie moli – 1 pkt obliczenie objętości – 1 pkt	2
7	napisanie równania reakcji – 1 pkt obliczenie moli soli – 1 pkt obliczenie masy molowej – 1 pkt podanie wzoru i nazwy soli – 1 pkt	4
8	obliczenie masy stałego NaOH – 1 pkt obliczenie masy roztworu końcowego – 1 pkt obliczenie stężenia – 1 pkt	3
9	obliczenie stężenia w każdej zlewce – 1 pkt wskazanie roztworu – 1 pkt	4
10	za uzupełnienie każdego równania – po 1 pkt	3
11	wskazanie informacji – 1 pkt podanie informacji o pierwiastku – 2 pkt	3
12	za każdy podpunkt – po 1 pkt	5
13	podanie 3 wzorów – 2 pkt podanie 2 wzorów – 1 pkt	2
14	napisanie równania reakcji – 2x1 pkt	2
15	uzupełnienie równania reakcji – 6x1 pkt uszeregowanie kwasów – 1 pkt	7
16	podanie wzoru monomeru – 1 pkt napisanie równania reakcji – 1 pkt	2
17	3 poprawne odpowiedzi – 2 pkt 1 poprawna odpowiedź – 1 pkt	2
18	podanie 6 wzorów – 4 pkt podanie 5 wzorów – 3 pkt podanie 4 wzorów – 2 pkt podanie 3 wzorów – 1 pkt	4
19	obliczenie szybkości realnej – 2x1 pkt	2
20	a – 2 pkt b – 2 pkt	4
21	obliczenie entalpii – 2 pkt podanie równania termochemicznego – 1 pkt	3



Numer zadania	Punktacja częściowa	Maksymalna liczba punktów
22	uzgodnienie równania reakcji – 1 pkt określenie typu reakcji – 1 pkt	2
23	za uzupełnienie każdego wiersza tabeli – po 1 pkt za 3 równania jonowe – 2 pkt za 2 równania jonowe – 1 pkt za 3 równania cząsteczkowe – 2 pkt za 2 równania cząsteczkowe – 1 pkt	6
24	poprawne uszeregowanie – 2 pkt	2
25	podanie wartości $[H^+]$ , $[OH^-]$ , pH, pOH, K – 5x1 pkt	5
26	a) zapisanie obserwacji – 4x1 pkt b) podanie wzorów soli – 1 pkt jonowe równania reakcji – 2x1 pkt	7
27	podanie wyrażenia określającego iloczyn rozpuszczalności – 1 pkt obliczenie stężenia jonów – 1 pkt	2
28	za wybranie 4 podpunktów – 2 pkt za wybranie 3 podpunktów – 1 pkt	2
29	podanie wzoru $CH_3-CHBr-CH_2Br$ – 1 pkt podanie nazwy: 1,2-dibromopropan – 1 pkt	2
30	obliczenie stałej dysocjacji – 1 pkt wskazanie kwasu – 1 pkt obliczenie stopnia dysocjacji – 1 pkt	3
31	a) za każde równanie reakcji – po 1 pkt b) za poprawną odpowiedź – 1 pkt	4
32	za narysowanie każdego wzoru – po 1 pkt a) podanie wzoru – 1 pkt b) podanie wzoru – 1 pkt	5
33	przyporządkowanie do 3 wartości pH – 2 pkt przyporządkowanie do 2 wartości pH – 1 pkt	3
34	wpisanie 8–7 wzorów jonów – 3 pkt wpisanie 6–5 wzorów jonów – 2 pkt wpisanie 4–3 wzorów jonów – 1 pkt podanie jonów o konfiguracji helowca – 1 pkt	4
35	napisanie 2 równań reakcji – 2 pkt napisanie 1 równania reakcji – 1 pkt	2
36	napisanie równania reakcji – 2x1 pkt obliczenie masy Fe – 2 pkt obliczenie objętości chloru – 1 pkt sformułowanie odpowiedzi – 1 pkt	6
37	przyporządkowanie substancji numerom probówek – 4x1 pkt równania reakcji – 3x1 pkt	7
38	obliczenie stężenia molowego roztworu – 3x1 pkt obliczenie stężenia molowego jonów sodu – 1 pkt	4
39	za uzupełnienie każdego wiersza tabeli – po 1 pkt	3
40	3 poprawne odpowiedzi – 2 pkt 2 poprawne odpowiedzi – 1 pkt	2



Numer zadania	Punktacja częściowa	Maksymalna liczba punktów
41	rozwiązanie zadania – 3 pkt	3
42	wskazanie związku – 1 pkt podanie wzorów izomerów – 2x1 pkt	3
43	ustalenie wzoru kwasu – 1 pkt ustalenie wzoru alkoholu – 2 pkt podanie wzoru estru – 1 pkt	4
44	podanie $[H^+]$ i $[OH^-]$ – 2x1 pkt obliczenie stężenia molowego – 2 pkt	4
45	za obliczenie stężenia molowego kwasu – 1 pkt obliczenie stężenia $[H^+]$ – 1 pkt podanie pH – 1 pkt	3
46	obliczenie stężenia jonów $[Ca^{2+}]$ – 1 pkt obliczenie stężenia jonów $[SO_4^{2-}]$ – 1 pkt obliczenie iloczynu stężeń – 1 pkt podanie odpowiedzi – 1 pkt	4
47	a) 1 pkt b) 1 pkt za uzasadnienie – 1 pkt	3
48	wymienienie 4 działań – 2 pkt wymienienie 2–3 działań – 1 pkt	2
49	ustalenie wzoru empirycznego – 1 pkt ustalenie masy cząsteczkowej – 1 pkt ustalenie wzoru sumarycznego – 1 pkt	3
50	za narysowanie wzorów – po 1 pkt	2