

LXII Ogólnopolski Konkurs Chemiczny

im. prof. Antoniego Swinarskiego

ETAP REGIONALNY – 10 stycznia 2026 r.

Odpowiedzi

Zadanie A (20 pkt)

- 1) 1. ${}^{238}_{92}\text{U} + {}^1_0\text{n} \rightarrow {}^{239}_{92}\text{U}$
2. ${}^{239}_{92}\text{U} \rightarrow {}^{239}_{94}\text{Pu} + 2 {}^0_{-1}\text{e}$
3. ${}^{239}_{94}\text{Pu} + 2 {}^1_0\text{n} \rightarrow {}^{241}_{94}\text{Pu}$
4. ${}^{241}_{94}\text{Pu} \rightarrow {}^{241}_{95}\text{Am} + {}^0_{-1}\text{e}$

1 pkt za 1 przemianę

Plutonu-241 nie otrzymamy z bombardowania uranu-238 cząstkami α , ponieważ reaktor jądrowy nie jest źródłem strumienia przyspieszonych cząstek α zdolnych do wywoływania reakcji jądrowych.

Lub: cząstki α w reaktorze nie są przyspieszane ani kierowane (tak jak w akceleratorze), ich energia jest więc zbyt mała, by skutecznie pokonać barierę kulombowską jądra uranu.

Lub: Bombardowanie uranu-238 cząstkami α prowadziłoby do jąder o liczbie masowej większej niż 241.

Odpowiedź, w której jest uzasadnione, że nie można otrzymać pierwiastka powstałego w przemianie 3, ponieważ w wyniku tej reakcji powstaje inny pierwiastek/izotop nie jest prawidłowa.

1 pkt za odpowiedź, 1 pkt za uzasadnienie

- 2) ${}^{241}_{95}\text{Am} \rightarrow {}^{237}_{93}\text{Np} + {}^4_2\text{He}$

W czujnikach dymu, dodatni ładunek cząstki α pozwala jej silnie oddziaływać z elektronami cząsteczek znajdujących się w powietrzu (N_2 , O_2), wybijając je i tworząc jony. To zjawisko nazywa się jonizacją.

(Jonizujące cząsteczki przyczepiają się do cząsteczek dymu, neutralizując ich ładunek lub tworząc duże, wolno poruszające się kompleksy. W efekcie drastycznie spada liczba ruchliwych nośników ładunku, prąd w obwodzie maleje, wówczas elektronika czujnika monitoruje natężenie prądu.)

1 pkt za przemianę i 1 pkt za wyjaśnienie

- 3) Cząsteczki α nie są w stanie przeniknąć przez plastik/obudowę czujnika/powietrze/skórę/kartkę papieru/na odległość większą niż kilka centymetrów.

Lub: Duży ładunek elektryczny i duża masa cząstki α powodują jej niską przenikliwość.

Natomiast po wniknięciu (np. wdychaniu/połykaniu) do organizmu/płuc/krwi/kości cząstki α powodują uszkodzenia komórek/tkanek/DNA ze względu na swoją wysoką siłę jonizacji, co prowadzi do mutacji/nowotworów/śmierci komórek.

Odpowiedź, w której szkodliwość promieniowania α uzasadniona jest wywoływaniem choroby popromiennej nie jest prawidłowa.

1 pkt za wyjaśnienie bezpieczeństwa, 1 pkt za wyjaśnienie niebezpieczeństwa

$$4) A = k \cdot N \rightarrow N = \frac{A}{k}$$

$$N = \frac{18\,000}{5,08 \times 10^{-11}} \approx 3,54 \times 10^{14} \text{ atomów}$$

$$N = \frac{m}{M} \cdot N_A \rightarrow m = \frac{N \cdot M}{N_A}$$

$$m = \frac{3,54 \times 10^{14} \cdot 241}{6,022 \times 10^{23}} \approx 1,42 \times 10^{-7} \text{ g} = 0,14 \text{ }\mu\text{g}$$

1 pkt za przekształcenie jednostek 18 kBq na 1800 1/s, 1 pkt za obliczenie N, 1 pkt za obliczenie m i 1 pkt za podanie masy w mikrogramach

$$5) V = \frac{4}{3} \pi r^3 = \frac{4}{3} \pi (11,5)^3$$

$$V \approx \frac{4}{3} \cdot 3,14 \cdot 1520,875 \approx 6367,4 \text{ cm}^3$$

$$d = \frac{m}{V}$$

$$d = \frac{83000}{6367,4} \approx 13,04 \text{ g/cm}^3$$

1 pkt za obliczenie V, 1 pkt za prawidłowe obliczenie i podanie gęstości w jednostce g/cm³

$$6) M_{\text{sr}} = x \cdot M_1 + (1 - x) M_2$$

$$241,6 = x \cdot 241,0568 + (1 - x) \cdot 243,0614$$

$$x = \frac{1,4614}{2,0046} \approx 0,729$$

Am-241: 72,9%

Am-243: 27,1%

$$m_{\text{Am-243}} = 0,271 \cdot 1,0 \text{ g} = 271 \text{ mg}$$

1 pkt za zastosowanie wzoru na średnią ważoną, po 1 pkt za zawartości % (razem 2 pkt) i 1 pkt za masę Am-243 podaną w miligramach

Zadanie B (20 pkt)

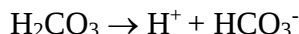
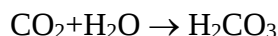
- 1) $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5 + \text{NaOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ (1 pkt.)
- 2) W wyniku dzielenia stronami odpowiednio (2)/(1) oraz (3)/(2) rzędy reakcji dla estru i NaOH wynoszą odpowiednio I i I (4 pkt.)
- 3) Suma cząstkowych rzędów wynosi II (1 pkt.)
- 4) $V = k[\text{ester}][\text{OH}^-]$ (2 pkt.)
- 5) K wyliczamy z dowolnych danych z tabeli według równania kinetycznego $0,11 \text{ dm}^3/(\text{mol} \cdot \text{s})$ (2 pkt.)
- 6) $V_2 = 2/3 V_1$ (2 pkt.)
- 7) $60^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C} = 40$ $40^\circ\text{C} / 10^\circ\text{C} = 4$, $3^4 = 81$; 81 razy (4 pkt)
- 8) $6,6 \cdot 10^{-4} \text{ mol}/(\text{dm}^3 \cdot \text{s})$ (4 pkt.)

Zadanie C (20 pkt)

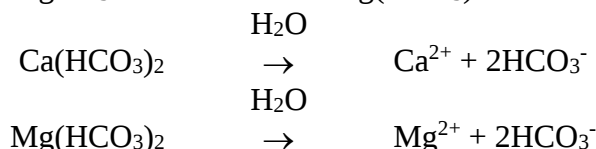
- 1) Przy pH = 10 oznaczane są jony Ca^{2+} i jony Mg^{2+} . Przy pH = 12-13 oznaczane są tylko jony Ca^{2+} (1 pkt.)
- 2) Analizę jonów Ca^{2+} i Mg^{2+} w tej samej próbce wody prowadzi się w dwóch różnych zakresach pH, ponieważ zmiana pH umożliwia selektywne oznaczanie tych jonów przy użyciu tego samego titranta. Przy pH ≈ 10 EDTA tworzy trwałe kompleksy zarówno z jonami Ca^{2+} , jak i Mg^{2+} , co pozwala oznaczyć ich łączną zawartość.
Natomiast przy pH ≈ 12 jony Mg^{2+} ulegają strąceniu w postaci $\text{Mg}(\text{OH})_2$, dlatego nie reagują z EDTA i miareczkowanie dotyczy wyłącznie jonów Ca^{2+} . Dzięki temu możliwe jest osobne wyznaczenie zawartości jonów wapnia i magnezu w badanej próbce. (1 pkt.)
- 3) Pierwsze miareczkowanie: $V_{\text{sr}} = 28,538 \text{ cm}^3$ ($28,54 \text{ cm}^3$)
Drugie miareczkowanie: $V_{\text{sr}} = 16,54 \text{ cm}^3$
Stężenie molowe $\text{Ca}^{2+} = 0,01726 \text{ mol}/\text{dm}^3$
Stężenie molowe $\text{Mg}^{2+} = 0,01252 \text{ mol}/\text{dm}^3$
Sposób obliczeń
 $n(\text{Ca}^{2+}) = c \cdot V = 0,05218 \text{ mol}/\text{dm}^3 \cdot 0,01654 \text{ dm}^3 = 8,6306 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$
 $C(\text{Ca}^{2+}) = 8,6306 \cdot 10^{-4} \text{ mol}/0,05 \text{ dm}^3 = 1,7261 \cdot 10^{-2} \text{ mol}/\text{dm}^3$
 $n(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}) = 0,05218 \text{ mol}/\text{dm}^3 \cdot 0,028538 \text{ dm}^3 = 1,4891 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$
 $C(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}) = 1,4891 \cdot 10^{-3} \text{ mol}/0,05 \text{ dm}^3 = 2,9782 \cdot 10^{-2} \text{ mol}/\text{dm}^3$
 $n(\text{Mg}^{2+}) = n(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}) - n(\text{Ca}^{2+}) = 6,2606 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$
 $C(\text{Mg}^{2+}) = 6,2606 \cdot 10^{-4} \text{ mol}/0,05 \text{ dm}^3 = 1,2521 \cdot 10^{-2} \text{ mol}/\text{dm}^3$ (4 pkt)
- 4) Stężenie jonów $\text{Ca}^{2+} = 691,8 \text{ mg}/\text{dm}^3$
Stężenie jonów $\text{Mg}^{2+} = 304,4 \text{ mg}/\text{dm}^3$
Dla mas molowych $\text{Ca}^{2+} = 40,08 \text{ g}/\text{mol}$ i $\text{Mg}^{2+} = 24,31 \text{ g}/\text{mol}$ (2 pkt.)
- 5) Przy pH = 12 i $K_{\text{so}} = 5,6 \cdot 10^{-12}$ stężenie jonów Mg wynosi $5,6 \cdot 10^{-8} \text{ mol}/\text{dm}^3$
Sposób wyliczeń
 $\text{pOH} = 14 - 12 = 2$
 $[\text{OH}^-] = 10^{-2}$
 $K_{\text{so}} = [\text{Mg}^{2+}] [\text{OH}^-]^2$

$$Mg^{2+} = K_{SO} / [OH^-]^2 = 5,6 \cdot 10^{-12} / (10^{-2})^2 = 5,6 \cdot 10^{-8} \text{ mol/dm}^3 \quad (2 \text{ pkt.})$$

- 6) Głównym źródłem jonów wodorowęglanów są procesy chemicznego wietrzenia skał oraz obecność tlenku węgla(IV) w wodzie. Tlenek węgla(IV) rozpuszcza się w wodzie tworząc słaby kwas węglowy, który łatwo ulega dysocjacji.



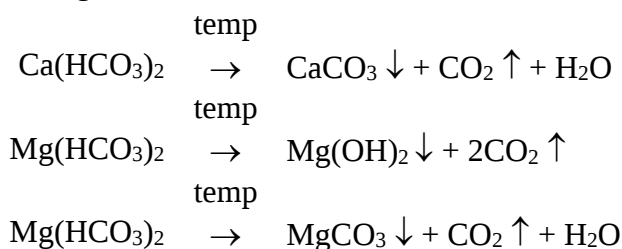
Woda nasycona tlenkiem węgla(IV), reaguje z węglanem wapnia (główny składnik skały wapiennej) oraz węglanem magnezu. W wyniku zachodzących reakcji powstają dobrze rozpuszczalne w wodzie wodorowęglany wapnia i magnezu, które z kolei ulegają w wodzie dysocjacji elektrolitycznej.



(2 pkt.)

- 7) Podczas gotowania wody zmniejsza się twardość węglanowa (twardość przemijająca, nietrwała), wynikająca z obecności wodorowęglanów różnych metali, głównie wapnia i magnezu ($Ca(HCO_3)_2$ i $Mg(HCO_3)_2$).

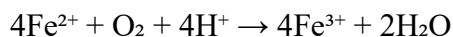
Podczas gotowania twardość węglanową wody można usunąć i podczas tego procesu powstaje tzw. *kamień kotłowy*, który składa się ze strąconych węglanów wapnia i magnezu oraz wodorotlenku magnezu.



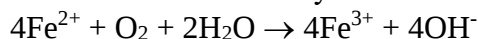
(3 pkt.)

- 8) Obecność jonów Fe^{2+} i Fe^{3+} w badanej próbce wody może zawyżać wynik oznaczania twardości całkowitej. Jony żelaza(II) i (III) tworzą trwałe kompleksy z EDTA, co zwiększa zużycie titranta podczas miareczkowania.

Jony Fe^{2+} ulegają w wodach naturalnych utlenieniu do jonów Fe^{3+} przez tlen rozpuszczony w wodzie:



W środowisku zasadowym:



Powstałe jony Fe^{3+} w środowisku zasadowym hydrolizują i wytrącają się w postaci trudno rozpuszczalnego wodorotlenku żelaza(III), co częściowo ogranicza ich udział w reakcji z EDTA:



- 9) $Fe(OH)_2$ zaczyna strącać się przy $pH = 7,84$

Obliczenia

$$K_{SO} = [Fe^{2+}] \cdot [OH^-]^2$$

$$[OH^-] = \sqrt{\frac{K_{SO}}{[Fe^{2+}]}} = \sqrt{\frac{4,8 \cdot 10^{-16}}{1 \cdot 10^{-3}}} = 6,93 \cdot 10^{-7} \text{ mol/dm}^3$$

$$pOH = -\log(6,93 \cdot 10^{-7}) = 6,16$$

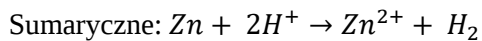
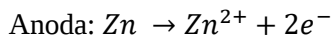
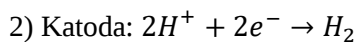
$$pH = 14 - 6,16 = 7,84 \quad (2 \text{ pkt.})$$

Zadanie D (20 pkt)

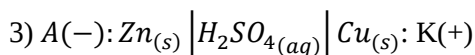
1) $SEM = 0V - (-0,762V) = 0,762V$

1 pkt – poprawny wynik

1 pkt – podanie jednostki



Po 1 pkt za każde równanie



Przepływ elektronów od anody do katody $A \xrightarrow{e^-} K$

1 pkt – zapis ogniwa

1 pkt – ładunki elektrod

1 pkt – stany skupienia

1 pkt – przepływ elektronów

4) Obliczenie moli H^+ początkowego n_{H^+} początkowe = 0,4 mola

1pkt

Obliczenie liczby moli OH^- $n_{OH^-} = 0,094$ mola równe końcowej liczbie moli H^+

1pkt

Obliczenie liczby moli przereagowanego H^+ 0,306 mola

1pkt

Obliczeni masy Zn, którego ubyło 10g

1pkt

Obliczenie masy Zn, który został 40g

1pkt

5) Obliczenie liczby moli Zn, który przereagował = 0,1 mola

1pkt

Obliczenie stężenia molowego $Zn^{2+} = 0,25 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$

1pkt

Poprawne podstawienie do wzoru danych

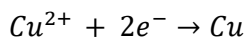
1pkt

Poprawny wynik z jednostką = -0,7798V

1pkt

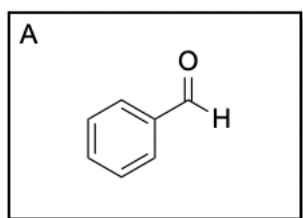
6) Każda rozpuszczalna w wodzie sól miedzi (II)

1pkt



1pkt

Zadanie E (20 pkt)

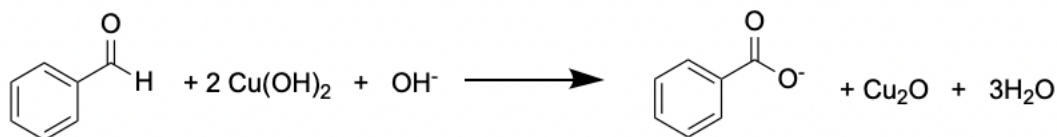


1)

(2 pkt.)

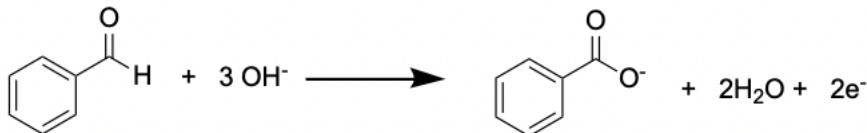
2) Katalizator (1 pkt.)

3)

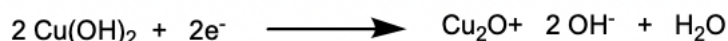


1 pkt za prawidłowe zapisanie równania reakcji (zapis skrócony lub pełny)

Utlenianie:



Redukcja



Po 1 pkt za prawidłowy zapis równania półkowego

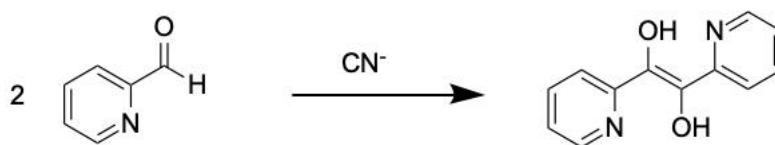
- 4) W wyniku próby można zaobserwować zmianę barwy na ceglastoczerwoną.
 UWAGA: Ze względu na trudną rozpuszczalność benzaldehydu obserwacja ta może być trudno dostrzegalna lub widoczna jako zmiana barwy na granicy faz. Wykorzystanie zbyt wysokiej temperatury do testu prowadzi do jego **negatywnego** wyniku.

1 pkt za wskazanie prawidłowej zmiany barwy

- 5) **Nie.** Związek ten nie posiada protonów α

1pkt za wskazanie prawidłowej odpowiedzi
 1 pkt za wyjaśnienie

6)

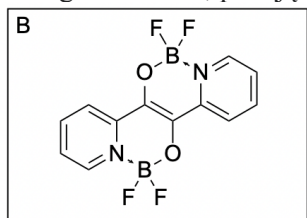


3 pkt. za prawidłowe zapisanie równania reakcji

- 7) Związek α -pirydoina dzięki obecności w układzie aromatycznym atomów azotu może tworzyć wiązania wodorowe. Powoduje to stabilizowanie formy z dwiema grupami hydroksylowymi.

2 pkt za prawidłowe wyjaśnienie

- 8) α -pirydoina może ulegać reakcji z eteratem BF_3 , prowadząc do otrzymania związku z nowymi, sześcioczłonowymi pierścieniami zawierającymi grupę BF_2 . W wyniku tej reakcji powstaje barwnik fluorescencyjny o wysokiej wydajności kwantowej fluorescencji. Dokończ równanie reakcji otrzymywania tego barwnika, podając wzór związku B (strukturalny, grupowy lub szkieletowy). (2 pkt.)



3 pkt. za prawidłowe wskazanie produktu reakcji

- 9) Masa produktu kondensacji: 2.55 g (1 pkt)

Masa barwnika przy założeniu 100% wydajności reakcji: 3.69 g (1 pkt)

Wydajność reakcji: 30% (1 pkt)

UWAGA: Inny tok rozumowania prowadzący do prawidłowego rozwiązania zadania pozwala na uzyskanie maksymalnej ilości punktów.