



# INFORMATOR o egzaminie maturalnym z chemii

od roku szkolnego 2022/2023



Centralna Komisja Egzaminacyjna  
Warszawa 2021

## **Zespół redakcyjny:**

Aleksandra Grabowska (CKE)  
dr Romuald Hassa  
dr Małgorzata Jelińska-Kazimierczuk (ekspert akademicki UW)  
Beata Kupis (OKE Łódź)  
dr Wojciech Przybylski (ekspert akademicki UJ)  
Joanna Toczko (OKE Warszawa)  
dr hab. Robert Zakrzewski, prof. UŁ (ekspert akademicki)  
dr Marcin Smolik (CKE)  
dr Wioletta Kozak (CKE)

## **Recenzenci:**

prof. dr hab. inż. Witold Danikiewicz  
prof. dr hab. inż. Janusz Zachara  
dr hab. inż. Maciej Dranka, prof. PW  
dr Tomasz Karpowicz (recenzja językowa)

Informator został opracowany przez Centralną Komisję Egzaminacyjną we współpracy z okręgowymi komisjami egzaminacyjnymi.

**Centralna Komisja Egzaminacyjna**  
ul. Józefa Lewartowskiego 6, 00-190 Warszawa  
tel. 22 536 65 00  
sekretariat@cke.gov.pl

**Okręgowa Komisja Egzaminacyjna w Gdańsku**  
ul. Na Stoku 49, 80-874 Gdańsk  
tel. 58 320 55 90  
komisja@oke.gda.pl

**Okręgowa Komisja Egzaminacyjna w Jaworznie**  
ul. Adama Mickiewicza 4, 43-600 Jaworzno  
tel. 32 616 33 99  
oke@oke.jaworzno.pl

**Okręgowa Komisja Egzaminacyjna w Krakowie**  
os. Szkolne 37, 31-978 Kraków  
tel. 12 683 21 99  
oke@oke.krakow.pl

**Okręgowa Komisja Egzaminacyjna w Łomży**  
al. Legionów 9, 18-400 Łomża  
tel. 86 473 71 20  
sekretariat@oke.lomza.pl

**Okręgowa Komisja Egzaminacyjna w Łodzi**  
ul. Ksawerego Praussa 4, 94-203 Łódź  
tel. 42 634 91 33  
sekretariat@lodz.oke.gov.pl

**Okręgowa Komisja Egzaminacyjna w Poznaniu**  
ul. Gronowa 22, 61-655 Poznań  
tel. 61 854 01 60  
sekretariat@oke.poznan.pl

**Okręgowa Komisja Egzaminacyjna w Warszawie**  
pl. Europejski 3, 00-844 Warszawa  
tel. 22 457 03 35  
info@oke.waw.pl

**Okręgowa Komisja Egzaminacyjna we Wrocławiu**  
ul. Tadeusza Zielińskiego 57, 53-533 Wrocław  
tel. 71 785 18 94  
sekretariat@oke.wroc.pl

## Spis treści

1. Opis egzaminu maturalnego z chemii .....	5
Wstęp .....	5
Zadania na egzaminie .....	4
Opis arkusza egzaminacyjnego .....	6
Zasady oceniania .....	9
2. Przykładowe zadania z rozwiązaniami .....	13
Budowa materii .....	14
Chemia fizyczna .....	22
Chemia nieorganiczna .....	35
Równowagi w roztworach wodnych .....	58
Elektrochemia .....	67
Chemia organiczna .....	85
Chemia praktyczna .....	109
3. Informacja o egzaminie maturalnym z chemii dla absolwentów niesłyszących .....	123
<b>Uchwała Rady Głównej Nauki i Szkolnictwa Wyższego oraz Konferencji Rektorów Akademickich Szkół Polskich o informatorach maturalnych od 2023 roku .....</b>	<b>145</b>



# 1. Opis egzaminu maturalnego z chemii

## WSTĘP

Chemia jest jednym z dodatkowych przedmiotów egzaminacyjnych na egzaminie ósmoklasisty i na egzaminie maturalnym.

Egzamin maturalny z chemii sprawdza, w jakim stopniu absolwent IV klasy liceum ogólnokształcącego, V klasy technikum oraz II klasy branżowej szkoły II stopnia spełnia wymagania z zakresu rozszerzonego określone w [podstawie programowej kształcenia ogólnego dla szkoły ponadpodstawowej](#).

*Informator* prezentuje przykładowe zadania egzaminacyjne wraz z rozwiązaniami oraz wskazuje odniesienie zadań do wymagań podstawy programowej. Zadania w *Informatorze* nie wyczerpują wszystkich typów zadań, które mogą wystąpić w arkuszu egzaminacyjnym. Nie ilustrują również wszystkich wymagań z zakresu chemii określonych w podstawie programowej. Dlatego *Informator* nie może być ani jedyną, ani nawet główną wskazówką do planowania procesu kształcenia w szkole. Tylko realizacja wszystkich wymagań z podstawy programowej, zarówno ogólnych, jak i szczegółowych, może zapewnić wszechstronne wykształcenie chemiczne uczniów, w tym – ich właściwe przygotowanie do egzaminu maturalnego.

Przed przystąpieniem do dalszej lektury *Informatora* warto zapoznać się z ogólnymi zasadami obowiązującymi na egzaminie maturalnym od roku szkolnego 2022/2023. Są one określone w rozporządzeniu Ministra Edukacji i Nauki z dnia 26 lutego 2021 r. w sprawie egzaminu maturalnego (Dz.U. poz. 482) oraz – w skróconej formie – w części ogólnej *Informatora o egzaminie maturalnym od roku szkolnego 2022/2023*, dostępnej na stronie internetowej Centralnej Komisji Egzaminacyjnej (<https://cke.gov.pl/>) i na stronach internetowych okręgowych komisji egzaminacyjnych.

## ZADANIA NA EGZAMINIE

W arkuszu egzaminacyjnym znajdują się zarówno zadania zamknięte, jak i otwarte.

Zadania zamknięte to takie, w których Zdający wybiera odpowiedź spośród podanych. Wśród zadań zamkniętych znajdują się m.in.

- zadania wyboru wielokrotnego
- zadania typu prawda-falsz
- zadania na dobieranie.

Zadania otwarte to takie, w których Zdający samodzielnie formułuje odpowiedź. Wśród zadań otwartych znajdują się:

- zadania z luką, wymagające uzupełnienia zdania bądź krótkiego tekstu jednym lub kilkoma wyrazami, symbolami, wzorami, liczbami;
- zadania krótkiej odpowiedzi, wymagające stworzenia wypowiedzi zwięzłej, w tym zadania sprawdzające umiejętność zapisywania równania reakcji, tworzenia nazwy systematycznej lub wzoru substancji chemicznej, podawania oceny bądź rozstrzygnięcia, formułowania krótkiego uzasadnienia czy wyjaśnienia;
- zadanie rozszerzonej odpowiedzi, wymagające przedstawienia toku rozumowania prowadzącego do rozwiązania problemu, np. obliczeniowego lub doświadczalnego.

W zadaniach egzaminacyjnych szczególny nacisk zostanie położony na sprawdzanie umiejętności związanych z:

- rozumowaniem, argumentowaniem, wnioskowaniem i formułowaniem opinii;
- zastosowaniem do rozwiązywania problemów informacji zawartych w różnorodnych materiałach źródłowych, w tym barwnych ilustracji, zamieszczonych w arkuszu;
- oceną wiarygodności przedstawionych danych lub otrzymanych wyników;
- projektowaniem doświadczeń chemicznych oraz interpretacją ich wyników;
- konstruowaniem wykresów, tabel, schematów;
- zasadami bezpiecznego posługiwania się sprzętem laboratoryjnym, odczynnikami chemicznymi i wykonywania doświadczeń chemicznych;
- ochroną środowiska;
- zastosowaniem narzędzi matematycznych do opisu i analizy zjawisk i procesów.

## OPIS ARKUSZA EGZAMINACYJNEGO

Egzamin maturalny z chemii trwa 180 minut<sup>1</sup>.

Podczas egzaminu zdający otrzyma arkusz egzaminacyjny zawierający około 45 zadań (poleceń). Przy numerze każdego zadania podana będzie maksymalna liczba punktów, którą można uzyskać za poprawne jego rozwiązanie. Ponadto każdy zdający będzie mógł korzystać z tablic z wybranymi wzorami i stałymi fizykochemicznymi na egzamin maturalny z biologii, chemii i fizyki, a także z linijki oraz kalkulatora naukowego. Szczegółowe informacje dotyczące materiałów i przyborów pomocniczych, z których mogą korzystać zdający na egzaminie maturalnym (w tym osoby, którym dostosowano warunki przeprowadzenia egzaminu), będą ogłaszane w komunikacie dyrektora Centralnej Komisji Egzaminacyjnej.

Zadania w arkuszu egzaminacyjnym:

- będą dobrane w taki sposób, aby reprezentowały różnorodne wymagania ogólne i szczegółowe opisane w podstawie programowej;

---

<sup>1</sup> Czas trwania egzaminu może zostać wydłużony w przypadku zdających ze specjalnymi potrzebami edukacyjnymi, w tym niepełnosprawnych, oraz w przypadku cudzoziemców. Szczegóły są określone w Komunikacie dyrektora Centralnej Komisji Edukacyjnej w sprawie szczegółowych sposobów dostosowania warunków i form przeprowadzania egzaminu maturalnego w danym roku szkolnym.

- będą sprawdzały przede wszystkim umiejętności złożone, w tym umiejętność rozumowania, wnioskowania, wykorzystywania informacji, projektowania doświadczeń chemicznych, wykonywania obliczeń chemicznych, myślenia naukowego oraz interpretacji i krytycznej analizy przedstawionych danych lub uzyskanych wyników (również w odniesieniu do nowoczesnych technik badawczych, np. metod spektroskopowych, technik separacyjnych i elektrochemicznych, nowoczesnej syntezy organicznej – poprzedzone odpowiednim materiałem źródłowym, o ile związane byłyby z treściami wykraczającymi poza wymagania podstawy programowej), formułowania wypowiedzi argumentacyjnej oraz umiejętności związane z optymalizacją procesów chemicznych i uwzględnianiem aspektów ekologicznych;
- będą zróżnicowane pod względem sprawdzanych wiadomości i umiejętności, poziomu trudności, a także sposobu udzielania odpowiedzi;
- będą występowały pojedynczo lub w wiązkach tematycznych;
- będą odnosiły się do różnorodnych materiałów źródłowych – informacji przedstawionych m.in. w formie wykresu, rysunku, schematu, tabeli, opisu, wzoru czy równania chemicznego – z których część będzie zawierała barwne ilustracje przedstawiające doświadczenie, zdjęcia substancji, mieszaniny substancji albo zestawu laboratoryjnego.

W arkuszu zamieszczone będzie co najmniej jedno zadanie sprawdzające umiejętność samodzielnego rozwiązywania problemu – od doboru i zastosowania niezbędnych danych fizykochemicznych, przedstawionych w różnej formie i pochodzących z różnych źródeł, przez przedstawienie toku rozumowania prowadzącego do wyniku, po element dyskusji, wnioskowanie na podstawie uzyskanych wyników lub ocenę poprawności i realności tych wyników. To zadanie będzie sprawdzało, jak zdający łączy różne umiejętności, np. projektowanie doświadczenia i wykonanie związanego z nim obliczenia albo: sporządzenie wykresu, odczytanie z wykresu niezbędnej danej oraz zastosowanie jej do obliczenia. Za poprawne rozwiązanie takiego zadania zdający będzie mógł uzyskać 4 punkty albo 5 punktów.

W poleceniu do każdego zadania występuje co najmniej jeden czasownik, który wskazuje czynność, jaką powinien wykonać zdający, aby poprawnie zadanie rozwiązać. W zadaniach zamkniętych jest to najczęściej czasownik **wybierz** (jako określenie czynności intelektualnej, której wykonania wymaga polecenie) oraz czasowniki takie jak **podkreśl**, **zaznacz** (jako instrukcja o sposobie wskazania wybranej odpowiedzi).

W zadaniach otwartych katalog czasowników jest dużo szerszy, a precyzyjne ich zrozumienie przekłada się na poprawne wykonanie polecenia. Poniżej wymieniono niektóre spośród tych czasowników (poleceń). Występują one w zadaniach sprawdzających umiejętność rozwiązywania problemu obliczeniowego, opisywania przebiegu doświadczenia oraz formułowania wypowiedzi argumentacyjnej.

Polecenie zbudowane wokół czasownika **oblicz** oznacza, że zdający powinien przedstawić – w sposób zrozumiały dla osoby czytającej rozwiązanie – tok rozumowania prowadzący od wielkości podanych w treści zadania do wielkości szukanej wskazanej w poleceniu. Wynika z tego, że w zapisie rozwiązania – niezależnie od zastosowanej metody – powinny zostać jednoznacznie określone dane wykorzystane w obliczeniach oraz przedstawione zależności między poszczególnymi wielkościami. Od zdającego oczekuje się stosowania podczas obliczeń działań i funkcji matematycznych poznanych na lekcjach matematyki (zakres

podstawowy). Wynik rozwiązania, którym jest wartość liczbową wielkości szukanej wyrażona w odpowiedniej jednostce (o ile jest ona wielkością mianowaną) i z odpowiednią dokładnością (jeżeli została ona określona w poleceniu), powinien być wyraźnie zaznaczony jako wynik końcowy, np. przez sformułowanie odpowiedzi lub podkreślenie wartości wielkości szukanej.

Polecenia oparte na czasownikach **wymień**, **napisz**, **podaj**, **określ** oznaczają, że zdający powinien w odpowiedzi napisać – w formie określonej w poleceniu – wszystkie te elementy, które spełniają warunki zadania, np. wzór chemiczny, właściwość, równanie reakcji, nazwę systematyczną, stopień utlenienia, typ hybrydyzacji itp. Takie polecenie nie wymaga opisu, wyjaśnienia czy uzasadnienia.

Na potrzeby polecenia zawierającego czasownik **opisz** należy sformułować odpowiedź, która jest krótkim – ale zawierającym najważniejsze elementy – opisem, np. właściwości substancji, przebiegu procesu lub doświadczenia. Jeżeli polecenie brzmi: „opisz zmiany możliwe do zaobserwowania”, zdający powinien opisać – w zakresie wskazanym w poleceniu – mieszaninę reakcyjną przed doświadczeniem i po jego zakończeniu. Trzeba podkreślić, że jeśli w poleceniu nie zaznaczono inaczej, należy podać obserwacje, które można przeprowadzić bezpośrednio po zmieszaniu reagentów, i że oczekuje się opisu przebiegu doświadczenia przy użyciu czystych, świeżo przygotowanych odczynników. Polecenie wykorzystujące czasownik **porównaj** wymaga wskazania podobieństw i różnic między np. procesami, zjawiskami, właściwościami substancji, budową cząsteczek.

Zadania zawierające czasowniki takie jak **wykaż**, **uzasadnij**, **wyjaśnij** wymagają od zdającego sformułowania wypowiedzi argumentacyjnej, w której – dla rozpatrywanego zjawiska, procesu, właściwości i w zakresie określonym w poleceniu – przedstawia on właściwy związek przyczynowo-skutkowy, opisuje mechanizm danego procesu, odwołuje się do elementów budowy cząsteczki, przytacza argumenty naukowe, np. prawa chemiczne, itp. Tego typu polecenia często są poprzedzone poleceniem zbudowanym wokół czasownika **rozstrzygnij**, które wymaga dokonania wyboru i udzielenia krótkiej odpowiedzi, np. „tak” albo „nie”, związanej z postawionym problemem.

Należy zaznaczyć, że powyższy wykaz nie wyczerpuje wszystkich możliwych czynności, jakie mogą być sprawdzane na egzaminie za pomocą różnych typów zadań.



## ZASADY OCENIANIA

### Ogólne zasady oceniania

W zasadach oceniania zawarto przykłady poprawnych rozwiązań zadań otwartych. Te rozwiązania określają zakres merytoryczny odpowiedzi i nie muszą być ścisłym wzorcem oczekiwanych sformułowań (za wyjątkiem np. nazw, symboli pierwiastków, wzorów związków chemicznych). **Akceptowane są wszystkie odpowiedzi merytorycznie poprawne i spełniające warunki zadania** – również te nieprzewidziane jako przykładowe odpowiedzi w schematach punktowania.

- Zdający otrzymuje punkty tylko za poprawne rozwiązania, precyzyjnie odpowiadające poleceniom zawartym w zadaniach.
- Gdy do jednego polecenia zdający podaje kilka odpowiedzi (spośród których jedna jest poprawna, a inne – błędne), nie otrzymuje punktów za żadną z nich. Jeżeli informacje zamieszczone w odpowiedzi (również dodatkowe, które nie wynikają z treści polecenia) świadczą o zasadniczych brakach w rozumieniu zagadnienia, którego dotyczy zadanie, i zaprzeczają udzielonej poprawnej odpowiedzi, to za taką odpowiedź zdający również nie otrzymuje punktów.
- W zadaniach wymagających sformułowania wypowiedzi, takiej jak wyjaśnienie, uzasadnienie, opis zmian możliwych do zaobserwowania w czasie doświadczenia, oprócz poprawności merytorycznej oceniana jest poprawność posługiwania się nomenklaturą chemiczną, umiejętne odwołanie się do materiału źródłowego, jeżeli taki został przedstawiony, oraz spójność, logika i klarowność toku rozumowania. Sformułowanie odpowiedzi niejasnej lub częściowo niezrozumiałej skutkuje utratą punktu (np. jeżeli zdający zamiast nazwy podmiotu stosuje zaimek, może uzyskać ocenę pozytywną tylko wtedy, gdy zaimek ten jednoznacznie odnosi się do właściwego podmiotu).
- W zadaniach, w których należy dokonać wyboru, każdą formę jednoznacznego wskazania (np. numer doświadczenia, wzory lub nazwy reagentów) należy uznać za poprawne rozwiązanie tego zadania, o ile podane wzory lub nazwy chemiczne nie zawierają błędów. Oznacza to, że np. podanie w odpowiedzi poprawnego wzoru zamiast nazwy nie skutkuje utratą punktu (mimo formalnej niezgodności z poleceniem), ale napisanie (lub przepisanie z treści zadania) błędnego wzoru lub nazwy – nawet jeżeli była podana w treści zadania – skutkuje utratą punktu.
- Rozwiązanie zadania na podstawie błędnego merytorycznie założenia uznaje się w całości za niepoprawne.
- Jeżeli polecenie brzmi: *Napisz równanie reakcji w formie ...*, to w odpowiedzi zdający powinien napisać równanie reakcji w podanej formie z uwzględnieniem bilansu masy i ładunku. Za zapis równania reakcji ze współczynnikami ułamkowymi albo będącymi wielokrotnością współczynników najprostszych zdający nie traci punktu, o ile ten zapis spełnia warunki zadania. Za zapis równania reakcji, w którym poprawnie dobrano współczynniki stechiometryczne, ale nie uwzględniono warunków zadania (np. środowiska reakcji), zdający nie uzyskuje oceny pozytywnej.

Notacja chemiczna:

- We wszystkich typach wzorów chemicznych wymagających przedstawienia struktury cząsteczki substancji nieorganicznej lub organicznej (wzory strukturalne, szkieletowe,

półstrukturalne, grupowe, uproszczone) oceniania jest poprawność wynikającej z ich zapisu wiązalności atomów oraz poprawność przedstawionej sekwencji atomów lub grup atomów. Wzory zapisane w sposób ignorujący wiązalność atomów (np. podstawnik obecny w cząsteczce związku organicznego łączący się wiązaniem z atomem wodoru zamiast z atomem węgla, z którym ten atom wodoru jest związany) oceniane są negatywnie.

- We wzorze strukturalnym należy zapisać symbole wszystkich atomów tworzących cząsteczkę i zaznaczyć kreską wszystkie wiązania występujące w cząsteczce z uwzględnieniem ich krotności. We wzorze strukturalnym nie wymaga się odwzorowania kształtu cząsteczki, czyli zachowania właściwych kątów między wiązaniami.
- Wzór szkieletowy związku organicznego jest odzwierciedleniem kształtu łańcucha węglowego. Nie zapisuje się w nim symboli atomów węgla i połączonych z nimi atomów wodoru, ale w postaci łamanej rysuje się szkielet węglowy, zaznaczając wiązania wielokrotne występujące w cząsteczce, i zapisuje się wzory grup funkcyjnych oraz symbole podstawników (atomów) innych niż wodór.
- Wzór półstrukturalny (grupowy) lub uproszczony związku organicznego zawiera informację, jakie grupy i w jakiej sekwencji tworzą cząsteczkę tego związku. W takim wzorze dopuszcza się niezaznaczenie pojedynczego wiązania C–C i C–H oraz sumaryczny zapis wzoru grupy etylowej C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>– zamiast CH<sub>3</sub>–CH<sub>2</sub>–. Dopuszcza się także każdy sumaryczny zapis wzoru grupy funkcyjnej, o ile jest jednoznaczny i nie sugeruje istnienia wiązania między niewłaściwymi atomami (np. nie dopuszcza się dla grupy hydroksylowej zapisu –HO zamiast poprawnego –OH, a dla grupy aldehydowej zapisu –COH zamiast poprawnego –CHO). Ponadto dopuszcza się zapisy: CH<sub>3</sub>– zamiast H<sub>3</sub>C–, NH<sub>2</sub>– zamiast H<sub>2</sub>N–.
- We wzorach elektronowych elektrony mogą być przedstawiane w formie kropek, a pary elektronowe – również w formie kresek.
- Jeżeli we wzorze kreskowym zaznaczona jest polaryzacja wiązań, to jej kierunek musi być poprawny.
- Za napisanie wzorów strukturalnych zamiast wzorów półstrukturalnych (grupowych) lub uproszczonych zdający nie traci punktów.
- Za napisanie wzorów elektronowych zamiast wzorów strukturalnych, półstrukturalnych (grupowych) lub uproszczonych zdający nie traci punktów.
- Zapis „↑”, „↓” w równaniach reakcji nie jest wymagany.
- W równaniach reakcji, w których ustala się stan równowagi, brak „⇌” nie powoduje utraty punktów.
- W równaniach reakcji, w których należy określić kierunek przemiany (np. reakcji redoks), zapis „⇌”, użyty zamiast zapisu „→”, powoduje utratę punktów.

### Zadania zamknięte i zadania otwarte krótkiej odpowiedzi

Zadanie zamknięte i zadanie otwarte krótkiej odpowiedzi są oceniane – w zależności od maksymalnej liczby punktów, jaką można uzyskać za rozwiązanie danego zadania – zgodnie z poniższymi zasadami:

1 pkt – odpowiedź poprawna.

0 pkt – odpowiedź niepełna lub niepoprawna albo brak odpowiedzi.

## ALBO

2 pkt – odpowiedź całkowicie poprawna.

1 pkt – odpowiedź częściowo poprawna lub odpowiedź niepełna.

0 pkt – odpowiedź niepoprawna albo brak odpowiedzi.

### Zadanie doświadczalne

W rozwiązaniach zadań doświadczalnych, w których zdający projektuje doświadczenie, należy wybrać oraz zaznaczyć właściwy odczynnik lub odczynniki z zaproponowanego zestawu, a następnie wykonać kolejne części polecenia, np. sformułować spostrzeżenia i wnioski lub napisać równania reakcji. Błędny wybór lub brak wyboru odczynników skutkuje utratą punktów nie tylko za tę czynność, lecz także za odpowiedzi będące konsekwencją błędnego projektu doświadczenia albo jego braku.

### Zadanie obliczeniowe

W rozwiązaniach zadań obliczeniowych są oceniane: metoda (przedstawiony tok rozumowania poprawnie wiążący wielkości dane z wielkością szukaną), wykonanie obliczeń i podanie wyniku z właściwą jednostką i odpowiednią dokładnością:

2 pkt – zastosowanie poprawnej metody, poprawne wykonanie obliczeń i podanie wyniku.

1 pkt – zastosowanie poprawnej metody, ale popełnienie błędów obliczeniowych lub podanie wyniku z błędną jednostką, lub z błędną dokładnością.

0 pkt – zastosowanie niepoprawnej metody albo brak rozwiązania.

Poprawność wykonania obliczeń i wynik są oceniane pozytywnie tylko wtedy, gdy została zastosowana poprawna metoda rozwiązania. Oznacza to, że ocenę pozytywną zdający uzyskuje tylko za taką odpowiedź, na podstawie której można ocenić poprawność jego toku rozumowania. Nieprzedstawienie toku rozumowania skutkuje utratą punktów nawet wtedy, gdy zdający podał poprawne wyniki pośrednie i wynik końcowy. Wynik liczbowy wielkości mianowanej podany bez jednostki lub z niepoprawnym jej zapisem jest traktowany jako wynik błędny.

- Za rozwiązanie niedokończone, czyli takie, w którym nie przedstawiono związku między wielkościami danymi a wielkością szukaną, zdający uzyskuje 0 punktów.
- Zastosowanie błędnych wartości liczbowych wielkości niewymienionych w informacji wprowadzającej, treści zadania, poleceniu lub tablicach i niebędących wynikiem obliczeń należy traktować jako błąd metody.
- Zastosowanie błędnych wartości liczbowych wielkości podanych w informacji wprowadzającej, treści zadania, poleceniu lub tablicach należy traktować jako błąd rachunkowy, o ile nie zmienia to istoty analizowanego problemu, a zwłaszcza nie powoduje jego uproszczenia.
- Za rozwiązanie, w którym popełniono błędy obliczeniowe, które w konsekwencji prowadzą do uproszczenia analizowanego problemu, zdający uzyskuje 0 punktów.
- Użycie w obliczeniach błędnej wartości masy molowej uznaje się za błąd metody, chyba że zdający przedstawił sposób jej obliczenia – zgodny ze stechiometrią wzoru – jednoznacznie wskazujący na błąd wyłącznie rachunkowy.

- Wynik liczbowy wielkości mianowanej należy wyrazić w takiej jednostce, jaka jest określona w poleceniu. Jeżeli w poleceniu nie jest sformułowany taki warunek, należy stosować jednostki układu SI lub jednostki zwyczajowo stosowane w polskiej literaturze, np. stężenie molowe roztworu wyraża się w jednostce  $\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ , a masę molową – w jednostce  $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ .
- W polskiej literaturze wielkości fizyczne zwyczajowo podawane są z trzema cyframi znaczącymi, co oznacza, że w notacji wykładniczej przyjmują postać:  $j, ds \cdot 10^n$  ( $j$  oznacza jedność,  $d$  – części dziesiąte,  $s$  – części setne), np. stała Avogadra  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$  cząstek  $\cdot \text{mol}^{-1}$ , a objętość molowa gazu w warunkach normalnych  $V_{\text{mol}} = 22,4 \text{ dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1} = 2,24 \cdot 10^1 \text{ dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$ . O ile nie precyzuje tego polecenie, wyniki pośrednie nie powinny być przybliżane bardziej niż do trzech cyfr znaczących, a wynik końcowy powinien być podany z trzema cyframi znaczącymi.

### Zadanie problemowe

Zadanie problemowe, w którego rozwiązaniu można wyróżnić dwa kluczowe etapy, jest oceniane z zastosowaniem następujących poziomów rozwiązania (dla oceny maksymalnej równej 4 pkt):

<b>Poziom 2. (3–4 pkt)</b>	Rozwiązanie zawierające oba etapy wykonane poprawnie <u>co do metody</u> : 4 pkt – jeżeli rozwiązanie nie zawiera usterek, np. błędów arytmetycznych. 3 pkt – jeżeli rozwiązanie zawiera usterki.
<b>Poziom 1. (1–2 pkt)</b>	Rozwiązanie zawierające pierwszy etap wykonany poprawnie <u>co do metody</u> . 2 pkt – jeżeli rozwiązanie nie zawiera usterek, np. błędów arytmetycznych. 1 pkt – jeżeli rozwiązanie zawiera usterki.
<b>Poziom 0. (0 pkt)</b>	Rozwiązanie całkowicie błędne albo brak rozwiązania.

W rozwiązaniach tego typu zadań zdający powinien przedstawić – w sposób zrozumiały dla osoby czytającej rozwiązanie – tok rozumowania prowadzący od wielkości podanych w treści zadania do wielkości szukanej wskazanej w poleceniu. Oznacza to, że w zapisie rozwiązania (niezależnie od zastosowanej metody) powinny zostać:

- jednoznacznie określone dane wykorzystane w obliczeniach
- przedstawione zależności między poszczególnymi wielkościami
- wyróżnione kolejne etapy rozwiązania
- wyróżnione wyniki kolejnych etapów rozwiązania i wyraźnie zaznaczony wynik końcowy (np. przez sformułowanie odpowiedzi lub podkreślenie wartości wielkości szukanej), którym jest wartość liczbowo wielkości szukanej wyrażona w odpowiedniej jednostce (o ile jest ona wielkością mianowaną) i z odpowiednią dokładnością (jeżeli została ona określona w poleceniu).

## 2. Przykładowe zadania z rozwiązaniami

W *Informatorze* dla każdego zadania podano:

- liczbę punktów możliwych do uzyskania za jego rozwiązanie (po numerze zadania);
- najważniejsze wymagania ogólne i szczegółowe, które są sprawdzane w tym zadaniu;
- zasady oceniania rozwiązań zadania;
- poprawne rozwiązanie każdego zadania zamkniętego oraz przykładowe rozwiązania każdego zadania otwartego.

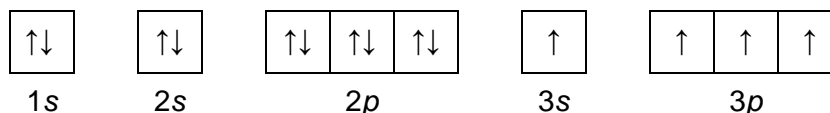
Przedstawiony poniżej zestaw zadań nie jest ilustracją arkusza egzaminacyjnego. W zamieszczonych przykładach akcent położono na zadania sprawdzające wiadomości i umiejętności z zakresu zagadnień, które są nowe w podstawie programowej, a także – na zadania nowego typu.

## BUDOWA MATERII

### Zadanie 1.

O dwóch pierwiastkach umownie oznaczonych literami X i Z wiadomo, że:

- konfigurację elektronową atomu pierwiastka X w jednym ze stanów wzbudzonych przedstawia zapis:



- łączna liczba elektronów na ostatniej powłoce i na podpowłoce 3d atomu w stanie podstawowym pierwiastka Z jest dwa razy większa od liczby elektronów walencyjnych atomu pierwiastka X.

### Zadanie 1.1. (0–2)

**Uzupełnij poniższą tabelę. Wpisz symbole pierwiastków X i Z, numer grupy układu okresowego oraz symbol bloku konfiguracyjnego, do którego należy każdy z pierwiastków.**

	Symbol pierwiastka	Numer grupy	Symbol bloku
pierwiastek X			
pierwiastek Z			

### Wymaganie ogólne

- II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający:
- 5) wykorzystuje wiedzę i dostępne informacje do rozwiązywania problemów chemicznych [...].

### Wymagania szczegółowe

Zakres rozszerzony

- II. Budowa atomu. Zdający:
- 2) [...] stosuje pojęcia: powłoka, podpowłoka, stan orbitalny, spin elektronu;
  - 5) określa przynależność pierwiastków do bloków konfiguracyjnych: s, p i d układu okresowego na podstawie konfiguracji elektronowej; wskazuje związek między budową elektronową atomu a położeniem pierwiastka w układzie okresowym [...].

### Zasady oceniania

2 pkt – poprawne uzupełnienie obu wierszy tabeli.

1 pkt – poprawne uzupełnienie jednego wiersza tabeli.

0 pkt – odpowiedź niespełniająca powyższych kryteriów albo brak odpowiedzi.

**Rozwiązanie**

	Symbol pierwiastka	Numer grupy	Symbol bloku
pierwiastek X	<b>Si</b>	<b>14</b>	<b>p</b>
pierwiastek Z	<b>Fe</b>	<b>8</b>	<b>d</b>

**Zadanie 1.2. (0–1)**

Wpisz do tabeli wartości dwóch liczb kwantowych: głównej i pobocznej, opisujące stan kwantowo-mechaniczny jednego z niesparowanych elektronów o najwyższej energii atomu pierwiastka X w przedstawionym stanie wzbudzonym.

Liczby kwantowe	główna liczba kwantowa, $n$	poboczna liczba kwantowa, $l$
Wartości liczb kwantowych		

**Wymaganie ogólne**

- II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający:
- 5) wykorzystuje wiedzę i dostępne informacje do rozwiązywania problemów chemicznych [...].

**Wymaganie szczegółowe**

Zakres rozszerzony

- II. Budowa atomu. Zdający:
- 2) interpretuje wartości liczb kwantowych; opisuje stan elektronu w atomie za pomocą liczb kwantowych; stosuje pojęcia: powłoka, podpowłoka, stan orbitalny [...].

**Zasady oceniania**

1 pkt – poprawne uzupełnienie tabeli.

0 pkt – odpowiedź niespełniająca powyższego kryterium albo brak odpowiedzi.

**Rozwiązanie**

Liczby kwantowe	Główna liczba kwantowa, $n$	Poboczna liczba kwantowa, $l$
Wartości liczb kwantowych	<b>3</b>	<b>1</b>

**Zadanie 1.3. (0–1)**

**Przedstaw pełną konfigurację elektronową jonu  $Z^{2+}$  w stanie podstawowym. Zastosuj zapis konfiguracji elektronowej z uwzględnieniem podpowłok.**

.....

**Wymaganie ogólne**

- II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający:
- 5) wykorzystuje wiedzę i dostępne informacje do rozwiązywania problemów chemicznych [...].

**Wymaganie szczegółowe**

Zakres rozszerzony

- II. Budowa atomu. Zdający:
- 4) pisze konfiguracje elektronowe atomów pierwiastków do  $Z = 38$  oraz ich jonów o podanym ładunku, uwzględniając przynależność elektronów do podpowłok [...].

**Zasady oceniania**

- 1 pkt – poprawne napisanie konfiguracji elektronowej dwudodatniego jonu pierwiastka  $Z$ .  
0 pkt – odpowiedź niespełniająca powyższego kryterium albo brak odpowiedzi.

**Rozwiązanie**

$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6$  ALBO  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6$

**Zadanie 2. (0–1)**

**Wybierz parę pierwiastków, których atomy w stanie podstawowym mają różne liczby niesparowanych elektronów. Zaznacz poprawną odpowiedź.**

- A. krzem i tytan
- B. siarka i tytan
- C. krzem i żelazo
- D. siarka i nikiel

**Wymaganie ogólne**

- II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający:
- 5) wykorzystuje wiedzę i dostępne informacje do rozwiązywania problemów chemicznych [...].

**Wymagania szczegółowe**

Zakres rozszerzony

- II. Budowa atomu. Zdający:
- 3) stosuje zasady rozmieszczania elektronów na orbitalach (zakaz Pauliego i regułę Hunda) w atomach pierwiastków wieloelektronowych;
  - 4) pisze konfiguracje elektronowe atomów pierwiastków do  $Z = 38$  [...].



**Zasady oceniania**

1 pkt – poprawna odpowiedź.

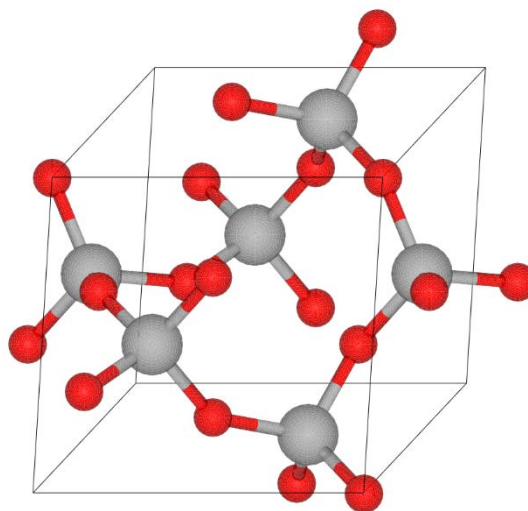
0 pkt – odpowiedź niespełniająca powyższego kryterium albo brak odpowiedzi.

**Rozwiązanie**

C

**Zadanie 3. (0–1)**

Tlenek krzemu ( $\text{SiO}_2$ ), nazywany potocznie krzemionką, jest bardzo rozpowszechniony w przyrodzie. Czysta krzemionka występuje w postaci krystalicznej, np. jako minerał kwarc. Poniżej przedstawiono zdjęcie kryształów kwarcu oraz model jego struktury krystalicznej.

Na podstawie: <https://en.wikipedia.org/wiki/Quartz>

**Dokończ zdanie. Zaznacz odpowiedź spośród A–D i jej uzasadnienie spośród 1.–4.**

Kwarc można zaliczyć do kryształów

<b>A.</b>	metalicznych,	ponieważ	<b>1.</b>	składa się z cząsteczek $\text{SiO}_2$ połączonych oddziaływaniami międzycząsteczkowymi.
<b>B.</b>	jonowych,		<b>2.</b>	jego strukturę tworzą rdzenie atomowe otoczone wspólną „chmurą” elektronów zdelokalizowanych.
<b>C.</b>	kowalencyjnych,		<b>3.</b>	jest zbudowany z anionów tlenkowych ( $\text{O}^{2-}$ ) i kationów krzemu ( $\text{Si}^{4+}$ ).
<b>D.</b>	molekularnych,		<b>4.</b>	jest zbudowany z atomów połączonych wiązaniami kowalencyjnymi spolaryzowanymi.

**Wymagania ogólne**

- I. Pozyskiwanie, przetwarzanie i tworzenie informacji. Zdający:
  - 1) [...] przetwarza informacje z różnorodnych źródeł [...].
- II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający:
  - 4) wskazuje na związek między właściwościami substancji a ich budową chemiczną.

**Wymaganie szczegółowe**

Zakres rozszerzony

III. Wiązania chemiczne. Oddziaływania międzycząsteczkowe. Zdający:

- 8) porównuje właściwości fizyczne substancji tworzących kryształy jonowe, kowalencyjne, molekularne oraz metaliczne.

**Zasady oceniania**

1 pkt – poprawne uzupełnienie zdania.

0 pkt – odpowiedź niespełniająca powyższego kryterium albo brak odpowiedzi.

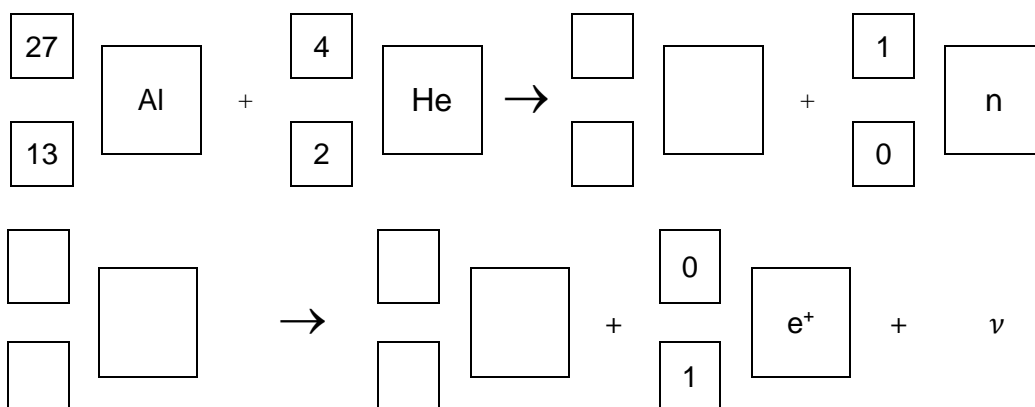
**Rozwiązanie**

C4

**Zadanie 4. (0–1)**

Podczas bombardowania folii aluminiowej cząstkami alfa zachodzą procesy jądrowe z równoczesną emisją pozytonów i neutronów. Stwierdzono, że przemiana jest dwuetapowa: w pierwszej reakcji jądrowej powstają niestabilne jądro i neutron, a potem następuje rozpad  $\beta^+$  tego niestabilnego jądra, któremu towarzyszy emisja neutrino  $\nu$ .

Napisz równania opisanej przemiany jądrowej. Uzupełnij poniższe schematy.

**Wymagania ogólne**

I. Pozyskiwanie, przetwarzanie i tworzenie informacji. Zdający:

- 1) [...] przetwarza informacje z różnorodnych źródeł [...].

II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający:

- 5) wykorzystuje wiedzę i dostępne informacje do rozwiązywania problemów chemicznych [...].

**Wymaganie szczegółowe**

Zakres rozszerzony

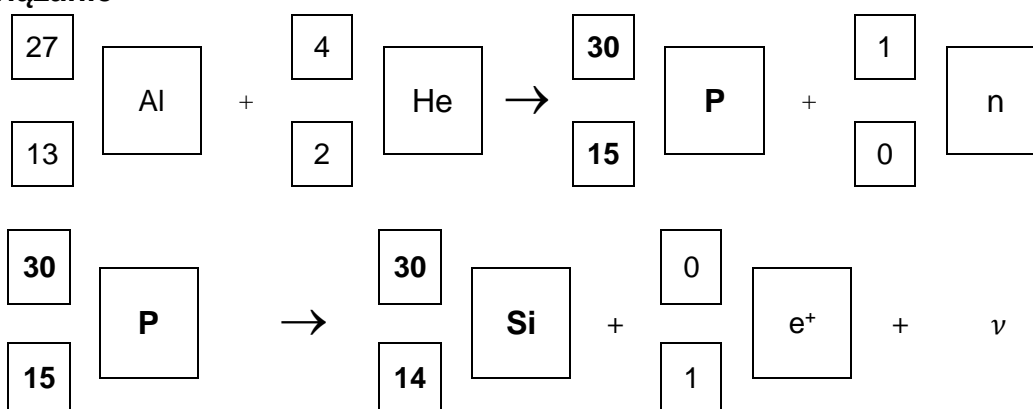
I. Atomy, cząsteczki i stechiometria chemiczna. Zdający:

- 4) [...] pisze równania naturalnych przemian promieniotwórczych ( $\alpha$ ,  $\beta^-$ ) oraz sztucznych reakcji jądrowych.

**Zasady oceniania**

1 pkt – poprawne napisanie dwóch równań.

0 pkt – odpowiedź niespełniająca powyższego kryterium albo brak odpowiedzi.

**Rozwiązanie****Zadanie 5. (0–1)**

Promieniotwórczość ciężkojonowa to szczególny i rzadki rodzaj promieniotwórczości. Polega na emisji z ciężkiego jądra atomowego jąder atomów lekkiego pierwiastka. Równania takich rozpadów promieniotwórczych zapisuje się zgodnie z zasadami zachowania: ładunku elektrycznego jąder oraz liczby nukleonów.

Na podstawie: W.D. Loveland, D.J. Morrissey, G.T. Seaborg, *Modern Nuclear Chemistry*, Willey-Interscience, 2006.

**Napisz równanie rozpadu jądra promieniotwórczego izotopu  ${}^{223}_{89}\text{Ac}$ , z którego jest emitowane jądro izotopu węgla zawierające 8 neutronów.**

**Wymagania ogólne**

- I. Pozyskiwanie, przetwarzanie i tworzenie informacji. Zdający:
  - 1) [...] przetwarza informacje z różnorodnych źródeł [...].
- II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający:
  - 5) wykorzystuje wiedzę i dostępne informacje do rozwiązywania problemów chemicznych [...];
  - 7) wykonuje obliczenia dotyczące praw chemicznych.

**Wymaganie szczegółowe**

Zakres rozszerzony

- I. Atomy, cząsteczki i stechiometria chemiczna. Zdający:
  - 4) [...] pisze równania naturalnych przemian promieniotwórczych [...].

**Zasady oceniania**

1 pkt – poprawne napisanie równania rozpadu jądra  $^{223}_{89}\text{Ac}$ .

0 pkt – odpowiedź niespełniająca powyższego kryterium albo brak odpowiedzi.

**Rozwiązanie****Zadanie 6.**

Atom siarki tworzy z atomami fluoru m.in. cząsteczki o wzorze  $\text{SF}_2$  i  $\text{SF}_6$ .

**Zadanie 6.1. (0–1)**

**Narysuj wzór elektronowy cząsteczki  $\text{SF}_2$  – zaznacz kreskami wspólne pary elektronowe oraz wolne pary elektronowe atomów siarki i fluoru. Określ kształt cząsteczki (liniowa, kąтова, tetraedryczna).**

Wzór elektronowy:

Kształt cząsteczki: .....

**Wymaganie ogólne**

I. Pozyskiwanie, przetwarzanie i tworzenie informacji. Zdający:

- 1) [...] przetwarza informacje z różnorodnych źródeł [...].

**Wymagania szczegółowe**

Zakres rozszerzony

III. Wiązania chemiczne. Oddziaływania międzycząsteczkowe. Zdający:

- 2) [...] pisze wzory elektronowe typowych cząsteczek związków kowalencyjnych [...];
- 4) [...] określa kształt drobin (struktura diagonalna, trygonalna, tetraedryczna, piramidalna, V-kształtna).

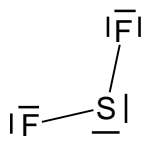
**Zasady oceniania**

1 pkt – poprawne narysowanie wzoru elektronowego cząsteczki.

0 pkt – odpowiedź niespełniająca powyższego kryterium albo brak odpowiedzi.

**Rozwiązanie**

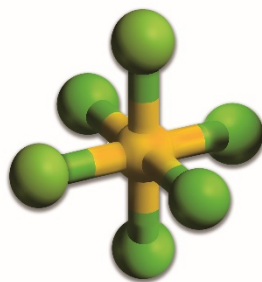
Wzór elektronowy:



Kształt cząsteczki: **kąтова** ALBO **V-kształtna**

**Zadanie 6.2. (0–1)**

Poniżej zamieszczono model ilustrujący kształt cząsteczki SF<sub>6</sub>.



Wykaż na podstawie teorii VSEPR (odpychanie par elektronowych powłoki walencyjnej), że przedstawiony model jest poprawną ilustracją kształtu cząsteczki SF<sub>6</sub>.

.....

.....

.....

**Wymaganie ogólne**

I. Pozyskiwanie, przetwarzanie i tworzenie informacji. Zdający:

- 1) [...] przetwarza informacje z różnorodnych źródeł [...].

**Wymaganie szczegółowe**

Zakres rozszerzony

III. Wiązania chemiczne. Oddziaływania międzycząsteczkowe. Zdający:

- 4) [...] przewiduje budowę przestrzenną drobin metodą VSEPR [...].

**Zasady oceniania**

1 pkt – poprawne określenie kształtu cząsteczki metodą VSEPR.

0 pkt – odpowiedź niespełniająca powyższego kryterium albo brak odpowiedzi.

**Rozwiązanie**

Liczba elektronów walencyjnych w cząsteczce SF<sub>6</sub>:  $L_{ew} = 48$

Liczba atomów wodoru:  $L_H = 0$

Liczba atomów fluoru:  $L_F = 6$

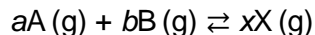
Liczba wolnych par elektronowych:  $L_w = \frac{48 - 6 \cdot 8}{2} = 0$ ,

więc liczba przestrzenna  $L_p = 0 + 6 = 6$

## CHEMIA FIZYCZNA

## Zadanie 7. (0–2)

Zbadano wpływ zmian temperatury (doświadczenie I) i zmian ciśnienia (doświadczenie II) w układzie na wydajność otrzymywania produktu X w reakcji opisanej schematem:



Wyniki pomiarów zamieszczono w poniższych tabelach. Zawartość produktu X w mieszaninie równowagowej wyrażono w procentach objętościowych.

## Doświadczenie I

Ciśnienie, MPa	Temperatura, °C	Zawartość produktu X w mieszaninie równowagowej
20	300	63%
	500	18%
	700	4%

## Doświadczenie II

Temperatura, °C	Ciśnienie, MPa	Zawartość produktu X w mieszaninie równowagowej
400	0,1	0,4%
	10	26%
	60	66%

Na podstawie: K-H. Lautenschläger i in. *Nowoczesne kompendium chemii*, Warszawa 2007.

**Na podstawie przedstawionych wyników pomiarów wybierz spośród wymienionych poniżej proces, który zachodził w badanym układzie. Napisz numer wybranego procesu. Odpowiedź uzasadnij.**

Numer procesu	Równanie reakcji	$\Delta H^{\circ}$ , kJ
1	$N_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2NO(g)$	182,6
2	$2F_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2F_2O(g)$	49,0
3	$N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$	- 91,8
4	$Cl_2(g) + H_2(g) \rightleftharpoons 2HCl(g)$	- 184,6

Na podstawie: W. Mizerski, *Tablice chemiczne*, Warszawa 2004.

Numer procesu: .....

Uzasadnienie: .....

.....

.....

.....

## Wymaganie ogólne

- II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający:
- 5) wykorzystuje wiedzę i dostępne informacje do rozwiązywania problemów chemicznych [...].

## Wymaganie szczegółowe

Zakres rozszerzony

- IV. Kinetyka i statyka chemiczna. Energetyka reakcji chemicznych. Zdający:
- 9) [...] stosuje regułę Le Chateliera – Brauna (regułę przekory) do jakościowego określenia wpływu zmian temperatury [...] i ciśnienia na układ pozostający w stanie równowagi dynamicznej.

## Zasady oceniania

- 2 pkt – poprawne wskazanie numeru procesu i poprawne uzasadnienie uwzględniające wpływ temperatury i wpływ ciśnienia na stan równowagi reakcji.
- 1 pkt – poprawne wskazanie numeru procesu i poprawne uzasadnienie uwzględniające tylko wpływ temperatury albo tylko wpływ ciśnienia na stan równowagi reakcji.
- 0 pkt – odpowiedź niespełniająca powyższych kryteriów (np. tylko wskazanie numeru procesu) albo brak odpowiedzi.

## Rozwiązanie

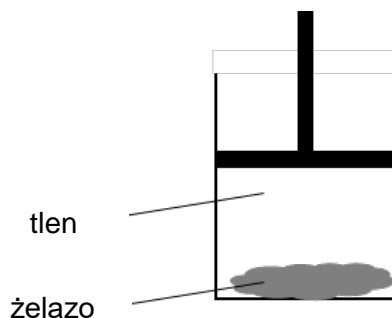
Numer procesu: 3

Uzasadnienie:

Proces, który zachodził w badanym układzie, musiał być egzoenergetyczny, ponieważ wzrost temperatury skutkował zmniejszeniem wydajności otrzymywania produktu X. Jednocześnie w tej reakcji objętość gazowych substratów musiała być większa niż objętość gazowego produktu, gdyż wzrost ciśnienia był przyczyną wzrostu wydajności otrzymywania produktu X. Takie dwa warunki spełnia jedynie proces syntezy amoniaku, zilustrowany równaniem 3.

## Zadanie 8. (0–1)

Przeprowadzono doświadczenie, którego celem była obserwacja zmian energii wewnętrznej badanego układu w wyniku przemiany chemicznej. W procesie przeprowadzonym w warunkach izotermiczno-izobarycznych wprowadzono do cylindra gazowy tlen oraz sproszkowane żelazo i zamknięto ten cylinder ruchomym tłokiem. Schemat doświadczenia przedstawiono na poniższym rysunku.



W warunkach doświadczenia reakcja zachodziła z niewielką szybkością. Ścianki cylindra umożliwiały wymianę ciepła z otoczeniem.

**Uzupełnij poniższe zdania. Wybierz i zaznacz jedną odpowiedź spośród podanych w każdym nawiasie.**

W wyniku przebiegu opisanego procesu tlen się zużywa, a tłok przesuwa się (w dół / w górę), wykonując pracę nad układem. Przemianie żelaza w tlenek żelaza(III) towarzyszyło odprowadzenie ciepła do otoczenia, co oznacza, że ta reakcja jest procesem (endoenergetycznym / egzoenergetycznym).

### Wymagania ogólne

- I. Pozyskiwanie, przetwarzanie i tworzenie informacji. Zdający:
  - 1) [...] przetwarza informacje z różnorodnych źródeł [...].
- II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający:
  - 5) wykorzystuje wiedzę i dostępne informacje do rozwiązywania problemów chemicznych [...].

### Wymagania szczegółowe

Zakres rozszerzony

- I. Atomy, cząsteczki i stechiometria chemiczna. Zdający:
  - 6) dokonuje interpretacji [...] ilościowej równania reakcji w ujęciu molowym [...] i objętościowym (dla gazów).
- IV. Kinetyka i statyka chemiczna. Energetyka reakcji chemicznych. Zdający:
  - 5) stosuje pojęcia: egzoenergetyczny, endoenergetyczny [...] do opisu efektów energetycznych przemian.

### Zasady oceniania

1 pkt – poprawne uzupełnienie zdań.

0 pkt – odpowiedź niespełniająca powyższego kryterium albo brak odpowiedzi.

### Rozwiązanie

W wyniku przebiegu opisanego procesu tlen się zużywa, a tłok przesuwa się (**w dół** / w górę), wykonując pracę nad układem. Przemianie żelaza w tlenek żelaza(III) towarzyszyło odprowadzenie ciepła do otoczenia, co oznacza, że ta reakcja jest procesem (endoenergetycznym / **egzoenergetycznym**).

### Zadanie 9. (0–2)

Reakcja rozkładu azotanu(V) ołowiu(II) jest procesem endoenergetycznym i przebiega zgodnie z równaniem:



Wartości standardowych entalpii tworzenia związków biorących udział w opisanej reakcji podano w poniższej tabeli.

	Pb(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	PbO	NO <sub>2</sub>
standardowa entalpia tworzenia $\Delta H^\circ$ , kJ · mol <sup>-1</sup>	-449,2	-218,6	34,2

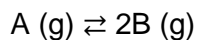
Na podstawie: W. Mizerski, *Tablice chemiczne*, Warszawa 2013.



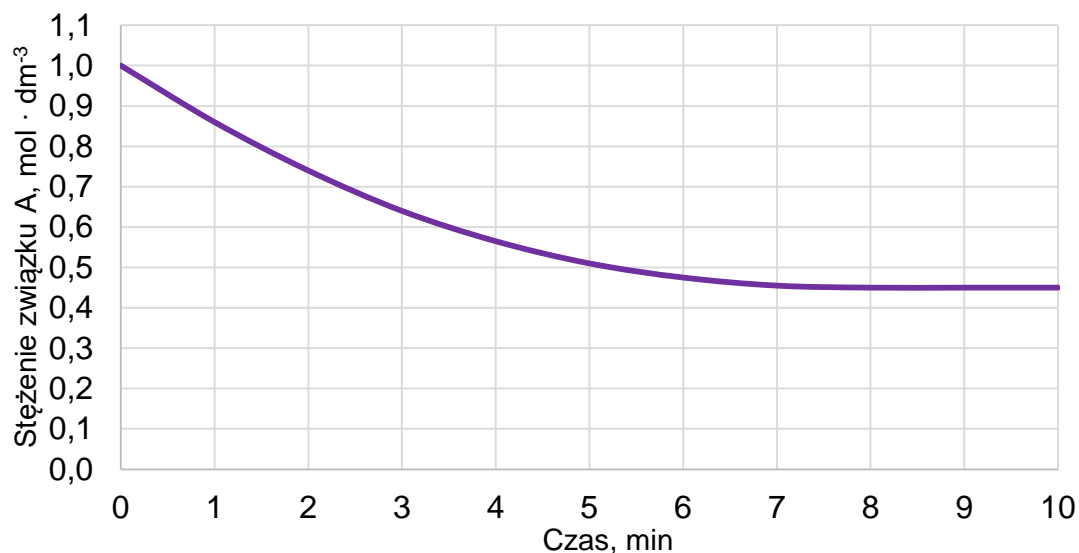


**Zadanie 10. (0–1)**

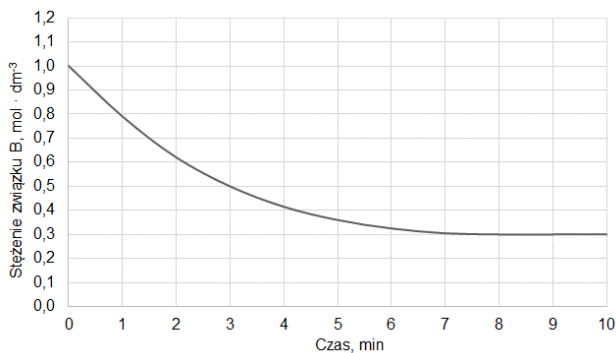
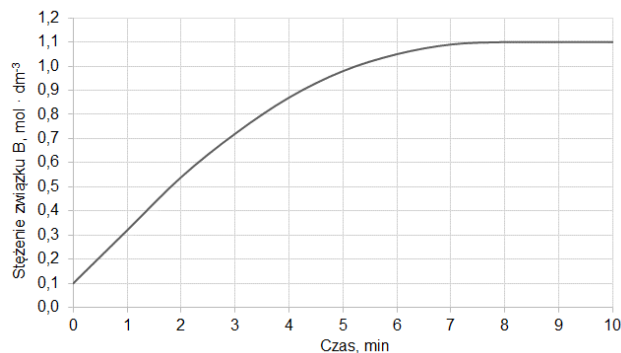
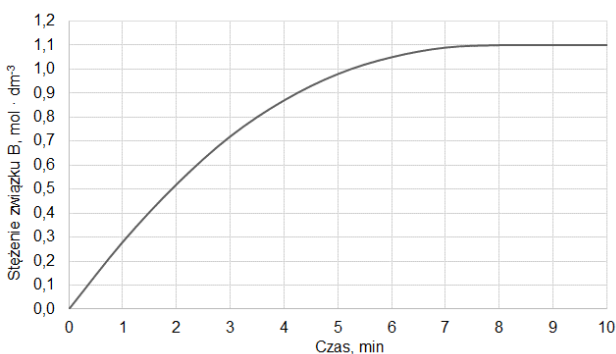
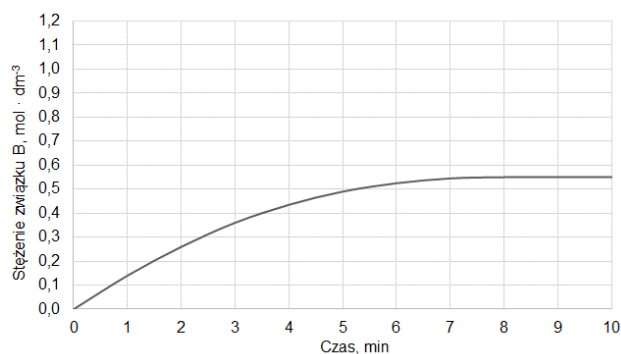
Do reaktora o stałej pojemności, z którego usunięto powietrze, wprowadzono próbkę gazowego związku A i zainicjowano reakcję. W zamkniętym reaktorze ustaliła się równowaga opisana równaniem:



Mierzono stężenie związku A w czasie trwania reakcji. Tę zależność przedstawiono na poniższym wykresie:



Z poniższych wykresów wybierz ten, który jest ilustracją zależności stężenia związku B od czasu trwania reakcji. Zaznacz wykres A, B, C albo D i uzasadnij swój wybór.

**A.****B.****C.****D.**

Uzasadnienie: .....

.....

.....

.....

### Wymagania ogólne

- I. Pozyskiwanie, przetwarzanie i tworzenie informacji. Zdający:
  - 1) [...] przetwarza informacje z różnorodnych źródeł [...];
  - 3) konstruuje wykresy [...] na podstawie dostępnych informacji.
- II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający:
  - 1) [...] wyjaśnia przebieg procesów chemicznych;
  - 5) wykorzystuje wiedzę i dostępne informacje do rozwiązywania problemów chemicznych [...].

### Wymagania szczegółowe

Zakres rozszerzony

- I. Atomy, cząsteczki i stechiometria chemiczna. Zdający:
  - 6) dokonuje interpretacji jakościowej i ilościowej równania reakcji w ujęciu molowym, masowym i objętościowym (dla gazów).
- IV. Kinetyka i statyka chemiczna. Energetyka reakcji chemicznych. Zdający:
  - 4) szkicuje [...] wykres zmian stężeń reagentów [...] w czasie [...];
  - 7) wykazuje się znajomością i rozumieniem pojęć: stan równowagi dynamicznej [...].

### Zasady oceniania

- 1 pkt – poprawne wskazanie wykresu i poprawne uzasadnienie wyboru.  
0 pkt – odpowiedź niespełniająca powyższego kryterium albo brak odpowiedzi.

### Rozwiązanie

Wykres C

Uzasadnienie, np.:

Wykres musi zaczynać się w punkcie (0, 0), a w stanie równowagi stężenie produktu musi mieć wartość 1,1 – czyli 2 razy większą niż ubytek stężenia substratu.

*Uwaga: Zdający otrzymuje punkt za każde poprawne uzasadnienie odwołujące się do kształtu wybranego wykresu lub każde poprawne obliczenie.*

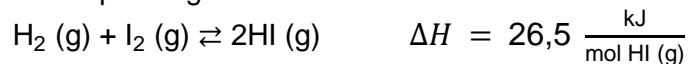
### Informacja do zadań 11.–13.

Skład mieszaniny można wyrazić za pomocą ułamków molowych. Ułamek molowy składnika A,  $x_n(A)$ , to iloraz liczby moli tego składnika,  $n_A$ , i sumy liczb moli wszystkich składników mieszaniny. Np. dla mieszaniny trójskładnikowej A, B, C:

$$x_n(A) = \frac{n_A}{n_A + n_B + n_C}$$

W pewnych warunkach ciśnienia i temperatury sporządzono mieszaninę dwóch gazowych substancji: wodoru i jodu, w zamkniętym reaktorze o objętości  $V = 20,0 \text{ dm}^3$ .

Po zainicjowaniu procesu opisanego równaniem:



uzyskano w stanie równowagi mieszaninę o składzie:  $m(\text{I}_2) = 381 \text{ g}$ ,  $n(\text{HI}) = 1,50 \text{ mol}$  oraz pewną ilość wodoru. Sumaryczna liczba moli wszystkich składników uzyskanej mieszaniny równowagowej wynosiła 6,00 moli.

### Zadanie 11. (0–2)

**Oblicz wartość stężeniowej stałej równowagi reakcji syntezy jodowodoru w warunkach temperatury i ciśnienia, w których wykonano pomiar, oraz oblicz skład początkowej mieszaniny substratów reakcji w ułamkach molowych.**

Obliczenia:

### Wymagania ogólne

- I. Pozyskiwanie, przetwarzanie i tworzenie informacji. Zdający:
  - 1) [...] przetwarza informacje z różnorodnych źródeł [...].
- II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający:
  - 5) wykorzystuje wiedzę i dostępne informacje do rozwiązywania problemów chemicznych [...];
  - 7) wykonuje obliczenia dotyczące praw chemicznych.

### Wymagania szczegółowe

Zakres rozszerzony

- IV. Kinetyka i statyka chemiczna. Energetyka reakcji chemicznych. Zdający:
  - 7) wykazuje się znajomością i rozumieniem pojęć: stan równowagi dynamicznej i stała równowagi; pisze wyrażenie na stałą równowagi danej reakcji;
  - 8) oblicza wartość stałej równowagi reakcji odwracalnej; oblicza stężenia równowagowe [...].

**Zasady oceniania**

2 pkt – zastosowanie poprawnej metody, poprawne wykonanie obliczeń oraz podanie wartości stałej równowagi oraz zastosowanie poprawnej metody, poprawne wykonanie obliczeń oraz podanie składu mieszaniny substratów reakcji wyrażonego w ułamkach molowych.

1 pkt – zastosowanie poprawnej metody, ale

– popełnienie błędów rachunkowych prowadzących do błędnego wyniku liczbowego wartości stałej równowagi.

LUB

– popełnienie błędów rachunkowych prowadzących do błędnych wyników liczbowych wartości ułamków molowych mieszaniny substratów.

0 pkt – zastosowanie błędnej metody obliczenia stałej równowagi lub składu mieszaniny substratów albo brak rozwiązania.

**Rozwiązanie**

Obliczenie równowagowej liczby moli jodu i wodoru:

$$n_R(I_2) = \frac{381 \text{ g}}{254 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 1,5 \text{ mol}$$

$$n_R(H_2) = 6 - 1,5 - 1,5 = 3,0 \text{ mol}$$

Obliczenie wartości stężeniowej stałej równowagi:

$$K_c = \frac{\frac{n_R(HI)^2}{V^2}}{\frac{n_R(H_2)}{V} \cdot \frac{n_R(I_2)}{V}} = \frac{1,5^2}{3,0 \cdot 1,5} = 0,5$$

Ułożenie bilansu materiałowego i obliczenie początkowych liczb moli substratów:

	H <sub>2</sub>	I <sub>2</sub>	HI
<i>n</i> <sub>0</sub>	<i>a</i>	<i>b</i>	0
Δ <i>n</i>	- <i>x</i>	- <i>x</i>	+2 <i>x</i>
<i>n</i> <sub>R</sub>	3,0	1,5	1,5

$$\begin{cases} 2 \cdot x = 1,5 \\ a - x = 3,0 \\ b - x = 1,5 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = 0,75 \text{ mol} \\ a = 3,75 \text{ mol} \\ b = 2,25 \text{ mol} \end{cases}$$

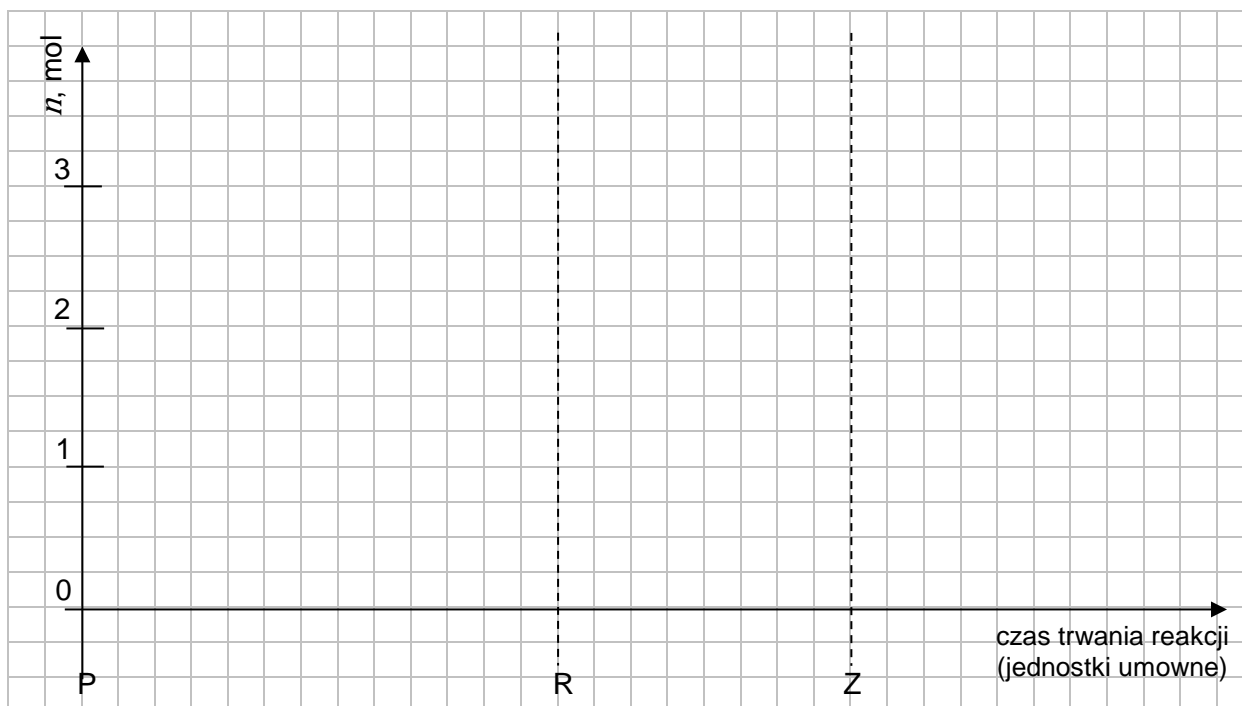
Obliczenie ułamków molowych mieszaniny substratów:

$$x_n(H_2) = \frac{a}{a+b} = \frac{3,75}{3,75+2,25} = \mathbf{0,625}$$

$$x_n(I_2) = \frac{b}{a+b} = \frac{2,25}{3,75+2,25} = \mathbf{0,375} \quad \text{ALBO} \quad x_n(I_2) = 1 - x_n(H_2) = \mathbf{0,375}$$

**Zadanie 12. (0–1)**

Narysuj wykres przedstawiający zmiany liczby moli wszystkich reagentów w czasie trwania reakcji: od momentu rozpoczęcia eksperymentu – P, przez moment, w którym układ osiągnął stan równowagi – R, do momentu zakończenia eksperymentu – Z. W tym celu narysuj trzy krzywe obrazujące zmiany liczb moli reagentów i wprowadź oznaczenia tych krzywych:  $n(\text{H}_2)$ ,  $n(\text{I}_2)$  oraz  $n(\text{HI})$ .

**Wymagania ogólne**

- I. Pozyskiwanie, przetwarzanie i tworzenie informacji. Zdający:
  - 1) [...] przetwarza informacje z różnorodnych źródeł [...];
  - 3) konstruuje wykresy, tabele i schematy na podstawie dostępnych informacji.
- II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający:
  - 5) wykorzystuje wiedzę i dostępne informacje do rozwiązywania problemów chemicznych [...];
  - 7) wykonuje obliczenia dotyczące praw chemicznych.

**Wymaganie szczegółowe**

Zakres rozszerzony

- IV. Kinetyka i statyka chemiczna. Energetyka reakcji chemicznych. Zdający:
  - 7) wykazuje się znajomością i rozumieniem pojęć: stan równowagi dynamicznej [...].

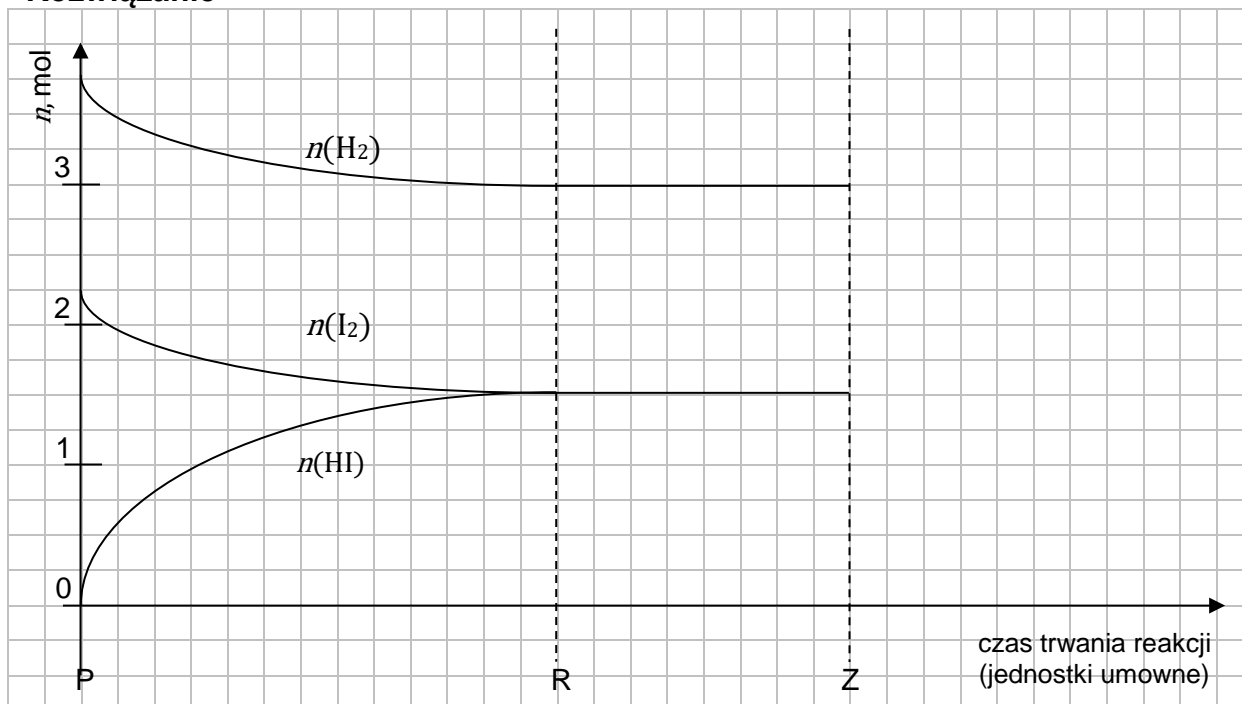
**Zasady oceniania**

- 1 pkt – poprawne narysowanie wykresu i opisanie trzech krzywych ilustrujących zmiany liczb moli reagentów w czasie.
- 0 pkt – odpowiedź niespełniająca powyższego kryterium albo brak odpowiedzi.

Uwaga:

Krzywe dla wodoru i jodu powinny mieć kształt krzywych wypukłych, malejących w przedziale od P do R, a krzywa dla jodowodoru powinna mieć kształt krzywej wklęsłej, rosnącej w przedziale od P do R. W przedziale od R do Z krzywe mają być równoległe do osi OX. Za przedłużenie wykresów poza przedział od P do Z zdający nie traci punktu, o ile poprawnie zostały opisane krzywe i dla czasów większych od Z krzywe nadal są równoległe do osi OX.

### Rozwiązanie



### Zadanie 13. (0–1)

Oceń prawdziwość poniższych zdań. Zaznacz P, jeśli zdanie jest prawdziwe, albo F – jeśli jest fałszywe.

1.	Wraz ze wzrostem temperatury, w warunkach izobarycznych, wartość stałej równowagi reakcji syntezy jodowodoru będzie malała.	P	F
2.	Wraz ze wzrostem temperatury, w warunkach izobarycznych, wartość ułamka molowego jodowodoru w mieszaninie równowagowej będzie wzrastała.	P	F
3.	Szybkość reakcji $\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{HI}(\text{g})$ na początku eksperymentu jest większa od szybkości reakcji $2\text{HI}(\text{g}) \rightarrow \text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g})$ mierzonej w tym samym momencie.	P	F

## Wymagania ogólne

- I. Pozyskiwanie, przetwarzanie i tworzenie informacji. Zdający:
  - 1) [...] przetwarza informacje z różnorodnych źródeł [...];
  - 2) ocenia wiarygodność uzyskanych danych.
- II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający:
  - 1) [...] wyjaśnia przebieg procesów chemicznych;
  - 5) wykorzystuje wiedzę i dostępne informacje do rozwiązywania problemów chemicznych [...];
  - 6) stosuje poprawną terminologię.

## Wymagania szczegółowe

Zakres rozszerzony

- IV. Kinetyka i statyka chemiczna. Energetyka reakcji chemicznych. Zdający:
  - 1) definiuje [...] szybkość reakcji (jako zmianę stężenia reagenta w czasie);
  - 5) stosuje pojęcia: egzoenergetyczny, endoenergetyczny [...];
  - 7) wykazuje się znajomością i rozumieniem pojęć: stan równowagi dynamicznej i stała równowagi;
  - 11) [...] interpretuje zapis  $\Delta H < 0$  i  $\Delta H > 0$ ; określa efekt energetyczny reakcji chemicznej na podstawie wartości entalpii.

## Zasady oceniania

1 pkt – poprawne wskazanie trzech odpowiedzi.

0 pkt – odpowiedź niespełniająca powyższego kryterium albo brak odpowiedzi.

## Rozwiązanie

1 – F, 2 – P, 3 – P

### Zadanie 14. (0–3)

Termograwimetria to technika badania związków chemicznych pozwalająca m.in. na rejestrację zmian masy próbki w trakcie jej rozkładu termicznego. Wynikiem takiego badania jest krzywa zwana termogramem, ilustrująca zmianę masy próbki w funkcji wzrastającej ze stałą szybkością temperatury.

Próbkę zawierającą  $3 \cdot 10^{-4}$  mola uwodnionego węglanu kobaltu(II),  $\text{CoCO}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ , ogrzewano w atmosferze argonu. Rejestrowano zmiany masy próbki wraz z rosnącą temperaturą w przedziale od  $0\text{ }^\circ\text{C}$  do  $550\text{ }^\circ\text{C}$ . Badanie prowadzono do chwili, w której masa próbki nie ulegała już dalszym zmianom. Stwierdzono, że rozkład termiczny zachodzi w dwóch etapach. Analiza gazowych produktów rozkładu powstających w trakcie eksperymentu w obu etapach wykazała, że w każdym z nich wydziela się tylko jeden rodzaj gazu, w każdym z etapów – inny. Uzyskany termogram przedstawiono na schemacie.





## Wymagania szczegółowe

### Zakres rozszerzony

- I. Atomy, cząsteczki i stechiometria chemiczna. Zdający:
- 6) dokonuje interpretacji jakościowej i ilościowej równania reakcji w ujęciu molowym, masowym i objętościowym (dla gazów);
  - 7) wykonuje obliczenia, [...], dotyczące: liczby moli oraz mas substratów i produktów (stechiometria wzorów i równań chemicznych) [...].
- XI. Zastosowania wybranych związków nieorganicznych. Zdający:
- 5) pisze wzory hydratów i soli bezwodnych [...]; przewiduje zachowanie się hydratów podczas ogrzewania i weryfikuje swoje przewidywania doświadczalnie; [...] pisze odpowiednie równanie reakcji.

### Zasady oceniania

3 pkt – zastosowanie poprawnej metody, poprawne wykonanie obliczeń oraz podanie dwóch równań reakcji rozkładu.

2 pkt – zastosowanie poprawnej metody i poprawne wykonanie obliczeń oraz błędne napisanie równań reakcji lub brak równań reakcji rozkładu.

#### ALBO

– zastosowanie poprawnej metody, ale popełnienie błędów rachunkowych, które umożliwiają podanie równań reakcji, przy czym w pierwszym etapie równanie przedstawia proces odwodnienia hydratu, a w drugim – rozkład węglanu.

1 pkt – zastosowanie poprawnej metody, ale popełnienie błędów rachunkowych oraz błędne napisanie równań reakcji lub brak równań reakcji rozkładu.

0 pkt – zastosowanie błędnej metody albo brak rozwiązania.

### Rozwiązanie

Obliczenie masy molowej hydratu,  $\text{CoCO}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ :

$$3 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \quad \text{—————} \quad 68,1 \cdot 10^{-3} \text{ g}$$

$$\underline{1 \text{ mol} \quad \text{—————} \quad M}$$

$$M = 227 \text{ g}$$

$M(\text{CoCO}_3) = 119 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ , zatem:  $x = 6$ .

$$6 \cdot 3 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \quad \text{—————} \quad x$$

$$\underline{1 \text{ mol} \quad \text{—————} \quad 18 \cdot 10^3 \text{ mg H}_2\text{O}}$$

$$x = 32,4 \text{ mg H}_2\text{O} \text{ – co odpowiada } \Delta m_1$$

$$3 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \quad \text{—————} \quad y$$

$$\underline{1 \text{ mol} \quad \text{—————} \quad 44 \cdot 10^3 \text{ mg CO}_2}$$

$$y = 13,2 \text{ mg CO}_2 \text{ – co odpowiada } \Delta m_1$$

Równanie reakcji rozkładu w I etapie:  $\text{CoCO}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CoCO}_3 + 6\text{H}_2\text{O}$

Równanie reakcji rozkładu w II etapie:  $\text{CoCO}_3 \rightarrow \text{CoO} + \text{CO}_2$

## CHEMIA NIEORGANICZNA

## Zadanie 15.

Przeprowadzono doświadczenie, w którym na podstawie zachodzącej reakcji chemicznej można stwierdzić, że wolny chlor jest silniejszym utleniaczem niż wolny brom.

## Zadanie 15.1. (0–1)

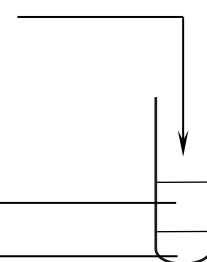
Uzupełnij schemat przeprowadzonego doświadczenia – zaznacz po jednym wzorze odczynnika w zestawach I i II.

Schemat doświadczenia:

Zestaw II:  $\text{Br}_2(\text{aq})$  /  $\text{Cl}_2(\text{aq})$  /  $\text{KBr}(\text{aq})$  /  $\text{KCl}(\text{aq})$

Zestaw I:  $\text{KBr}(\text{aq})$  /  $\text{KCl}(\text{aq})$

$\text{CHCl}_3$



## Wymagania ogólne

- II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający:
- 1) opisuje właściwości substancji i wyjaśnia przebieg procesów chemicznych;
  - 5) wykorzystuje wiedzę i dostępne informacje do rozwiązywania problemów chemicznych [...].
- III. Opanowanie czynności praktycznych. Zdający:
- 2) projektuje [...] doświadczenia chemiczne [...].

## Wymaganie szczegółowe

Zakres rozszerzony

X. Metale, niemetale i ich związki. Zdający:

- 12) projektuje [...] doświadczenie, którego przebieg wykaże, że np. brom jest pierwiastkiem [...] mniej aktywnym niż chlor; pisze odpowiednie równania reakcji.

## Zasady oceniania

1 pkt – uzupełnienie schematu doświadczenia – poprawny wybór i zaznaczenie wzorów odczynników.

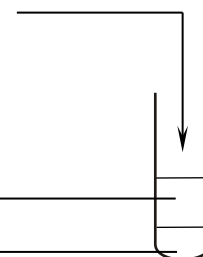
0 pkt – odpowiedź niespełniająca powyższego kryterium albo brak odpowiedzi.

## Rozwiązanie

Zestaw II:  $\text{Br}_2(\text{aq})$  /  $\text{Cl}_2(\text{aq})$  /  $\text{KBr}(\text{aq})$  /  $\text{KCl}(\text{aq})$

Zestaw I:  $\text{KBr}(\text{aq})$  /  $\text{KCl}(\text{aq})$

$\text{CHCl}_3$



**Zadanie 15.2. (0–1)**

Do probówki zawierającej kilka  $\text{cm}^3$  bezbarwnego rozpuszczalnika  $\text{CHCl}_3$  wiano podobną objętość odczynnika, który został wybrany z zestawu I, a następnie zawartość probówki energicznie wstrząsano. Zaobserwowano rozdzielenie się cieczy na dwie warstwy (etap 1.). Następnie do probówki dodano odczynnik wybrany z zestawu II, ponownie wstrząsano zawartość probówki i zaobserwowano rozdzielenie się cieczy na dwie warstwy (etap 2.).

**Zaznacz numer zdjęcia, na którym zilustrowany jest wynik po etapie 1., oraz numer zdjęcia przedstawiającego wynik po etapie 2. doświadczenia.**

Po etapie 1.:



zdjęcie 1.



zdjęcie 2.



zdjęcie 3.

Po etapie 2.:



zdjęcie 4.



zdjęcie 5.



zdjęcie 6.

**Wymagania ogólne**

- II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający:
- 1) opisuje właściwości substancji i wyjaśnia przebieg procesów chemicznych;
  - 5) wykorzystuje wiedzę i dostępne informacje do rozwiązywania problemów chemicznych [...].
- III. Opanowanie czynności praktycznych. Zdający:
- 2) projektuje [...] doświadczenia chemiczne, rejestruje ich wyniki w różnej formie, formułuje obserwacje [...].

**Wymaganie szczegółowe**

Zakres rozszerzony

- X. Metale, niemetale i ich związki. Zdający:
- 12) projektuje [...] doświadczenie, którego przebieg wykaże, że np. brom jest pierwiastkiem [...] mniej aktywnym niż chlor [...].

### Zasady oceniania

1 pkt – poprawny wybór i zaznaczenie obu zdjęć.

0 pkt – odpowiedź niespełniająca powyższego kryterium albo brak odpowiedzi.

### Rozwiązanie

Po etapie 1.:

zdjęcie 2.

Po etapie 2.:

zdjęcie 6.

### Zadanie 15.3. (0–1)

Napisz w formie jonowej skróconej równanie reakcji zachodzącej podczas przeprowadzonego doświadczenia.

### Wymagania ogólne

II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający:

1) opisuje właściwości substancji i wyjaśnia przebieg procesów chemicznych;

5) wykorzystuje wiedzę i dostępne informacje do rozwiązywania problemów chemicznych [...].

III. Opanowanie czynności praktycznych. Zdający:

2) projektuje [...] doświadczenia chemiczne, rejestruje ich wyniki w różnej formie, formułuje [...] wnioski [...].

### Wymaganie szczegółowe

Zakres rozszerzony

X. Metale, niemetale i ich związki. Zdający:

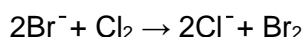
12) projektuje [...] doświadczenie, którego przebieg wykaże, że np. brom jest pierwiastkiem [...] mniej aktywnym niż chlor; pisze odpowiednie równania reakcji.

### Zasady oceniania

1 pkt – poprawne napisanie w formie jonowej skróconej równania reakcji.

0 pkt – odpowiedź niespełniająca powyższego kryterium albo brak odpowiedzi.

### Rozwiązanie







## Wymagania ogólne

- II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający:
- 5) wykorzystuje wiedzę i dostępne informacje do rozwiązywania problemów chemicznych [...];
  - 7) wykonuje obliczenia dotyczące praw chemicznych.

## Wymagania szczegółowe

Zakres rozszerzony

- IV. Kinetyka i statyka chemiczna. Energetyka reakcji chemicznych. Zdający:
- 7) wykazuje się znajomością i rozumieniem pojęć: stan równowagi dynamicznej i stała równowagi; pisze wyrażenie na stałą równowagi danej reakcji;
  - 8) oblicza wartość stałej równowagi reakcji odwracalnej; oblicza stężenia równowagowe [...].

## Zasady oceniania

2 pkt – zastosowanie poprawnej metody i poprawne obliczenie stężenia jonów jodkowych w płynie Lugola.

1 pkt – zastosowanie poprawnej metody, ale popełnienie błędu rachunkowego.

0 pkt – zastosowanie błędnej metody albo brak rozwiązania.

## Rozwiązanie

$$\text{Objętość roztworu: } V_r = \frac{m_r}{d_r} = \frac{100}{1,05} \text{ cm}^3 = 9,5 \cdot 10^{-2} \text{ dm}^3$$

$$\text{Masa molowa jodu } M_{I_2} = 254 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \quad \text{Masa molowa KI: } M_{KI} = 166 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$\text{Liczba moli jodu: } n_{I_2} = \frac{1}{254} \text{ mol} = 3,9 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$\text{Stężenie jodu: } c_{I_2} = \frac{n_{I_2}}{V} = \frac{3,9 \cdot 10^{-3}}{9,5 \cdot 10^{-2}} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} = 0,0415 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

$$\text{Liczba moli jonów jodkowych: } n_{I^-} = \frac{2}{166} \text{ mol} = 1,2 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

$$\text{Stężenie jonów jodkowych: } c_{I^-} = \frac{n_{I^-}}{V} = \frac{1,2 \cdot 10^{-2}}{9,5 \cdot 10^{-2}} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} = 0,127 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

Stężenia początkowe:	0,0415	0,127	0
	$I_2$	+	$I^-$
			$\rightleftharpoons$
	$I_3^-$		
Stężenia równowagowe:	$(0,0415 - x)$	$(0,127 - x)$	$x$

$$\text{Stała równowagi: } K = \frac{[I_3^-]}{[I_2] \cdot [I^-]} = \frac{x}{(0,0415 - x) \cdot (0,127 - x)} = 700$$

$$x = 700 \cdot 0,0415 \cdot 0,127 - 700 \cdot (0,0415 + 0,127) x + 700 x^2$$

$$700x^2 - 118,95x + 3,6894 = 0 \quad \Delta \approx 3819 \quad \sqrt{\Delta} = 61,8$$

$$x_1 = 0,129 - \text{za duża wartość}$$

$$x_2 = 0,0408 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

$$\text{równowagowe } c_{I^-} = (0,127 - 0,0408) \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} = \mathbf{0,0862 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}}$$



**Zadanie 18. (0–1)**

Jon trijodkowy  $I_3^-$  ma budowę liniową.

**Narysuj wzór elektronowy jonu trijodkowego. Zaznacz kreskami wszystkie wspólne i wolne pary elektronowe atomów.**

**Wymaganie ogólne**

I. Pozyskiwanie, przetwarzanie i tworzenie informacji. Zdający:

- 1) [...] przetwarza informacje z różnorodnych źródeł [...].

**Wymagania szczegółowe**

Zakres rozszerzony

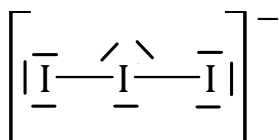
III. Wiązania chemiczne. Oddziaływania międzycząsteczkowe. Zdający:

- 1) określa rodzaj wiązania ([...] kowalencyjne (atomowe) niespolaryzowane, [...]) na podstawie elektroujemności oraz liczby elektronów walencyjnych atomów łączących się pierwiastków;
- 2) [...] pisze wzory elektronowe typowych cząsteczek związków kowalencyjnych i jonów złożonych [...].

**Zasady oceniania**

1 pkt – narysowanie poprawnego wzoru.

0 pkt – odpowiedź niespełniająca powyższego kryterium albo brak odpowiedzi.

**Rozwiązanie****Zadanie 19.**

W roztworze wodnym o odczynie zasadowym cząsteczki jodu ulegają reakcji dysproporcjonowania, w wyniku czego tworzą się jony jodkowe i jony jodanowe(I). Jodany(I) są tak nietrwałe, że łatwo ulegają kolejnej przemianie, której produktami są jodki i jodany(V).

**Napisz w formie jonowej sumaryczne równanie reakcji zachodzącej po wprowadzeniu jodu do wodnego roztworu wodorotlenku sodu.**

**Wymaganie ogólne**

I. Pozyskiwanie, przetwarzanie i tworzenie informacji. Zdający:

- 1) [...] przetwarza informacje z różnorodnych źródeł [...].

## Wymagania szczegółowe

Zakres rozszerzony

VIII. Reakcje utleniania i redukcji. Zdający:

- 5) [...] dobiera współczynniki stechiometryczne w schematach reakcji utleniania-redukcji (w formie [...] jonowej).

X. Metale, niemetale i ich związki. Zdający:

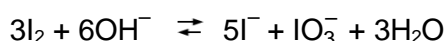
- 10) pisze równania reakcji ilustrujące typowe właściwości chemiczne niemetali [...].

## Zasady oceniania

1 pkt – poprawne napisanie sumarycznego równania reakcji dysproporcjonowania jodu.

0 pkt – odpowiedź niespełniająca powyższego kryterium albo brak odpowiedzi.

## Rozwiązanie



## Zadanie 20. (0–4)

W poniższych tabelach zamieszczone są dane dotyczące wodnych roztworów jodku potasu.

Tabela 1. Zależność rozpuszczalności jodku potasu (KI) od temperatury

Temperatura, °C	Rozpuszczalność, g/100 g wody
0	127
10	136
25	148
40	160
50	169
60	176

Na podstawie: *CRC Handbook of Chemistry and Physics 97<sup>th</sup> Edition*, CRC Press 2017.

Tabela 2. Zależność gęstości roztworów jodku potasu od stężenia ( $t = 20\text{ °C}$ )

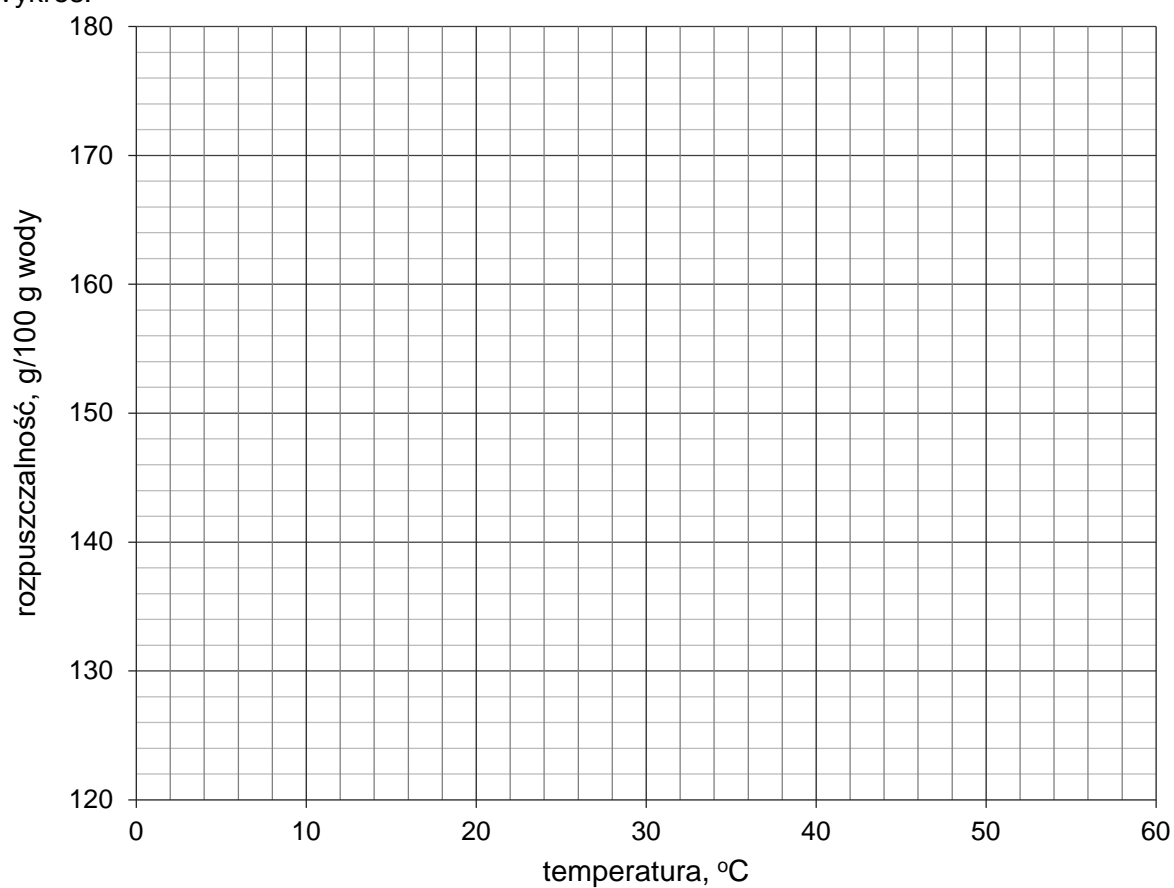
Stężenie, % mas.	Gęstość, g·cm <sup>-3</sup>
12	1,093
14	1,111
16	1,128
18	1,147
20	1,166
22	1,186
24	1,206
26	1,227
28	1,249
30	1,271
32	1,294
34	1,319

Na podstawie: *CRC Handbook of Chemistry and Physics 97<sup>th</sup> Edition*, CRC Press 2017.

Przygotowano 100 g wodnego roztworu jodku potasu w temperaturze  $t = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ , a następnie go rozcieńczono, dodając 195 g wody i utrzymując stałą temperaturę  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

**Na podstawie zamieszczonych informacji narysuj wykres zależności rozpuszczalności jodku potasu od temperatury, a następnie oblicz stężenie molowe roztworu otrzymanego po zmieszaniu 100 g roztworu nasyconego i 195 g wody w temperaturze  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ .**

Wykres:



Obliczenia:

A large empty grid provided for calculations.

## Wymagania ogólne

I. Pozyskiwanie, przetwarzanie i tworzenie informacji. Zdający:

- 1) [...] przetwarza informacje z różnorodnych źródeł [...];
- 3) konstruuje wykresy, tabele i schematy na podstawie dostępnych informacji.

## Wymaganie szczegółowe

Zakres rozszerzony

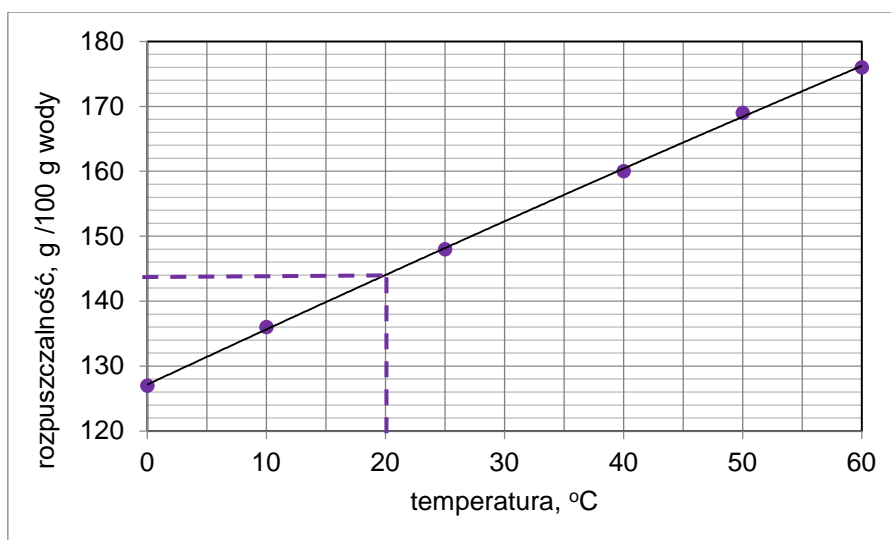
V. Roztwory. Zdający:

- 2) wykonuje obliczenia związane z przygotowaniem, rozcieńczaniem i zatężaniem roztworów z zastosowaniem pojęć: stężenie [...] molowe oraz rozpuszczalność.

## Zasady oceniania

To zadanie jest oceniane z zastosowaniem następujących poziomów rozwiązania:

<p><b>Poziom 2.</b> <b>(3–4 pkt)</b></p>	<p>Rozwiązanie zawierające oba poprawnie – przynajmniej co do metody – wykonane etapy prowadzące do obliczenia stężenia molowego KI:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– poprawne narysowanie wykresu</li> <li>– odczytanie odpowiedniej wartości rozpuszczalności z wykresu</li> <li>– obliczenie stężenia procentowego KI</li> <li>– odczytanie gęstości z tabeli</li> <li>– obliczenie stężenia molowego KI i podanie wyniku z właściwą jednostką.</li> </ul> <p>4 pkt – jeżeli rozwiązanie nie zawiera błędów. 3 pkt – jeżeli rozwiązanie zawiera błędy (arytmetyczne, odczytu danych, wynik jest podany z błędną jednostką lub bez jednostki).</p>
<p><b>Poziom 1.</b> <b>(1–2 pkt)</b></p>	<p>Rozwiązanie zawierające poprawnie – przynajmniej co do metody – wykonany pierwszy etap prowadzący do obliczenia stężenia procentowego KI:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– poprawne narysowanie wykresu</li> <li>– odczytanie odpowiedniej wartości rozpuszczalności z wykresu</li> <li>– obliczenie stężenia procentowego KI.</li> </ul> <p>2 pkt – jeżeli rozwiązanie nie zawiera błędów. 1 pkt – jeżeli rozwiązanie zawiera błędy (arytmetyczne, odczytu danych, wynik jest podany z błędną jednostką lub bez jednostki).</p>
<p><b>Poziom 0.</b> <b>(0 pkt)</b></p>	<p>Rozwiązanie całkowicie błędne albo brak rozwiązania.</p>

**Rozwiązanie****Etap I**

W temperaturze 20 °C rozpuszczalność jodku potasu wynosi 144 ( $\pm 1$ ) g na 100 g wody.

masa substancji  $m_s = 144$  g      masa roztworu nasyconego  $m_r = (144 + 100)$  g = 244 g

w 100 g roztworu nasyconego  $m_s = \frac{144 \cdot 100}{244}$  g = 59 g

masa roztworu rozcieńczonego  $m_r = (195 + 100)$  g = 295 g

Stężenie procentowe  $c_p = \frac{59}{295} \cdot 100\% = \mathbf{20\%}$

**Etap II**

Odczytanie odpowiedniej wartości gęstości roztworu z tabeli i obliczenie stężenia molowego KI.

$d$  (z Tabeli 2.) = 1,166 g·cm<sup>-3</sup>

Liczba moli KI:  $n_{KI} = \frac{59}{166}$  mol = 0,36 mol

Objętość roztworu:  $V = \frac{295}{1,166}$  cm<sup>3</sup> = 253 cm<sup>3</sup> = 0,253 dm<sup>3</sup>

Stężenie molowe KI:  $c_{KI} = \frac{0,36}{0,253}$  mol·dm<sup>-3</sup>  $\approx \mathbf{1,4 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}}$



**Rozwiązanie**

Równanie reakcji:  $A_2O + XO_3 \rightarrow A_2XO_4$

Obliczenie masy molowej pierwiastków A i X:

$$\%O_2 = 100\% - (26,8\% + 40,2\%) = 33\%$$

$$33,0\% \text{ — } 4 \cdot 16 \text{ g}$$

$$26,8\% \text{ — } x$$

$$x = 52 \text{ g} \Rightarrow M_X = 52 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \Rightarrow \text{chrom}$$

$$33,0\% \text{ — } 4 \cdot 16 \text{ g}$$

$$40,2\% \text{ — } a$$

$$a = 78 \text{ g} \Rightarrow M_A = 39 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \Rightarrow \text{potas}$$

Symbol pierwiastka A: **K**

symbol pierwiastka X: **Cr**

**Zadanie 21.2. (0–1)**

Zaznacz numer zdjęcia, na którym przedstawiono związek Z.



1



2



3

**Wymagania ogólne**

I. Pozyskiwanie, przetwarzanie i tworzenie informacji. Zdający:

1) [...] przetwarza informacje z różnorodnych źródeł [...].

II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający:

4) wskazuje na związek między właściwościami substancji a ich budową chemiczną;

5) wykorzystuje wiedzę i dostępne informacje do rozwiązywania problemów chemicznych [...].

**Wymaganie szczegółowe**

Liceum i technikum – zakres rozszerzony

VII. Systematyka związków nieorganicznych. Zdający:

1) na podstawie wzoru sumarycznego, opisu budowy lub właściwości fizykochemicznych klasyfikuje dany związek chemiczny do: tlenków, wodoroków, wodorotlenków, kwasów, soli (w tym wodoro- i hydroksosoli, hydratów).

**Zasady oceniania**

1 pkt – poprawny wybór i podkreślenie numeru zdjęcia.

0 pkt – odpowiedź niespełniająca powyższego kryterium albo brak odpowiedzi.

**Rozwiązanie**

Zdjęcie 1

**Zadanie 22.**

W dwóch kolbach znajdują się dwa różne, ale podobnie wyglądające roztwory wodne:

**Zadanie 22.1. (0–1)**

Spośród wymienionych niżej roztworów wybierz te, które mogą wyglądać tak jak roztwory pokazane na ilustracjach. Zaznacz ich wzory lub nazwy.

Roztwory	
$K_2CrO_4$ (aq)	$CuSO_4$ (aq)
$KMnO_4$ (aq)	$MnSO_4$ (aq)
HCl (aq) z dodatkiem wodnego roztworu oranżu metylowego	KOH (aq) z dodatkiem alkoholowego roztworu fenoloftaleiny

**Wymagania ogólne**

- II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający:
- opisuje właściwości substancji i wyjaśnia przebieg procesów chemicznych;
  - wykorzystuje wiedzę i dostępne informacje do rozwiązywania problemów chemicznych [...].

**Wymagania szczegółowe**

Zakres rozszerzony

- VI. Reakcje w roztworach wodnych. Zdający:
- przewiduje odczyn roztworu po reakcji substancji [...].
- VII. Systematyka związków nieorganicznych. Zdający:
- [...] klasyfikuje dany związek chemiczny do: tlenków, wodoroków, wodorotlenków, kwasów, soli [...].
- VIII. Reakcje utleniania i redukcji. Zdający:
- wskazuje utleniacz, reduktor, proces utleniania i redukcji w podanej reakcji.
- X. Metale, niemetale i ich związki. Zdający:
- przewiduje produkty redukcji jonów manganianowych(VII) w zależności od środowiska [...].

**Zasady oceniania**

1 pkt – poprawne wskazanie dwóch roztworów.

0 pkt – odpowiedź niespełniająca powyższego kryterium albo brak odpowiedzi.

**Rozwiązanie**

Roztwory:

KOH(aq) z dodatkiem alkoholowego roztworu fenoloftaleiny

$KMnO_4$ (aq)



**Zadanie 22.2. (0–1)**

Przeprowadzono dwa niezależne doświadczenia, w których do roztworów z obu naczyń dodano jeden taki sam odczynnik. W każdym z tych doświadczeń nastąpiła wyraźna zmiana barwy tylko jednego roztworu.

**Wybierz dwa odczynniki, z których każdy po dodaniu (w odpowiedniej ilości) do obu badanych roztworów spowoduje wyraźną zmianę barwy tylko jednego z nich. Zaznacz wzory wybranych odczynników.**

Odczynniki	
HBr (aq)	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (aq)
NaOH (aq)	NaNO <sub>2</sub> (aq)
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (aq)	NaNO <sub>3</sub> (aq)

**Wymagania ogólne**

- II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający:
- 1) opisuje właściwości substancji i wyjaśnia przebieg procesów chemicznych;
  - 5) wykorzystuje wiedzę i dostępne informacje do rozwiązywania problemów chemicznych [...].
- III. Opanowanie czynności praktycznych. Zdający:
- 2) projektuje [...] doświadczenia chemiczne, [...] formułuje obserwacje, wnioski oraz wyjaśnienia.

**Wymagania szczegółowe**

Zakres rozszerzony

- VI. Reakcje w roztworach wodnych. Zdający:
- 6) przewiduje odczyn roztworu po reakcji substancji [...].
- VII. Systematyka związków nieorganicznych. Zdający:
- 1) [...] klasyfikuje dany związek chemiczny do: tlenków, wodoroków, wodorotlenków, kwasów, soli [...].
- VIII. Reakcje utleniania i redukcji. Zdający:
- 2) wskazuje utleniacz, reduktor, proces utleniania i redukcji w podanej reakcji.
- X. Metale, niemetale i ich związki. Zdający:
- 7) przewiduje produkty redukcji jonów manganianowych(VII) w zależności od środowiska [...].

**Zasady oceniania**

- 1 pkt – poprawne wskazanie dwóch odczynników służących do rozróżnienia roztworów.  
0 pkt – odpowiedź niespełniająca powyższego kryterium albo brak odpowiedzi.

**Rozwiązanie**

Odczynniki  
H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (aq)  
NaNO<sub>2</sub> (aq)

**Zadanie 22.3. (0–1)**

Napisz w formie jonowej skróconej równania reakcji, których przebieg był przyczyną zmiany barwy roztworu z każdego naczynia.

.....  
 .....

**Wymagania ogólne**

- II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający:
- 1) opisuje właściwości substancji i wyjaśnia przebieg procesów chemicznych;
  - 5) wykorzystuje wiedzę i dostępne informacje do rozwiązywania problemów chemicznych [...].
- III. Opanowanie czynności praktycznych. Zdający:
- 2) projektuje [...] doświadczenia chemiczne, [...] formułuje [...] wnioski oraz wyjaśnienia.

**Wymagania szczegółowe**

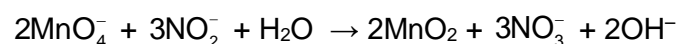
Zakres rozszerzony

- VI. Reakcje w roztworach wodnych. Zdający:
- 9) pisze równania reakcji: zobojętniania [...]
- VII. Systematyka związków nieorganicznych. Zdający:
- 1) [...] klasyfikuje dany związek chemiczny do: tlenków, wodoroków, wodorotlenków, kwasów, soli [...]
- X. Metale, niemetale i ich związki. Zdający:
- 7) przewiduje produkty redukcji jonów manganianowych(VII) w zależności od środowiska [...]; pisze odpowiednie równania reakcji.

**Zasady oceniania**

1 pkt – poprawne napisanie dwóch równań reakcji.

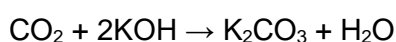
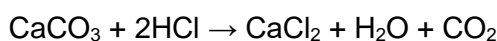
0 pkt – odpowiedź niespełniająca powyższego kryterium albo brak odpowiedzi.

**Rozwiązanie**

*Uwaga: Kolejność zapisu równań reakcji jest dowolna.*

**Zadanie 23. (0–2)**

Uczniowie wykonywali doświadczenie, podczas którego działali kwasem solnym na węglan wapnia, w zestawie umożliwiającym pochłanianie wydzielającego się CO<sub>2</sub> w roztworze KOH. Naczynie z tym roztworem miało być zważone przed doświadczeniem i po jego zakończeniu. Reakcje wydzielania i pochłaniania CO<sub>2</sub> opisują równania:





**Zasady oceniania**

2 pkt – zastosowanie poprawnej metody, poprawne obliczenie stężenia HCl w obu przypadkach, wskazanie ucznia, który poprawnie wykonał doświadczenie, i uzasadnienie.

1 pkt – zastosowanie poprawnej metody, poprawne obliczenie stężenia HCl w obu przypadkach, ale  
– błędne wskazanie albo brak wskazania ucznia, który poprawnie wykonał doświadczenie.

*LUB*

– błędne uzasadnienie albo brak uzasadnienia.

0 pkt – zastosowanie błędnej metody albo brak rozwiązania.

**Rozwiązanie**Uczeń I

Przyrost masy naczynia z KOH jest równy masie wydzielonego CO<sub>2</sub>:  $m_{\text{CO}_2} = 1,1 \text{ g}$

$$n_{\text{CO}_2} = \frac{m_{\text{CO}_2}}{M_{\text{CO}_2}} = \frac{1,1}{44} \text{ mol} = 0,025 \text{ mol}$$

$$n_{\text{HCl}} = 2n_{\text{CO}_2} = 0,05 \text{ mol}$$

$$\text{Stężenie HCl: } c_{\text{HCl}} = \frac{n_{\text{HCl}}}{V_{\text{HCl}}} = \frac{0,05}{0,01} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} = 5 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

Uczeń II

Przyrost masy naczynia z KOH jest równy masie wydzielonego CO<sub>2</sub>:  $m_{\text{CO}_2} = 11 \text{ g}$

$$n_{\text{CO}_2} = \frac{m_{\text{CO}_2}}{M_{\text{CO}_2}} = \frac{11}{44} \text{ mol} = 0,25 \text{ mol}$$

$$n_{\text{HCl}} = 2n_{\text{CO}_2} = 0,50 \text{ mol}$$

$$\text{Stężenie HCl: } c_{\text{HCl}} = \frac{n_{\text{HCl}}}{V_{\text{HCl}}} = \frac{0,50}{0,02} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} = 25 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

Doświadczenie poprawnie wykonał uczeń I.

Uzasadnienie:

Uczeń II popełnił błąd w pomiarach lub zapisie wyniku – wskazuje na to nieprawdopodobnie wysokie stężenie kwasu, obliczone na podstawie jego danych.

(25 moli HCl to ponad 900 g, więc stężenie procentowe takiego roztworu wynosiłoby ok. 90% a maksymalne stężenie kwasu solnego nie przekracza 40%)

**Informacja do zadań 24.–25.**

Azotki to grupa związków chemicznych o zróżnicowanej budowie i właściwościach, w której atomom azotu przypisuje się stopień utlenienia równy –III. Niżej opisano wybrane właściwości dwóch azotków.

- 1) Azotek litu,  $\text{Li}_3\text{N}$ , w temperaturze  $T = 298 \text{ K}$  i pod ciśnieniem  $p = 1000 \text{ hPa}$  jest krystalicznym ciałem stałym, o wysokiej temperaturze topnienia. Po stopieniu azotek litu przewodzi prąd elektryczny. Azotek litu otrzymuje się w reakcji syntezy z pierwiastków. Jest substancją higroskopijną, a w kontakcie z wodą rozkłada się z wydzieleniem amoniaku. Roztwór po reakcji azotku litu z wodą i usunięciu amoniaku z roztworu ma  $\text{pH} > 7$ .  $\text{Li}_3\text{N}$  reaguje też z wodnymi roztworami kwasów.
- 2) Azotek boru,  $\text{BN}$ , to w temperaturze  $T = 298 \text{ K}$  i pod ciśnieniem  $p = 1000 \text{ hPa}$  krystaliczne, bezbarwne ciało stałe, o bardzo wysokiej temperaturze topnienia, występujące w kilku odmianach polimorficznych. Stopiony azotek boru nie przewodzi prądu elektrycznego. Zależnie od rodzaju odmiany polimorficznej wykazuje zróżnicowaną twardość od twardości zbliżonej do twardości grafitu aż do twardości diamentu. Otrzymuje się go wieloma metodami, a jedną z nich jest reakcja mocznika,  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ , z tlenkiem boru,  $\text{B}_2\text{O}_3$ , w temperaturze  $1000 \text{ }^\circ\text{C}$ , przy czym produktami ubocznymi są para wodna i tlenek węgla(IV).

Na podstawie: P. Patnaik, *Handbook of Inorganic Chemicals*, McGraw-Hill, 2002.

**Zadanie 24.1. (0–1)**

**Uzupełnij poniższe zdanie. Wybierz i zaznacz jedną odpowiedź spośród podanych w każdym nawiasie.**

Azotek litu tworzy kryształy (jonowe / kowalencyjne / metaliczne), a azotek boru tworzy kryształy (jonowe / kowalencyjne / metaliczne).

**Wymagania ogólne**

- I. Pozyskiwanie, przetwarzanie i tworzenie informacji. Zdający:
  - 1) [...] przetwarza informacje z różnorodnych źródeł [...].
- II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający:
  - 1) opisuje właściwości substancji i wyjaśnia przebieg procesów chemicznych;
  - 4) wskazuje na związek między właściwościami substancji a ich budową chemiczną;
  - 5) wykorzystuje wiedzę i dostępne informacje do rozwiązywania problemów chemicznych [...].

**Wymagania szczegółowe**

Zakres rozszerzony

- III. Wiązania chemiczne. Oddziaływania międzycząsteczkowe. Zdający:
  - 6) opisuje i przewiduje wpływ rodzaju wiązania (jonowe, kowalencyjne, metaliczne), [...] na właściwości fizyczne substancji nieorganicznych [...];
  - 7) wnioskuje o rodzaju wiązania na podstawie obserwowanych właściwości substancji;
  - 8) porównuje właściwości fizyczne substancji tworzących kryształy jonowe, kowalencyjne, [...].

**Zasady oceniania**

1 pkt – poprawne uzupełnienie zdania.

0 pkt – odpowiedź niespełniająca powyższego kryterium albo brak odpowiedzi.

**Rozwiązanie**

Azotek litu tworzy kryształy (jonowe / kowalencyjne / metaliczne), a azotek boru tworzy kryształy (jonowe / kowalencyjne / metaliczne).

**Zadanie 24.2. (0–1)**

**Napisz równanie syntezy azotku litu z pierwiastków i równanie reakcji otrzymywania azotku boru z mocznika i tlenku boru.**

Równanie syntezy azotku litu: .....

Równanie reakcji otrzymywania azotku boru:  
.....

**Wymagania ogólne**

- I. Pozyskiwanie, przetwarzanie i tworzenie informacji. Zdający:
  - 1) [...] przetwarza informacje z różnorodnych źródeł [...].
- II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający:
  - 1) opisuje właściwości substancji i wyjaśnia przebieg procesów chemicznych;
  - 4) wskazuje na związek między właściwościami substancji a ich budową chemiczną;
  - 5) wykorzystuje wiedzę i dostępne informacje do rozwiązywania problemów chemicznych [...].

**Wymagania szczegółowe**

Zakres rozszerzony

- X. Metale, niemetale i ich związki. Zdający:
  - 5) pisze równania reakcji ilustrujące [...] właściwości chemiczne metali [...];
  - 10) pisze równania reakcji ilustrujące [...] właściwości chemiczne niemetali [...].

**Zasady oceniania**

1 pkt – poprawne napisanie dwóch równań reakcji.

0 pkt – odpowiedź niespełniająca powyższego kryterium albo brak odpowiedzi.

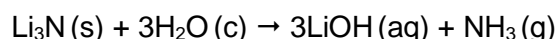
**Rozwiązanie**

Równanie syntezy azotku litu:  $6\text{Li} + \text{N}_2 \rightarrow 2\text{Li}_3\text{N}$

Równanie reakcji otrzymywania azotku boru:  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2 + \text{B}_2\text{O}_3 \rightarrow 2\text{BN} + \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

**Zadanie 25.**

Po wprowadzeniu do wody próbki  $\text{Li}_3\text{N}$  o masie 43,75 mg zaszła reakcja dana równaniem:



Powstały roztwór ogrzewano aż do całkowitego usunięcia wydzielającego się w reakcji gazu. Po wystudzeniu do temperatury 25 °C mieszaninę uzupełniono wodą do końcowej objętości 750 cm<sup>3</sup> i uzyskano bezbarwny, klarowny roztwór o gęstości 1,002 g·cm<sup>-3</sup>, który oznaczono symbolem S. Ustalono, że wartość pH roztworu S wynosi 11,7.



Obliczenie stężenia molowego roztworu LiOH:

$$c = \frac{3,75 \cdot 10^{-3}}{750 \cdot 10^{-3}} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

Obliczenie pH:

$$\text{pOH} = -\log(0,5 \cdot 10^{-2}) = 0,301 + 2 \approx 2,3$$

$$\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 11,7$$

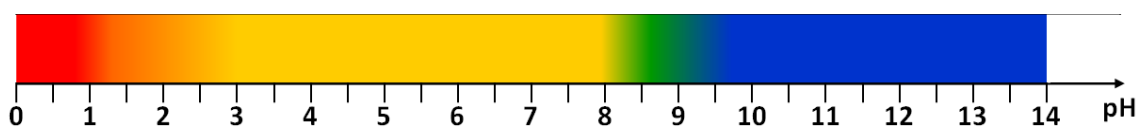
### Zadanie 25.2. (0–1)

Metoda kolorymetryczna to jedna z szybszych doświadczalnych metod oznaczania orientacyjnej wartości pH roztworu. Polega na użyciu kilku wskaźników do wyznaczenia przedziału, w którym zawiera się wartość pH badanego roztworu.

Pobrano trzy jednakowe próbki roztworu S do trzech probówek i wprowadzono do każdej z nich z osobna po kilka kropli roztworów wskaźników I, II i III.

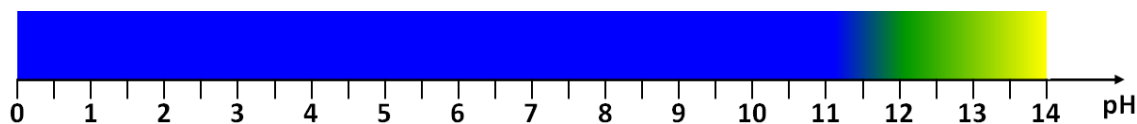
Wskaźnik I

Zakresy zmian barw oznaczone są dla przedziałów wartości pH: (1,2–2,8) i (8,0–9,6).



Wskaźnik II

Zakresy zmian barw oznaczone są dla przedziałów wartości pH: (11,6–14,0).



Wskaźnik III

Zakresy zmian barw oznaczone są dla przedziałów wartości pH: (0,1–2,0) i (11,5–13,2).



**Napisz, w jakim przedziale mieści się wartość pH roztworu S wyznaczona metodą kolorymetryczną.**

Wskaźnik	Przedział wartości pH
I	
II	
III	

Wartość pH badanego roztworu wyznaczona na podstawie barw wybranych wskaźników jest większa niż ..... i mniejsza niż .....



## Wymagania ogólne

- I. Pozyskiwanie, przetwarzanie i tworzenie informacji. Zdający:
  - 1) [...] przetwarza informacje z różnorodnych źródeł [...];
  - 2) ocenia wiarygodność uzyskanych danych.
- II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający:
  - 1) opisuje właściwości substancji i wyjaśnia przebieg procesów chemicznych;
  - 5) wykorzystuje wiedzę i dostępne informacje do rozwiązywania problemów chemicznych [...].

## Wymagania szczegółowe

Zakres rozszerzony

- I. Atomy, cząsteczki i stechiometria chemiczna. Zdający:
  - 7) wykonuje obliczenia, [...] dotyczące: liczby moli oraz mas substratów i produktów (stechiometria wzorów i równań chemicznych), [...], po zmieszaniu substratów w stosunku stechiometrycznym i niestechiometrycznym.
- V. Roztwory. Zdający:
  - 2) interpretuje wartości [...] pH, [...].
- VI. Reakcje w roztworach wodnych. Zdający:
  - 4) wykonuje obliczenia z zastosowaniem pojęć: [...] pH, iloczyn jonowy wody [...].

## Zasady oceniania

1 pkt – poprawne określenie zakresu pH.

0 pkt – odpowiedź niespełniająca powyższego kryterium albo brak odpowiedzi.

## Rozwiązanie

Wskaźnik	Przedział wartości pH
I	9,6 – 14,0
II	11,6 – 14,0
III	11,5 – 13,2

Wartość pH badanego roztworu jest większa niż **11,6** i mniejsza niż **13,2**.

*Uwaga: Wypełnienie tabeli ma charakter pomocniczy i nie jest oceniane.*

## RÓWNOWAGI W ROZTWORACH WODNYCH

## Zadanie 26.

Przygotowano wodne roztwory pięciu substancji chemicznych o podanych niżej wzorach. Wszystkie roztwory miały takie samo stężenie molowe  $0,1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ .



## Zadanie 26.1. (0–1)

Uszereguj związki o podanych wzorach zgodnie ze wzrastającym stężeniem jonów  $\text{OH}^-$  ich wodnych roztworów. Napisz wzory tych związków w odpowiedniej kolejności.

.....  
najniższe stężenie jonów  $[\text{OH}^-]$

.....  
najwyższe stężenie jonów  $[\text{OH}^-]$

## Wymaganie ogólne

- II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający:
- 5) wykorzystuje wiedzę i dostępne informacje do rozwiązywania problemów chemicznych [...].

## Wymaganie szczegółowe

Zakres rozszerzony

VI. Reakcje w roztworach wodnych. Zdający:

- 8) uzasadnia przyczynę kwasowego odczynu wodnych roztworów kwasów, zasadowego odczynu wodnych roztworów niektórych wodorotlenków (zasad) i amoniaku oraz odczynu niektórych wodnych roztworów soli [...].

## Zasady oceniania

1 pkt – poprawne uszeregowanie związków.

0 pkt – odpowiedź niespełniająca powyższego kryterium albo brak odpowiedzi.

## Rozwiązanie



## Zadanie 26.2. (0–1)

Napisz wzory tych związków, których wodne roztwory po dodaniu do nich wodnego roztworu oranżu metylowego zabarwią się na czerwono.

.....

### Wymaganie ogólne

- II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający:
- 5) wykorzystuje wiedzę i dostępne informacje do rozwiązywania problemów chemicznych [...].

### Wymaganie szczegółowe

Zakres rozszerzony

- VI. Reakcje w roztworach wodnych. Zdający:
- 8) uzasadnia przyczynę kwasowego odczynu wodnych roztworów kwasów, zasadowego odczynu wodnych roztworów niektórych wodorotlenków (zasad) i amoniaku oraz odczynu niektórych wodnych roztworów soli [...].

### Zasady oceniania

- 1 pkt – poprawny wybór i napisanie wzorów dwóch związków.  
0 pkt – odpowiedź niepełna lub niepoprawna albo brak odpowiedzi.

### Rozwiązanie

HBr    CH<sub>3</sub>COOH

### Zadanie 27. (0–2)

W praktyce analitycznej stosuje się roztwory zawierające mieszaninę dwóch kwasów lub zasad. Jeżeli roztwór zawiera mieszaninę dwóch słabych kwasów jednoprotonowych, można przyjąć z pewnym przybliżeniem, że stężenie jonów hydroniowych w tym roztworze jest równe:

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \sqrt{K_{\text{aI}} \cdot c_{\text{I}} + K_{\text{aII}} \cdot c_{\text{II}}}$$

gdzie:

$K_{\text{aI}}$  i  $K_{\text{aII}}$  – stałe dysocjacji kwasów

$c_{\text{I}}$  i  $c_{\text{II}}$  – stężenia kwasów w otrzymanej mieszaninie.

Na podstawie: A. Hulanicki, *Reakcje kwasów i zasad w chemii analitycznej*, Warszawa 1992.

W temperaturze  $T$  zmieszano 50,0 cm<sup>3</sup> wodnego roztworu kwasu metanowego (mrówkowego) o stężeniu 0,10 mol · dm<sup>-3</sup> z 50,0 cm<sup>3</sup> wodnego roztworu kwasu etanowego (octowego) o stężeniu 0,10 mol · dm<sup>-3</sup>. W temperaturze  $T$  stała dysocjacji kwasu metanowego jest równa  $1,77 \cdot 10^{-4}$ , a stała dysocjacji kwasu etanowego wynosi  $1,75 \cdot 10^{-5}$ .

Na podstawie: R. Morrison, R. Boyd, *Chemia organiczna*, Warszawa 1985.

**Oblicz pH otrzymanego roztworu. W obliczeniach przyjmij, że objętość powstałego roztworu jest sumą objętości roztworów wyjściowych. Wynik końcowy zaokrąglij do pierwszego miejsca po przecinku.**

Obliczenia:																						

### Wymagania ogólne

- I. Pozyskiwanie, przetwarzanie i tworzenie informacji. Zdający:
  - 1) [...] przetwarza informacje z różnorodnych źródeł [...].
- II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający:
  - 5) wykorzystuje wiedzę i dostępne informacje do rozwiązywania problemów chemicznych [...];
  - 7) wykonuje obliczenia [...].

### Wymaganie szczegółowe

Zakres rozszerzony

VI. Reakcje w roztworach wodnych. Zdający:

- 4) wykonuje obliczenia z zastosowaniem pojęć: stała dysocjacji [...] pH [...].

### Zasady oceniania

2pkt – zastosowanie poprawnej metody, poprawne wykonanie obliczeń oraz podanie wyniku w odpowiednich jednostkach i z odpowiednią dokładnością.

1pkt – zastosowanie poprawnej metody, ale:

– popełnienie błędów rachunkowych prowadzących do błędnego wyniku liczbowego.

**LUB**

– podanie wyniku z błędną jednostką lub niepoprawną dokładnością.

0 pkt – zastosowanie błędnej metody albo brak rozwiązania.

### Rozwiązanie

Po zmieszaniu roztworów objętość mieszaniny kwasów jest równa  $100\text{ cm}^3$ , a stężenia obu kwasów:  $c_{\text{HCOOH}} = c_{\text{CH}_3\text{COOH}} = 0,05\text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$

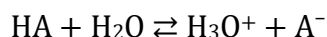
stężenie jonów  $\text{H}_3\text{O}^+$  w mieszaninie kwasów jest równe:

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \sqrt{1,77 \cdot 10^{-4} \cdot 5 \cdot 10^{-2} + 1,75 \cdot 10^{-5} \cdot 5 \cdot 10^{-2}} = 0,00312$$

$$\text{pH} = -\log 0,00312 \approx 2,5$$

**Zadanie 28.**

Roztwory zawierające porównywalne liczby drobin kwasu Brønsteda i sprzężonej z nim zasady nazywane są roztworami buforowymi. Przykładem buforu może być mieszanina roztworu octanu sodu i roztworu kwasu octowego. W takim roztworze ustala się równowaga chemiczna:



opisywana przez stałą dysocjacji kwasu HA.

Ponieważ

$$K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]},$$

to pH buforu octanowego można z pewnym przybliżeniem obliczyć ze wzoru:

$$\text{pH} = -\log K_a + \log \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]}.$$

Wartość pH buforu prawie nie zależy od jego stężenia i nieznacznie się zmienia podczas dodawania niewielkich ilości mocnych kwasów lub mocnych zasad.

**Zadanie 28.1. (0–1)**

Zaznacz wzory dwóch związków chemicznych, których roztwory po zmieszaniu w odpowiednim stosunku pozwolą uzyskać roztwór buforowy.

HCl      NaOH      NH<sub>4</sub>Cl      NaCl

**Wymagania ogólne**

- I. Pozyskiwanie, przetwarzanie i tworzenie informacji. Zdający:
  - 1) [...] przetwarza informacje z różnorodnych źródeł [...].
- II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający:
  - 4) wskazuje na związek między właściwościami substancji a ich budową chemiczną.

**Wymaganie szczegółowe**

Zakres rozszerzony

- VI. Reakcje w roztworach wodnych. Zdający:
  - 7) klasyfikuje substancje jako kwasy lub zasady zgodnie z teorią Brønsteda – Lowry’ego; wskazuje sprzężone pary kwas – zasada.

**Zasady oceniania**

1 pkt – zaznaczenie dwóch poprawnych wzorów.

0 pkt – odpowiedź niespełniająca powyższego kryterium albo brak odpowiedzi.

**Rozwiązanie**

HCl      NaOH      NH<sub>4</sub>Cl      NaCl

**Zadanie 28.2. (0–2)**

Zmieszano  $100 \text{ cm}^3$  roztworu octanu sodu o stężeniu  $0,875 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$  i  $400 \text{ cm}^3$  roztworu kwasu octowego o stężeniu  $0,125 \text{ mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ . Uzyskano  $500 \text{ cm}^3$  roztworu w temperaturze  $298 \text{ K}$ .

**Oblicz pH uzyskanego roztworu buforowego.**

Obliczenia:																			

**Wymagania ogólne**

- I. Pozyskiwanie, przetwarzanie i tworzenie informacji. Zdający:
- 1) [...] przetwarza informacje z różnorodnych źródeł [...].
- II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający:
- 7) wykonuje obliczenia dotyczące praw chemicznych.

**Wymagania szczegółowe**

Zakres rozszerzony

- V. Roztwory. Zdający:
- 2) wykonuje obliczenia związane z przygotowaniem, rozcieńczaniem i zatężaniem roztworów z zastosowaniem pojęć: stężenie procentowe lub molowe oraz rozpuszczalność.
- VI. Reakcje w roztworach wodnych. Zdający:
- 4) wykonuje obliczenia z zastosowaniem pojęć: stała dysocjacji, stopień dysocjacji, pH [...].

**Zasady oceniania**

- 2 pkt – zastosowanie poprawnej metody, poprawne wykonanie obliczeń i podanie wyniku.  
 1 pkt – zastosowanie poprawnej metody, ale popełnienie błędów rachunkowych prowadzących do błędnego wyniku liczbowego.  
 0 pkt – zastosowanie błędnej metody albo brak rozwiązania.

**Rozwiązanie**

Liczba moli octanu sodu:  $0,1 \cdot 0,875 = 0,0875 \text{ mol (CH}_3\text{COO}^-)$

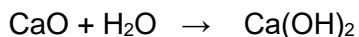
Liczba moli kwasu octowego:  $0,4 \cdot 0,125 = 0,0500 \text{ mol (CH}_3\text{COOH)}$

Stosunek stężeń molowych w roztworze równa się stosunkowi liczby moli, zatem:

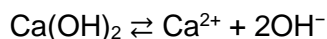
$$\text{pH} = -\log(1,8 \cdot 10^{-5}) + \log \frac{n_{\text{CH}_3\text{COO}^-}}{n_{\text{CH}_3\text{COOH}}} = \mathbf{5}$$

**Zadanie 29. (0–2)**

W kolbie umieszczono 1,0 g tlenku wapnia, dodano 100 cm<sup>3</sup> wody, wymieszano i kolbę zamkniętą korkiem pozostawiono na kilka godzin. Następnie pobrano trochę roztworu i w temperaturze 25 °C zmierzono jego pH. Po pewnym czasie pomiar powtórzono, ale wartość pH nie zmieniła się i wynosiła 12,33. Przyjęto, że cały tlenek wapnia przereagował zgodnie z równaniem:



i ustaliła się równowaga między fazą stałą a roztworem:



**Oblicz wartość iloczynu rozpuszczalności ( $K_s$ ) wodorotlenku wapnia w warunkach doświadczenia.**

Obliczenia:												

**Wymaganie ogólne**

- II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający:  
7) wykonuje obliczenia dotyczące praw chemicznych.

**Wymaganie szczegółowe**

Zakres rozszerzony

- VI. Reakcje w roztworach wodnych. Zdający:

- 4) wykonuje obliczenia z zastosowaniem pojęć: [...] pH [...] iloczyn rozpuszczalności.

**Zasady oceniania**

2 pkt – zastosowanie poprawnej metody, poprawne wykonanie obliczeń i podanie wyniku.

1 pkt – zastosowanie poprawnej metody, ale popełnienie błędów rachunkowych prowadzących do błędnego wyniku liczbowego.

0 pkt – zastosowanie błędnej metody albo brak rozwiązania.

**Rozwiązanie**

$$\text{pOH} = 14 - \text{pH} = 1,67$$

$$[\text{OH}^-] = 10^{-1,67} = 0,0214 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

$$[\text{Ca}^{2+}] = 0,5 [\text{OH}^-] = 0,0107 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

$$K_s = [\text{Ca}^{2+}] \cdot [\text{OH}^-]^2$$

$$K_s = 0,0107 \cdot 0,0214^2 = \mathbf{4,9 \cdot 10^{-6}}$$

**Zadanie 30. (0–4)**

Woda ciężka (tlenek deuteru,  $D_2O$ ), której cząsteczki zawierają deuter – izotop wodoru  $^2H$ , podobnie jak zwykła woda, ulega odwracalnemu procesowi autodysocjacji opisanemu równaniem:



Proces autodysocjacji można opisać stałą dysocjacji  $K_{D_2O}$  zależną od temperatury. Wygodnym sposobem postępowania się stałą dysocjacji jest wyrażenie jej wartości w formie zlogarytmowanej:  $pK_{D_2O} = -\log K_{D_2O}$ .

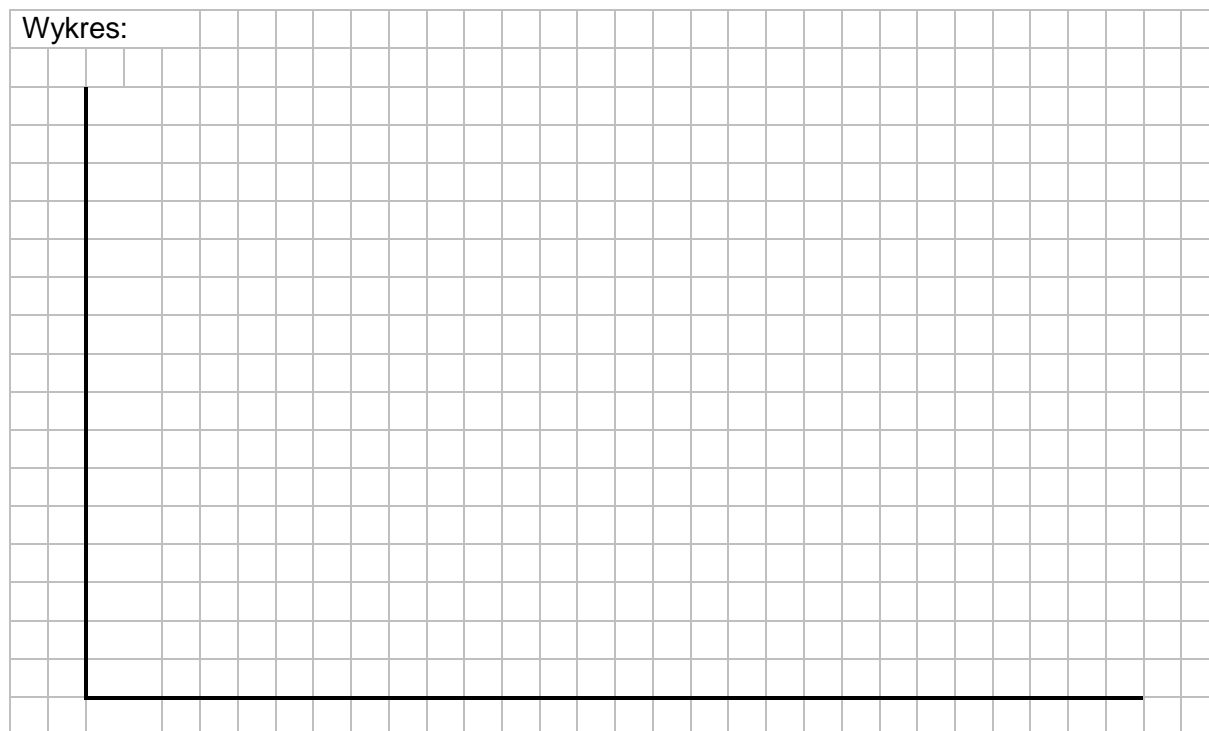
Zestawienie wartości  $pK_{D_2O}$  w różnych temperaturach podano w tabeli.

Temperatura, °C	10	20	30	40	50
$pK_{D_2O}$	15,44	15,05	14,70	14,39	14,10

Na podstawie: D.R. Lide, *CRC Handbook of Chemistry and Physics*, CRC Press 1990 oraz A.K. Covington, R.A. Robinson, R.G. Bates, *The Ionization Constant of Deuterium Oxide from 5 to 50°*, „The Journal of Physical Chemistry”, 1966, 70 (12), s. 3820–3824

Wartość  $pK_{H_2O}$  ( $pK_w$ ) dla procesu autodysocjacji wody zwykłej w temperaturze 25 °C wynosi 14,00.

**Narysuj wykres zależności  $pK_{D_2O}$  od temperatury i oblicz stężenie molowe jonów  $OD^-$  w ciężkiej wodzie w temperaturze 25 °C. Rozstrzygnij, który proces dysocjacji –  $D_2O$  czy  $H_2O$  – zachodzi w większym stopniu w temperaturze 25 °C.**

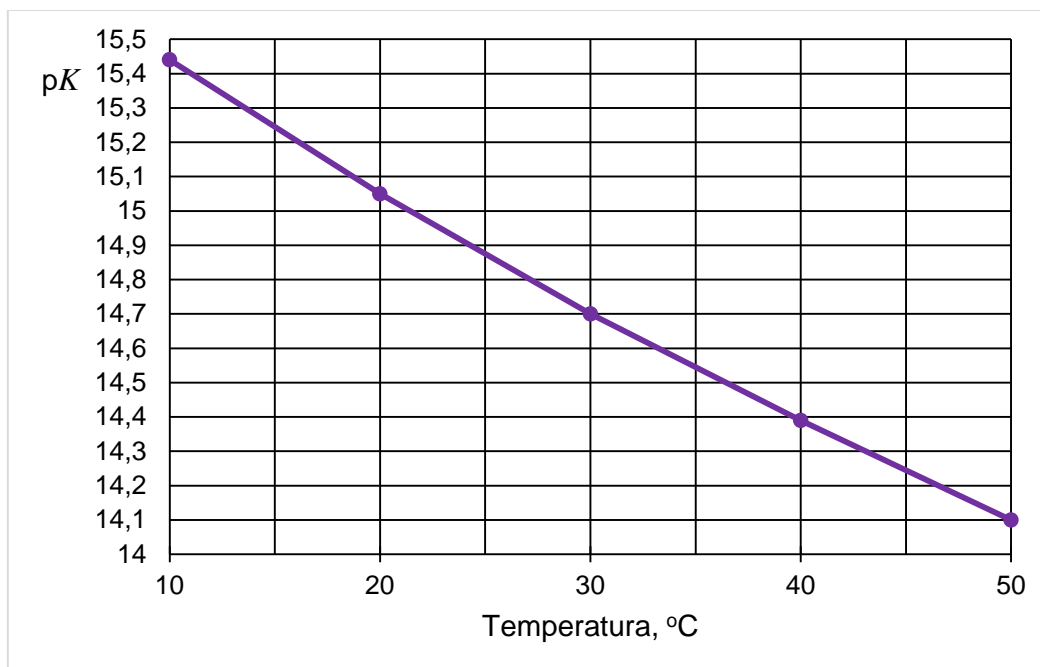






## Rozwiązanie

### I etap



Dopuszczalna odczytana wartość  $pK_{D_2O}$  z zakresu: 14,8 – 14,9

Odczytana wartość  $pK_{D_2O} = 14,85$  (średnia z przedziału)

### II etap

$$pD = pOD = \frac{1}{2} \cdot pK_{D_2O} = 7,425 \text{ (wartość literaturowa 7,44)}$$

$$pOD = 7 + 0,425; [OD^-] = 10^{-7} \cdot 10^{-0,425} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} = \mathbf{0,38 \cdot 10^{-7} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}} (= \mathbf{3,8 \cdot 10^{-8} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}})$$

$$pK_w = 14,00$$

$$pH = pOH = \frac{1}{2} \cdot pK_w = 7,00$$

$$pOH = 7 \Rightarrow [OH^-] = \mathbf{1 \cdot 10^{-7} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}}$$

W temperaturze 25 °C stężenie molowe jonów  $OH^-$  w wodzie wynosi  $1 \cdot 10^{-7} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$  i jest większe niż obliczone stężenie molowe jonów  $OD^- = 0,38 \cdot 10^{-7} \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ .

Proces dysocjacji wody zwykłej zachodzi w większym stopniu niż proces dysocjacji wody ciężkiej.

## ELEKTROCHEMIA

## Zadanie 31. (0–1)

Oceń prawdziwość poniższych zdań. Zaznacz P, jeśli zdanie jest prawdziwe, albo F – jeśli jest fałszywe.

1.	W ogniwie opisanym schematem $\text{Fe} \mid \text{Fe}^{2+} \parallel \text{Ag}^+ \mid \text{Ag}$ funkcję katody pełni półogniwo żelazne, a funkcję anody – półogniwo srebrowe.	P	F
2.	W pracującym ogniwie opisanym schematem $\text{Zn} \mid \text{Zn}^{2+} \parallel \text{Cu}^{2+} \mid \text{Cu}$ na katodzie przebiega reakcja opisana równaniem $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$ .	P	F
3.	Podczas pracy ogniwa zbudowanego z półogniwa magnezowego i półogniwa ołowiowego następuje roztwarzanie magnezu i wydzielanie się ołowiu.	P	F

## Wymagania ogólne

- I. Pozyskiwanie, przetwarzanie i tworzenie informacji. Zdający:
  - 1) [...] przetwarza informacje z różnorodnych źródeł [...].
- II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający:
  - 5) wykorzystuje wiedzę i dostępne informacje do rozwiązywania problemów chemicznych [...].

## Wymagania szczegółowe

Zakres rozszerzony

IX. Elektrochemia. Zdający:

- 1) stosuje pojęcia: półogniwo, anoda, katoda, ogniwo galwaniczne [...];
- 3) pisze równania reakcji zachodzących na elektrodach (na katodzie i anodzie) ogniwa galwanicznego o danym schemacie.

## Zasady oceniania

1 pkt – poprawne wskazanie trzech odpowiedzi.

0 pkt – odpowiedź niespełniająca powyższego kryterium albo brak odpowiedzi.

## Rozwiązanie

1. – F, 2. – P, 3. – P

## Zadanie 32.

W półogniwach A i B zachodzą reakcje opisane równaniami:

Półogniwo	Równanie reakcji elektrodowej	Potencjał standardowy redukcji $E^0$ , V
A	$\text{MnO}_2 + 4\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Mn}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$	+1,224
B	$\text{MnO}_4^- + 4\text{H}^+ + 3\text{e}^- \rightleftharpoons \text{MnO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$	+1,679

Na podstawie: *CRC Handbook of Chemistry and Physics 97<sup>th</sup> Edition*, CRC Press 2017.

Zbudowano ogniwo z półogniw A i B.

**Zadanie 32.1. (0–1)**

**Oblicz siłę elektromotoryczną (SEM) ogniwa zbudowanego z półogniwa A i półogniwa B w warunkach standardowych.**

.....

**Wymagania ogólne**

- I. Pozyskiwanie, przetwarzanie i tworzenie informacji. Zdający:
  - 1) [...] przetwarza informacje z różnorodnych źródeł [...].
- II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający:
  - 1) opisuje właściwości substancji i wyjaśnia przebieg procesów chemicznych.

**Wymagania szczegółowe**

Zakres rozszerzony

- IX. Elektrochemia. Ogniwa i elektroliza. Zdający:
  - 1) stosuje pojęcia: półogniwo, anoda, katoda, ogniwo galwaniczne, klucz elektrolityczny; potencjał standardowy półogniwa, szereg elektrochemiczny, SEM;
  - 4) oblicza SEM ogniwa galwanicznego na podstawie standardowych potencjałów półogniw, z których jest ono zbudowane.

**Zasady oceniania**

- 1 pkt – poprawne obliczenie SEM ogniwa i podanie wyniku z jednostką.  
0 pkt – odpowiedź niespełniająca powyższego kryterium albo brak odpowiedzi.

**Rozwiązanie**

$$\text{SEM} = (1,679 - 1,224) = \mathbf{0,455 \text{ V}}$$

**Zadanie 32.2. (0–1)**

**Napisz w formie jonowej skróconej sumaryczne równanie reakcji zachodzącej w ogniwie zbudowanym z półogniw A i B.**

.....

**Wymagania ogólne**

- I. Pozyskiwanie, przetwarzanie i tworzenie informacji. Zdający:
  - 1) [...] przetwarza informacje z różnorodnych źródeł [...].
- II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający:
  - 1) opisuje właściwości substancji i wyjaśnia przebieg procesów chemicznych.

**Wymagania szczegółowe**

Zakres rozszerzony

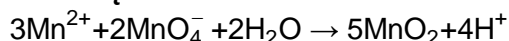
- IX. Elektrochemia. Ogniwa i elektroliza. Zdający:
  - 1) stosuje pojęcia: półogniwo, anoda, katoda, ogniwo galwaniczne, klucz elektrolityczny; potencjał standardowy półogniwa, szereg elektrochemiczny, SEM;
  - 3) pisze równania reakcji zachodzące na elektrodach (na katodzie i anodzie) ogniwa galwanicznego o danym schemacie; projektuje ogniwo, w którym zachodzi dana reakcja chemiczna; pisze schemat tego ogniwa.

### Zasady oceniania

1 pkt – poprawne napisanie w formie jonowej skróconej równania reakcji.

0 pkt – odpowiedź niespełniająca powyższego kryterium albo brak odpowiedzi.

### Rozwiązanie



### Zadanie 33. (0–1)

**Uzupełnij poniższe zdania. Wybierz i zaznacz jedno określenie spośród podanych w nawiasie.**

W procesie elektrolizy, podczas przepływu prądu przez wodny roztwór siarczanu(VI) miedzi(II) elektrony (są pobierane z katody / są przekazywane na katodę) przez kationy  $\text{Cu}^{2+}$ . Obecne w roztworze jony miedzi(II) ulegają procesowi (redukcji / utleniania), a efektem tego jest (zwiększenie / zmniejszenie) masy katody.

### Wymagania ogólne

I. Pozyskiwanie, przetwarzanie i tworzenie informacji. Zdający:

1) [...] przetwarza informacje z różnorodnych źródeł [...].

II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający:

5) wykorzystuje wiedzę i dostępne informacje do rozwiązywania problemów chemicznych [...].

### Wymagania szczegółowe

Zakres rozszerzony

VIII. Reakcje utleniania i redukcji. Zdający:

2) wskazuje utleniacz, reduktor, proces utleniania i redukcji w podanej reakcji.

IX. Elektrochemia. Zdający:

7) przewiduje produkty elektrolizy [...] wodnych roztworów [...] soli [...].

### Zasady oceniania

1 pkt – poprawne uzupełnienie wszystkich zdań.

0 pkt – odpowiedź niespełniająca powyższego kryterium albo brak odpowiedzi.

### Rozwiązanie

W procesie elektrolizy, podczas przepływu prądu przez wodny roztwór siarczanu(VI) miedzi(II) elektrony (**są pobierane z katody** / są przekazywane na katodę) przez kationy  $\text{Cu}^{2+}$ . Obecne w roztworze jony miedzi(II) ulegają procesowi (**redukcji** / utleniania), a efektem tego jest (**zwiększenie** / zmniejszenie) masy katody.

**Zadanie 34.**

Przeprowadzono oddzielnie elektrolizę wodnego roztworu chlorku sodu i wodnego roztworu wodorotlenku sodu z użyciem elektrod grafitowych. W wyniku doświadczenia na elektrodach ujemnych w obu elektrolizerach otrzymano ten sam gazowy produkt. Na elektrodach dodatnich wydzielił się jeden produkt gazowy – w każdym elektrolizerze inny. Po zakończeniu elektrolizy stwierdzono, że w elektrolizerze, w którym znajdował się roztwór chlorku sodu, nastąpiła zmiana odczynu roztworu.

**Zadanie 34.1. (0–1)**

**Napisz równania reakcji prowadzących do wydzielenia gazowego produktu na elektrodzie dodatniej podczas elektrolizy wodnego roztworu chlorku sodu (równanie 1.) i podczas elektrolizy wodnego roztworu wodorotlenku sodu (równanie 2.).**

1.: .....

2.: .....

**Wymagania ogólne**

- I. Pozyskiwanie, przetwarzanie i tworzenie informacji. Zdający:
  - 1) [...] przetwarza informacje z różnorodnych źródeł [...].
- II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający:
  - 4) wskazuje na związek między właściwościami substancji a ich budową chemiczną.

**Wymagania szczegółowe**

Zakres rozszerzony

- IX. Elektrochemia. Ogniwa i elektroliza. Zdający:
  - 1) stosuje pojęcia: elektroda, elektrolizer, elektroliza, potencjał rozkładowy;
  - 7) przewiduje produkty elektrolizy stopionych tlenków, soli, wodorotlenków, wodnych roztworów kwasów i soli oraz zasad.

**Zasady oceniania**

- 1 pkt – poprawne napisanie dwóch równań reakcji elektrodowych.  
0 pkt – odpowiedź niespełniająca powyższego kryterium albo brak odpowiedzi.

**Rozwiązanie**

1.  $2\text{Cl}^- \rightarrow \text{Cl}_2 + 2\text{e}^-$
2.  $4\text{OH}^- \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 + 4\text{e}^-$

**Zadanie 34.2. (0–1)**

Napisz, jaki był odczyn roztworu w elektrolizerze, w którym znajdował się wodny roztwór chlorku sodu, po zakończeniu elektrolizy. Odpowiedź uzasadnij – odwołaj się do procesu zachodzącego podczas elektrolizy na elektrodzie ujemnej.

Odczyn roztworu był .....

Uzasadnienie: .....

.....  
.....

**Wymagania ogólne**

- I. Pozyskiwanie, przetwarzanie i tworzenie informacji. Zdający:
  - 1) [...] przetwarza informacje z różnorodnych źródeł [...].
- II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający:
  - 4) wskazuje na związek między właściwościami substancji a ich budową chemiczną.

**Wymagania szczegółowe**

Zakres rozszerzony

- IX. Elektrochemia. Ogniwa i elektroliza. Zdający:
  - 1) stosuje pojęcia: elektroda, elektrolizer, elektroliza, potencjał rozkładowy;
  - 7) przewiduje produkty elektrolizy [...] wodnych roztworów [...] soli [...].

**Zasady oceniania**

- 1 pkt – poprawne uzupełnienie tabeli i poprawne uzasadnienie uwzględniające reakcję katodową.
- 0 pkt – odpowiedź niespełniająca powyższego kryterium albo brak odpowiedzi.

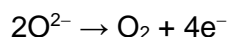
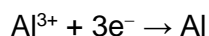
**Rozwiązanie**

Odczyn roztworu był **zasadowy**.

Uzasadnienie: W czasie elektrolizy wodnego roztworu chlorku sodu (w przestrzeni katodowej) powstają jony wodorotlenkowe:  $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{OH}^- + \text{H}_2$

**Zadanie 35. (0–2)**

W czasie elektrolizy stopionego tlenku glinu prowadzonej w temperaturze 2050 °C i pod ciśnieniem 1013 hPa zachodzą procesy elektrodowe zilustrowane równaniami:



Podczas tego procesu wydzielili się tlen. Objętość tlenu zmierzona w warunkach prowadzenia elektrolizy była równa 43,85 dm<sup>3</sup>.





Liczba moli powstałego tlenu:

$$n_{\text{O}_2} = \frac{p \cdot V}{R \cdot T} = \frac{1013 \text{ hPa} \cdot 43,85 \text{ dm}^3}{83,14 \text{ dm}^3 \cdot \text{hPa} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \cdot (273 + 2050) \text{ K}} = 0,23 \text{ mol}$$

Liczba moli glinu:

$$n_{\text{Al}} = \frac{4 \text{ mol} \cdot 0,23 \text{ mol}}{3 \text{ mol}} = 0,31 \text{ mol}$$

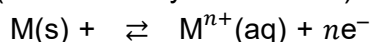
Masa otrzymanego glinu:

$$m_{\text{Al}} = n_{\text{Al}} \cdot M_{\text{Al}} = 0,31 \text{ mol} \cdot 27 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = \mathbf{8,37 \text{ (g)}}$$

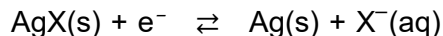
### Informacja do zadań 36.–38.

W analizie potencjometrycznej wykorzystuje się zależność potencjału odpowiednich elektrod od stężenia jonów oznaczanych. Pomiary potencjometryczne polegają na mierzeniu *SEM* ogniwa zestawionego z dwóch półogniw: tzw. elektrody wskaźnikowej, zanurzonej w badanym roztworze, oraz tzw. elektrody odniesienia, zanurzonej w roztworze o niezmiennym składzie, której potencjał w warunkach pomiaru pozostaje stały.

Rozróżnia się dwa główne typy elektrod. Elektrody pierwszego rodzaju to elektrody odwracalne względem kationu: są zbudowane z metalu i są w równowadze z roztworem zawierającym jony tego metalu (M oznacza symbol metalu):



Elektrody drugiego rodzaju są odwracalne względem anionu, tworzącego z metalem elektrody trudno rozpuszczalny związek. Elektroda drugiego rodzaju jest elektroda halogenosrebrowa. Działanie tej elektrody opisuje równanie (X oznacza symbol halogenu):



Na podstawie: W. Szczepaniak, *Metody instrumentalne w analizie chemicznej*, Warszawa 2008 oraz A. Skoog, D.M. West, F.J. Holler, S.R. Crouch, *Podstawy chemii analitycznej*, Warszawa 2007.

### Zadanie 36. (0–4)

Jedną z metod potencjometrycznych jest miareczkowanie potencjometryczne. Przeprowadzono miareczkowanie potencjometryczne w celu oznaczenia stężenia anionów chlorkowych i jodkowych w badanym roztworze.

Próbkę roztworu o objętości  $V_0 = 10,00 \text{ cm}^3$  rozcieńczono wodą do objętości  $50,00 \text{ cm}^3$ . Ten rozcieńczony roztwór stanowił analit. Z elektrody srebrowej jako elektrody wskaźnikowej oraz elektrody halogenosrebrowej jako elektrody odniesienia zbudowano ogniwo, po czym zmierzono jego *SEM*. Następnie do analitu stopniowo wkraplano roztwór azotanu(V) srebra o stężeniu  $c_{\text{AgNO}_3} = 0,05 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ . Po dodaniu każdej porcji titranta mierzono *SEM* ogniwa.

W czasie miareczkowania wytrącały się kolejno osady halogenków srebra, czemu towarzyszyły dwie duże zmiany mierzonej siły elektromotorycznej odpowiadające dwóm punktom równoważnikowym miareczkowania.

Punkt równoważnikowy I odpowiadał momentowi, w którym liczba dodanych moli jonów  $\text{Ag}^+$  była równa liczbie moli jonów halogenkowych wytrącających się jako pierwsze. Analogicznie przebiegało oznaczenie drugiego rodzaju jonów halogenkowych i momentowi, w którym zaszła równość liczb moli, odpowiadał punkt równoważnikowy II.



## Wymagania ogólne

- I. Pozyskiwanie, przetwarzanie i tworzenie informacji. Zdający:
  - 1) [...] przetwarza informacje z różnorodnych źródeł [...].
- II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający:
  - 5) wykorzystuje wiedzę i dostępne informacje do rozwiązywania problemów chemicznych [...];
  - 7) wykonuje obliczenia dotyczące praw chemicznych.

## Wymagania szczegółowe

Zakres rozszerzony

- I. Atomy, cząsteczki i stechiometria chemiczna. Zdający:
  - 6) dokonuje interpretacji jakościowej i ilościowej równania reakcji w ujęciu molowym, masowym i objętościowym (dla gazów).
- V. Roztwory. Zdający:
  - 2) wykonuje obliczenia związane z przygotowaniem, rozcieńczaniem i zatężaniem roztworów z zastosowaniem pojęć: stężenie procentowe lub molowe oraz rozpuszczalność.
- VI. Reakcje w roztworach. Zdający:
  - 3) interpretuje wartości  $pK_w$ , pH,  $K_a$ ,  $K_b$ ,  $K_s$ .

## Zasady oceniania

To zadanie jest oceniane z zastosowaniem następujących poziomów rozwiązania:

<p><b>Poziom 2.</b> <b>(3–4 punkty)</b></p>	<p>Rozwiązanie zawierające oba poprawnie – przynajmniej co do metody – wykonane etapy prowadzące do obliczenia stężenia jonów chlorkowych, np.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– obliczenie liczby moli anionów chlorkowych na podstawie odczytanej z wykresu objętości titranta potrzebnej do strącenia tych jonów,</li> <li>– obliczenie stężenia molowego anionów chlorkowych w roztworze, którego próbkę o objętości <math>V_0 = 10,00 \text{ cm}^3</math> pobrano do miareczkowania.</li> </ul> <p>4 pkt – jeżeli rozwiązanie nie zawiera błędów arytmetycznych. 3 pkt – jeżeli rozwiązanie zawiera błędy (arytmetyczne, odczytu danych, wynik jest podany z błędną jednostką lub bez jednostki).</p>
<p><b>Poziom 1.</b> <b>(1–2 punkty)</b></p>	<p>Rozwiązanie zawierające poprawnie – przynajmniej co do metody – wykonany pierwszy etap rozwiązania prowadzący do obliczenia liczby moli jonów chlorkowych w próbce.</p> <p>2 pkt – jeżeli rozwiązanie nie zawiera błędów arytmetycznych. 1 pkt – jeżeli rozwiązanie zawiera błędy (arytmetyczne, odczytu danych, wynik jest podany z błędną jednostką lub bez jednostki).</p>
<p><b>Poziom 0.</b> <b>(0 punktów)</b></p>	<p>Rozwiązanie całkowicie błędne albo brak rozwiązania.</p>

**Rozwiązanie**

**Etap I** – obliczenie liczby moli anionów chlorkowych na podstawie odczytanej z wykresu objętości titranta potrzebnej do strącenia tych jonów.

$$V_{\text{titranta w I PR}}: \mathbf{11,00 \text{ cm}^3} \text{ (10,50–11,50 cm}^3\text{)}$$

$$V_{\text{titranta w II PR}}: \mathbf{21,50 \text{ cm}^3} \text{ (21,00–22,00 cm}^3\text{)}$$

$$n_{\text{Cl}^-} = n_{\text{Ag}^+} = c_{\text{AgNO}_3} \cdot (V_{\text{AgNO}_3^{\text{II}}} - V_{\text{AgNO}_3^{\text{I}}})$$

$$n_{\text{Cl}^-} = 0,05 \text{ mmol} \cdot \text{cm}^{-3} \cdot (21,5 \text{ cm}^3 - 11 \text{ cm}^3)$$

$$n_{\text{Cl}^-} = \mathbf{0,53 \text{ mmol}} \quad \text{ALBO} \quad \mathbf{0,525 \text{ mmol}}$$

ALBO

$$n_{\text{Cl}^-} = \mathbf{0,53 \cdot 10^{-3} \text{ mol}} \quad \text{ALBO} \quad \mathbf{0,525 \cdot 10^{-3} \text{ mol}}$$

**Etap II** – obliczenie stężenia molowego anionów chlorkowych w roztworze, którego próbkę o objętości  $V_0 = 10,00 \text{ cm}^3$  pobrano do miareczkowania.

$$V_0 = 10,00 \text{ cm}^3 = 10,00 \cdot 10^{-3} \text{ dm}^3$$

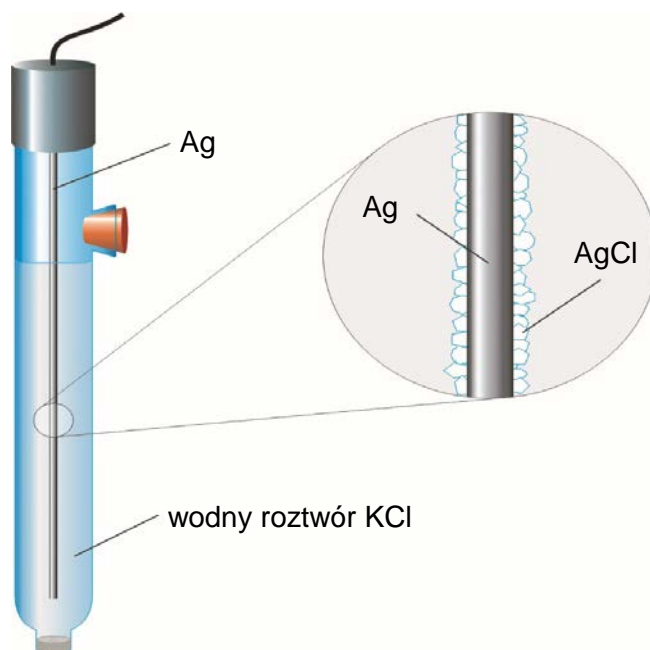
$$n_{\text{Cl}^-} = 0,525 \text{ mmol} = 0,525 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

⇒

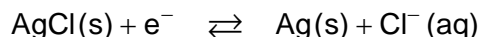
$$c_{\text{Cl}^-} = \frac{n_{\text{Cl}^-}}{V_0} = \frac{0,525 \cdot 10^{-3} \text{ mol}}{10,00 \cdot 10^{-3} \text{ dm}^3} = \mathbf{0,053 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}}$$

**Zadanie 37. (0–1)**

Przykładem elektrody halogenosrebrowej jest elektroda chlorosrebrowa:



Działanie elektrody chlorosrebrowej opisuje równanie:



Potencjał tej elektrody zależy od stężenia jonów chlorkowych w roztworze, który stanowi jej element, i wyraża się równaniem:  $E_{\text{Ag}/\text{AgCl}} = E_{\text{Ag}/\text{AgCl}}^0 - 0,059 \log c_{\text{Cl}^-}$  (w temperaturze 298 K).

Przygotowano dwie elektrody chlorosrebrowe: elektroda I zawierała wodny roztwór chlorku potasu o stężeniu równym  $0,10 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ , a elektroda II – wodny roztwór tej samej soli o stężeniu równym  $0,01 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$

**Rozstrzygnij, która elektroda chlorosrebrowa (I czy II) ma – w tej samej temperaturze – wyższy potencjał. Odpowiedź uzasadnij.**

Rozstrzygnięcie: .....

Uzasadnienie: .....

.....

.....

### Wymaganie ogólne

I. Pozyskiwanie, przetwarzanie i tworzenie informacji. Zdający:

- 1) [...] przetwarza informacje z różnorodnych źródeł [...].

### Wymaganie szczegółowe

Zakres rozszerzony

IX. Elektrochemia. Ogniwa i elektroliza. Zdający:

- 1) stosuje pojęcia: półogniwo, anoda, katoda, ogniwo galwaniczne, klucz elektrolityczny; potencjał standardowy półogniwa [...].

### Zasady oceniania

1 pkt – poprawne rozstrzygnięcie, w którym roztworze KCl (I czy II) potencjał elektrody chlorosrebrowej w nim zanurzonej będzie wyższy, i poprawne uzasadnienie.

0 pkt – odpowiedź niespełniająca powyższego kryterium albo brak odpowiedzi.

### Przykładowe rozwiązania

Rozstrzygnięcie: II.

Uzasadnienie:

Potencjał elektrody chlorosrebrowej zależy od stężenia jonów chlorkowych w roztworze, zgodnie z równaniem:  $E_{\text{Ag}/\text{AgCl}} = E_{\text{Ag}/\text{AgCl}}^0 - 0,059 \log c_{\text{Cl}^-}$  (w temperaturze 298 K). Wartość  $\log c_{\text{Cl}^-}$  jest tym większa, im większe jest stężenie jonów chlorkowych, więc im większe stężenie jonów chlorkowych, tym niższa wartość potencjału elektrody.

ALBO

W roztworze I  $c_{\text{Cl}^-} = 0,10 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ , więc

$$E_{\text{Ag}/\text{AgCl}} = E_{\text{Ag}/\text{AgCl}}^0 - 0,059 \log c_{\text{Cl}^-} = E_{\text{Ag}/\text{AgCl}}^0 - 0,059 \log 10^{-1} = E_{\text{Ag}/\text{AgCl}}^0 + 0,059$$

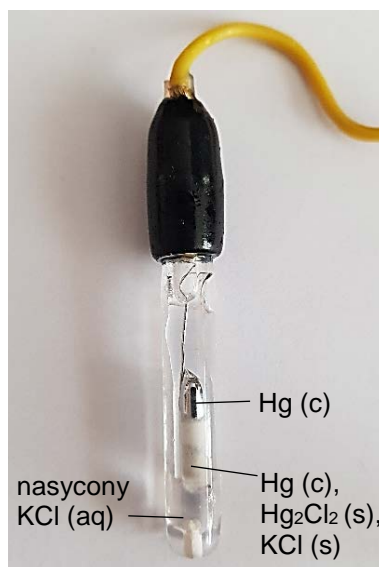
W roztworze II  $c_{\text{Cl}^-} = 0,01 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ , więc

$$E_{\text{Ag}/\text{AgCl}} = E_{\text{Ag}/\text{AgCl}}^0 - 0,059 \log c_{\text{Cl}^-} = E_{\text{Ag}/\text{AgCl}}^0 - 0,059 \log 10^{-2} = E_{\text{Ag}/\text{AgCl}}^0 + 0,118$$

$$\Rightarrow E_{\text{Ag}/\text{AgCl}}^0 + 0,118 > E_{\text{Ag}/\text{AgCl}}^0 + 0,059$$

### Zadanie 38. (0–1)

Jako elektroda odniesienia w opisanym miareczkowaniu potencjometrycznym może być zastosowana tzw. nasycona elektroda kalomelowa.



Schemat tej elektrody przedstawiono poniżej:



Zasada działania tej elektrody jest taka sama jak elektrody chlorosrebrowej.

**Napisz równanie reakcji elektrodowej zachodzącej w elektrodzie kalomelowej.**

.....

### Wymaganie ogólne

I. Pozyskiwanie, przetwarzanie i tworzenie informacji. Zdający:

- 1) [...] przetwarza informacje z różnorodnych źródeł [...].

### Wymaganie szczegółowe

Zakres rozszerzony

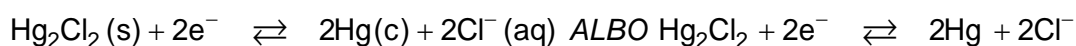
IX. Elektrochemia. Ogniwa i elektroliza. Zdający:

- 3) pisze równania reakcji zachodzące na elektrodach (na katodzie i anodzie) ogniwa galwanicznego o danym schemacie [...].

### Zasady oceniania

1 pkt – poprawne napisanie równania reakcji elektrodowej zachodzącej w elektrodzie kalomelowej.

0 pkt – odpowiedź niespełniająca powyższego kryterium albo brak odpowiedzi.

**Rozwiązanie****Zadanie 39.**

Heksacyjanożelazian(II) potasu to sól zawierająca kompleksowy jon o wzorze  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$ . Zawartość tego związku w badanej próbce można określić na podstawie jego reakcji ze znaną ilością bromu.

Przeprowadzono doświadczenie, którego celem było określenie liczby moli heksacyjanożelazianu(II) potasu w roztworze. Aby przygotować roztwór bromu o znanym stężeniu, zastosowano metodę elektrolitycznego wytwarzania bromu w układzie dwóch elektrod platynowych. W tym celu w zlewce umieszczono roztwór bromku potasu i kwasu siarkowego(VI) o znanym stężeniu. Następnie do tego roztworu dodano próbkę  $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$  o nieznanym stężeniu. W tak sporządzonym roztworze zanurzono dwie platynowe elektrody oznaczone symbolami E1 oraz E2 i przeprowadzono elektrolizę prądem o natężeniu 0,005 A. W jej wyniku wydzielił się brom, który przereagował z  $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$ . Wydajność obu reakcji wynosiła 100%.

**Zadanie 39.1. (0–1)**

**Napisz równania reakcji przebiegających na anodzie i na katodzie podczas opisanego procesu wytwarzania bromu.**

Anoda: .....

Katoda: .....

**Wymagania ogólne**

- I. Pozyskiwanie, przetwarzanie i tworzenie informacji. Zdający:
  - 1) [...] przetwarza informacje z różnorodnych źródeł [...].
- II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający:
  - 5) wykorzystuje wiedzę i dostępne informacje do rozwiązywania problemów chemicznych [...].

**Wymaganie szczegółowe**

Zakres rozszerzony

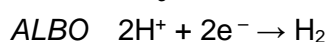
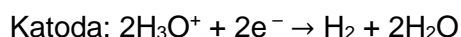
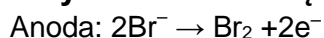
IX. Elektrochemia. Ogniwa i elektroliza. Zdający:

- 7) przewiduje produkty elektrolizy [...] wodnych roztworów [...] soli [...].

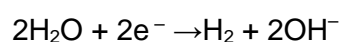
**Zasady oceniania**

1 pkt – poprawne napisanie dwóch równań.

0 pkt – odpowiedź niespełniająca powyższego kryterium albo brak odpowiedzi.

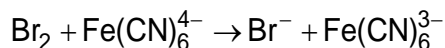
**Przykładowe rozwiązania**

ALBO



**Zadanie 39.2. (0–1)**

Jon heksacyjanożelazianu(II) reaguje z bromem zgodnie ze schematem:



**Napisz w formie jonowej skróconej z uwzględnieniem liczby oddawanych lub pobieranych elektronów (zapis jonowo-elektronowy) równania procesów redukcji i utleniania zachodzących podczas opisanej przemiany.**

Równanie reakcji redukcji:

.....

Równanie reakcji utlenienia:

.....

**Wymagania ogólne**

- I. Pozyskiwanie, przetwarzanie i tworzenie informacji. Zdający:
  - 1) [...] przetwarza informacje z różnorodnych źródeł [...].
- II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający:
  - 5) wykorzystuje wiedzę i dostępne informacje do rozwiązywania problemów chemicznych [...].

**Wymaganie szczegółowe**

Zakres rozszerzony

IX. Elektrochemia. Ogniwa i elektroliza. Zdający:

- 3) pisze równania reakcji zachodzących na elektrodach [...].

**Zasady oceniania**

1 pkt – poprawne napisanie dwóch równań.

0 pkt – odpowiedź niespełniająca powyższego kryterium albo brak odpowiedzi.

**Rozwiązanie**

Równanie reakcji redukcji:  $\text{Br}_2 + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{Br}^-$

Równanie reakcji utlenienia:  $\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-} \rightarrow \text{Fe}(\text{CN})_6^{3-} + \text{e}^-$

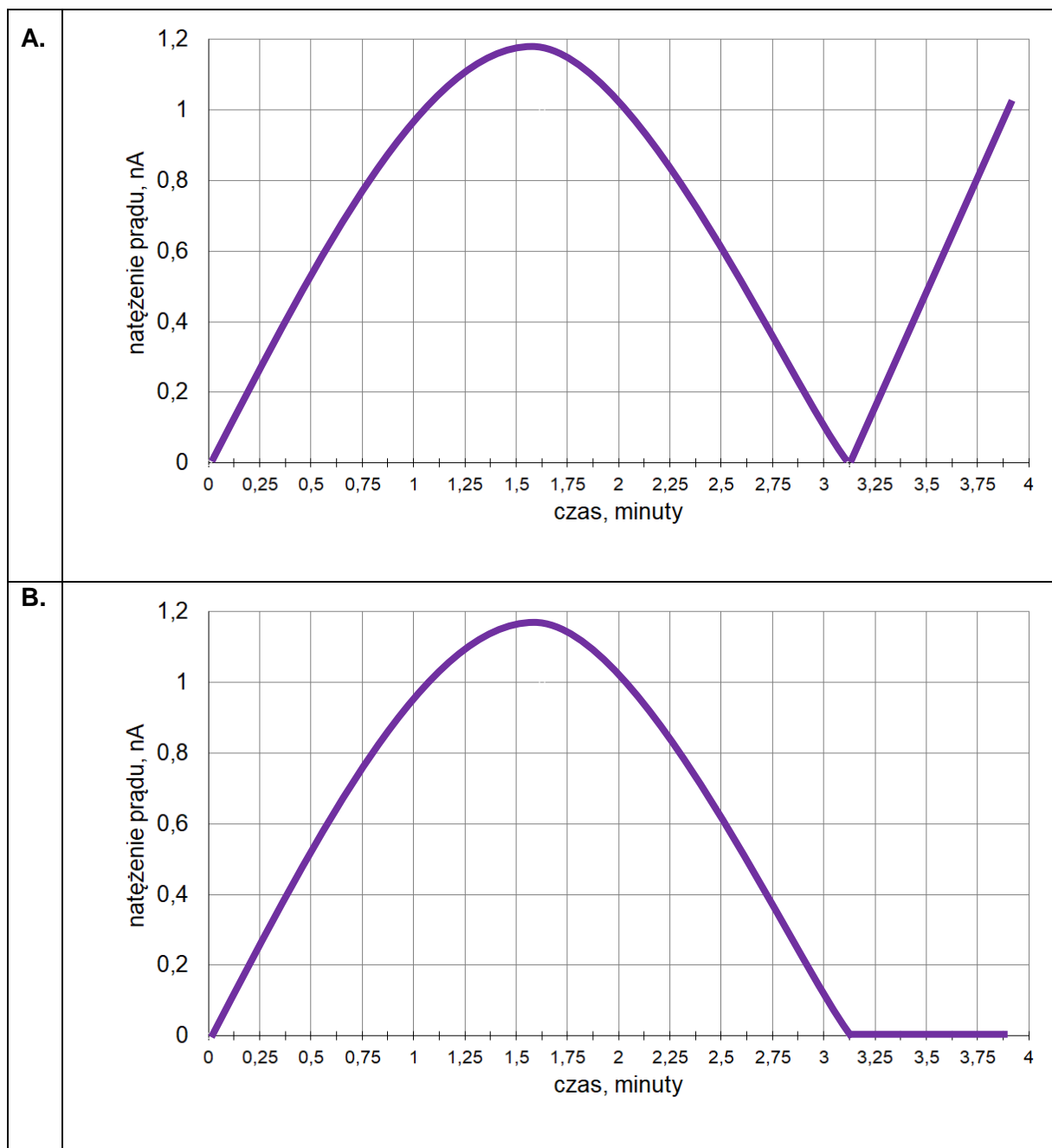
**Zadanie 39.3. (0–1)**

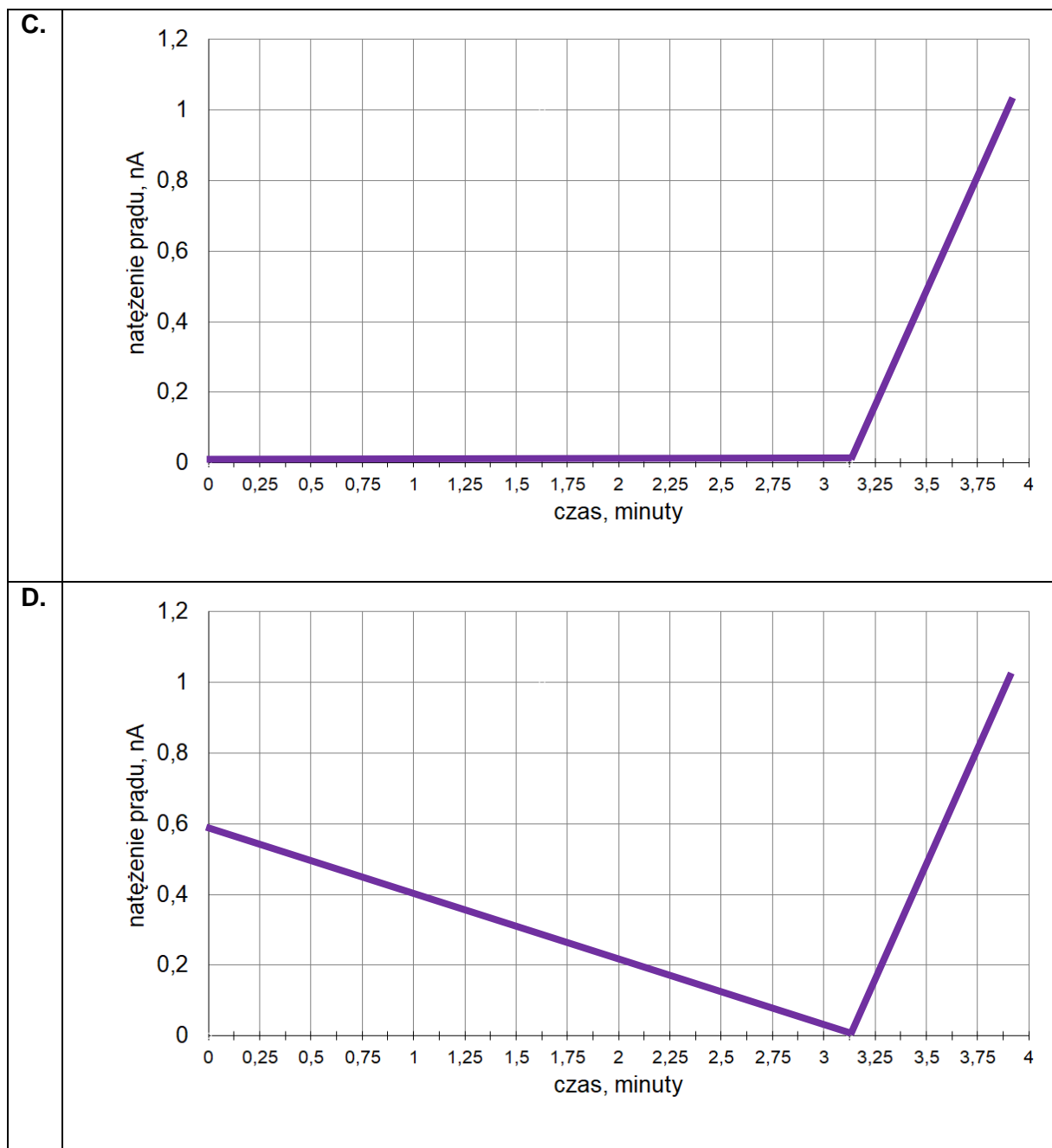
Czas trwania elektrolizy prowadzącej do otrzymania stechiometrycznej ilości bromu w stosunku do  $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$  określa się w równoległym eksperymencie – w układzie dwóch elektrod platynowych E3 oraz E4. Umieszcza się je w badanym roztworze i przykładą do nich niewielką różnicę potencjałów. Podczas eksperymentu rejestruje się natężenie prądu przepływającego w układzie pomiarowym. Na początku elektrolizy natężenie prądu wzrasta proporcjonalnie do ilości powstających jonów  $\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-}$ . Maksymalna wartość natężenia prądu obserwowana jest w chwili, gdy liczba moli jonów  $\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-}$  jest równa liczbie moli jonów  $\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}$ . Następnie natężenie prądu spada prawie do zera i osiąga minimum w momencie



całkowitego przereagowania jonów  $\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}$ . W dalszym etapie elektrolizy natężenie prądu przepływającego między elektrodami E3 i E4 wzrasta.

Przeanalizuj poniższe wykresy i zaznacz ten, który odpowiada opisanym zmianom natężenia prądu przepływającego w układzie elektrod oznaczonych symbolami E3 oraz E4.





### Wymagania ogólne

- I. Pozyskiwanie, przetwarzanie i tworzenie informacji. Zdający:
  - 1) [...] przetwarza informacje z różnorodnych źródeł [...];
  - 2) ocenia wiarygodność uzyskanych danych;
  - 3) konstruuje wykresy [...].
- II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający:
  - 5) wykorzystuje wiedzę i dostępne informacje do rozwiązywania problemów chemicznych [...].

### Wymaganie szczegółowe

Zakres rozszerzony

IX. Elektrochemia. Ogniwa i elektroliza. Zdający:

- 6) stosuje pojęcia [...] elektrolizer [...].



**Zasady oceniania**

2 pkt – zastosowanie poprawnej metody, poprawne wykonanie obliczeń oraz podanie wyniku.

1 pkt – zastosowanie poprawnej metody, ale:

– popełnienie błędów rachunkowych prowadzących do błędnego wyniku liczbowego.

*LUB*

– podanie wyniku z błędną jednostką.

0 pkt – zastosowanie błędnej metody albo brak rozwiązania.

**Rozwiązanie**

$$n_{\text{Br}_2} = \frac{n_e}{z} = \frac{i \cdot t}{z \cdot F} = \frac{0,005 \cdot 3,125 \cdot 60}{2 \cdot 96500} = 4,8575 \cdot 10^{-6} \text{ mola}$$

$$n_{\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-}} = 2n_{\text{Br}_2}$$

$$n_{\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-}} = \mathbf{9,715 \cdot 10^{-6} \text{ mola}}$$

## CHEMIA ORGANICZNA

## Zadanie 40. (0–3)

Wzory trzech związków organicznych oznaczono numerami I–III i zestawiono w poniższej tabeli. Te związki różnią się wartościami temperatury wrzenia.

I	II	III
$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$	$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{-CH-CH}_2\text{-CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$	$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$

Poniżej przedstawiono – w przypadkowej kolejności – wartości temperatury wrzenia wymienionych związków (pod ciśnieniem 1013 hPa):

27,8 °C      36,1 °C      68,7 °C

Na podstawie: W. Mizerski, *Tablice chemiczne*, Warszawa 2003.

**Przyporządkuj każdemu związkowi charakteryzującą go temperaturę wrzenia. Uzupełnij tabelę. Podaj nazwę systematyczną związku o najwyższej temperaturze wrzenia i nazwę systematyczną związku o najniższej temperaturze wrzenia. W obu przypadkach uzasadnij swoje przyporządkowanie.**

Numer związku	I	II	III
Temperatura wrzenia			

Nazwa systematyczna związku o najwyższej temperaturze wrzenia: .....

Uzasadnienie: .....

.....  
 .....

Nazwa systematyczna związku o najniższej temperaturze wrzenia: .....

Uzasadnienie: .....

.....  
 .....

### Wymagania ogólne

- I. Pozyskiwanie, przetwarzanie i tworzenie informacji. Zdający:
  - 1) [...] przetwarza informacje z różnorodnych źródeł [...].
- II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający:
  - 4) wskazuje na związek między właściwościami substancji a ich budową chemiczną;
  - 5) wykorzystuje wiedzę i dostępne informacje do rozwiązywania problemów chemicznych [...].

## Wymagania szczegółowe

Zakres rozszerzony

XII. Wstęp do chemii organicznej. Zdający:

- 7) przedstawia tendencje zmian właściwości fizycznych (np.: temperatura topnienia, temperatura wrzenia, rozpuszczalność w wodzie itp.) w szeregach homologicznych;
- 8) wyjaśnia wpływ budowy cząsteczek (kształtu łańcucha węglowego oraz obecności podstawnika lub grupy funkcyjnej) na właściwości związków organicznych; porównuje właściwości różnych izomerów konstytucyjnych [...].

## Zasady oceniania

3 pkt – poprawne uzupełnienie tabeli, poprawne podanie nazw systematycznych dwóch związków i podanie dwóch poprawnych uzasadnień.

2 pkt – poprawne uzupełnienie tabeli oraz poprawne podanie nazwy systematycznej jednego związku wraz z poprawnym uzasadnieniem.

1 pkt – poprawne uzupełnienie tabeli, ale udzielenie co najmniej jednej błędnej odpowiedzi (dotyczącej nazwy lub uzasadnienia) w odniesieniu do związku o najwyższej temperaturze wrzenia oraz w odniesieniu do związku o najniższej temperaturze wrzenia.

*ALBO*

– poprawne uzupełnienie tabeli, ale brak co najmniej jednej odpowiedzi (dotyczącej nazwy lub uzasadnienia) w odniesieniu do związku o najwyższej temperaturze wrzenia oraz w odniesieniu do związku o najniższej temperaturze wrzenia.

0 pkt – odpowiedź niespełniająca powyższych kryteriów albo brak odpowiedzi.

## Rozwiązanie

Numer związku	I	II	III
Temperatura wrzenia	<b>36,1 (°C)</b>	<b>27,8 (°C)</b>	<b>68,7 (°C)</b>

Nazwa systematyczna związku o najwyższej temperaturze wrzenia: **heksan**  
*ALBO n-heksan*

Uzasadnienie, np:

Dwa spośród podanych związków są izomerami o wzorze  $C_5H_{12}$  (związek I i II). Trzeci związek o łańcuchu prostym nierozgałęzionym (*n*-heksan) ma wzór sumaryczny  $C_6H_{14}$  i jest homologiem związku I. Ponieważ wraz ze wzrostem długości łańcucha węglowego rosną wartości temperatury wrzenia alkanów, to najwyższą temperaturę wrzenia będzie miał *n*-heksan.

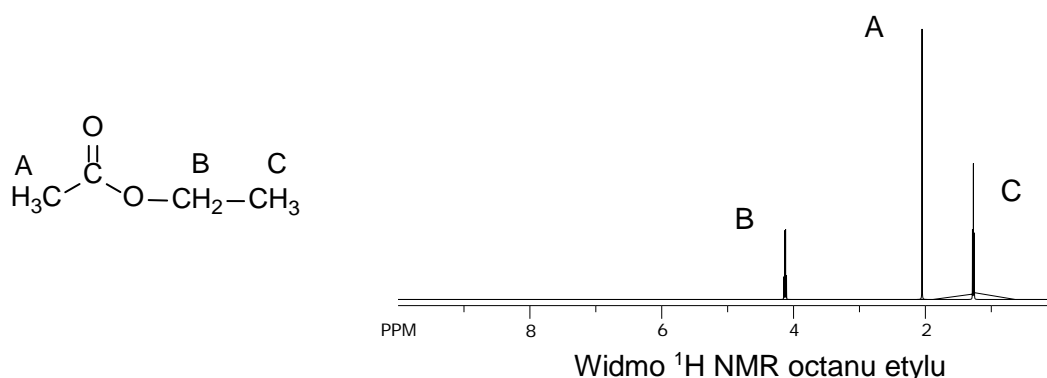
Nazwa systematyczna związku o najniższej temperaturze wrzenia: **2-metylobutan**  
*ALBO metylobutan*

Uzasadnienie, np:

Dwa spośród podanych związków są izomerami o wzorze  $C_5H_{12}$  – jeden o łańcuchu prostym nierozgałęzionym i jeden o łańcuchu rozgałęzionym. Im większy jest stopień rozgałęzienia łańcucha, tym słabsze oddziaływania występują pomiędzy cząsteczkami. Zatem wraz ze wzrostem rozgałęzienia wzrasta lotność.

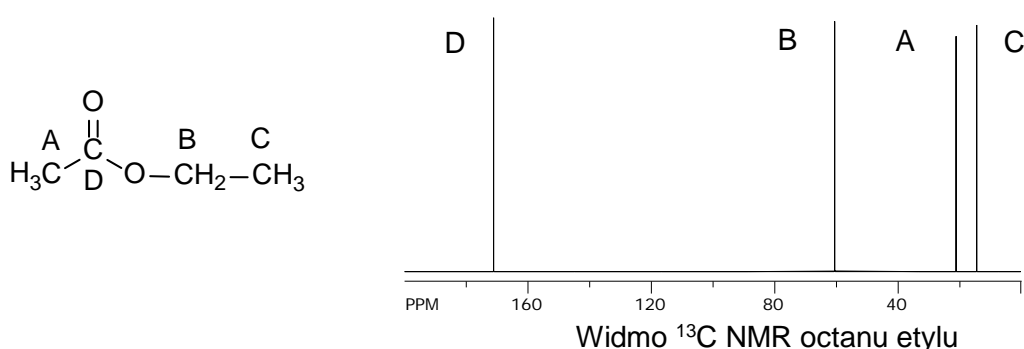
**Informacja do zadań 41.–42.**

Jedną z najważniejszych metod fizykochemicznych stosowanych do badania struktury związków organicznych jest spektroskopia magnetycznego rezonansu jądrowego, NMR. Wykorzystuje się w niej właściwość polegającą na tym, że jądra atomów większości pierwiastków mają niezerowy spin. Najczęściej wykorzystuje się izotop wodoru  $^1\text{H}$ , którego jądra – czyli protony – są opisane liczbą spinową  $\frac{1}{2}$ . Po umieszczeniu w silnym polu magnetycznym protony mogą się znajdować w dwóch stanach energetycznych – podstawowym i wzbudzonym. Aby wykonać pomiar, umieszcza się próbkę badanego związku w polu magnetycznym i wzbudza jądra  $^1\text{H}$  za pomocą fal radiowych. Powrót jąder ze stanu wzbudzonego do stanu podstawowego skutkuje wysłaniem sygnału rejestrowanego za pomocą detektora. Częstotliwość tego sygnału zależy od położenia atomów w cząsteczce. Zarejestrowane sygnały tworzą obraz zwany widmem NMR (rysunek poniżej), które dostarcza ważnych informacji o budowie cząsteczki związku.



Liczba sygnałów w widmie jest równa liczbie grup równocennych atomów wodoru w cząsteczce związku. Przykładowo – w cząsteczce octanu etylu obecne są trzy grupy równocennych atomów wodoru: dwie różne grupy  $-\text{CH}_3$  i jedna grupa  $-\text{CH}_2-$ , czyli w widmie są obecne trzy sygnały. Te sygnały mogą mieć w określonych przypadkach złożony kształt, co w pokazanym widmie skutkuje ich rozszczepieniem (poszerzeniem).

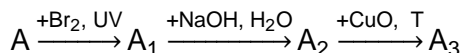
Drugim nuklidem często wykorzystywanym w pomiarach NMR jest izotop węgla  $^{13}\text{C}$ , którego zawartość w naturalnym węglu wynosi ok. 1%. Jego jądro ma także spin  $\frac{1}{2}$ , w odróżnieniu od izotopu  $^{12}\text{C}$ , którego jądra mają spin zerowy i dlatego są nieaktywne w NMR. Widma NMR węgla  $^{13}\text{C}$  rejestruje się w taki sposób, że sygnały są pojedynczymi liniami.



W cząsteczce octanu etylu są cztery nierównocenne atomy węgla, w związku z czym w widmie  $^{13}\text{C}$  są obecne cztery sygnały.

**Zadanie 41. (0–2)**

Na podstawie analizy elementarnej ustalono wzór sumaryczny alkanu A:  $C_5H_{12}$ . Analiza widm NMR dla związku A dała następujące wyniki: w widmie  $^1H$  NMR znajduje się jeden sygnał, w widmie  $^{13}C$  NMR znajdują się dwa sygnały. Związek A i jego pochodne poddano przemianom, które ilustruje poniższy schemat:



Stwierdzono, że stosunek ilościowy atomów wchodzących w skład cząsteczki związku  $A_3$  wynosił  $N_C : N_H : N_O = 5 : 10 : 1$ .

**Podaj nazwę systematyczną związku A oraz wzór półstrukturalny (grupowy) związku  $A_3$  i uzupełnij tabelę: określ liczbę sygnałów w widmach  $^1H$  NMR i  $^{13}C$  NMR dla związku  $A_3$ .**

Nazwa systematyczna związku A: .....

Wzór półstrukturalny (grupowy) związku  $A_3$ : .....

Liczba sygnałów dla związku $A_3$	
w widmie $^1H$ NMR	w widmie $^{13}C$ NMR

**Wymagania ogólne**

- I. Pozyskiwanie, przetwarzanie i tworzenie informacji. Zdający:
  - 1) [...] przetwarza informacje z różnorodnych źródeł [...].
- II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający:
  - 1) opisuje właściwości substancji i wyjaśnia przebieg procesów chemicznych;
  - 4) wskazuje na związek między właściwościami substancji a ich budową chemiczną;
  - 5) wykorzystuje wiedzę i dostępne informacje do rozwiązywania problemów chemicznych [...];
  - 6) stosuje poprawną terminologię.

**Wymagania szczegółowe**

Zakres rozszerzony

XII. Wstęp do chemii organicznej. Zdający:

- 1) [...] stosuje założenia teorii strukturalnej budowy związków organicznych;
- 3) stosuje pojęcia: [...], rzędowość w związkach organicznych, izomeria konstytucyjna (szkieletowa, położenia, grup funkcyjnych), [...].

XIII. Węglowodory. Zdający:

- 3) opisuje właściwości chemiczne alkanów na przykładzie reakcji: [...], substytucji atomu (lub atomów) wodoru przez atom (lub atomy) chloru albo bromu przy udziale światła [...].

XIV. Hydroksylowe pochodne węglowodorów – alkohole i fenole. Zdający:

- 5) opisuje zachowanie: alkoholi pierwszorzędowych [...] wobec utleniaczy [...];
- 9) planuje ciągi przemian pozwalających otrzymać alkohol [...] z odpowiedniego węglowodoru; pisze odpowiednie równania reakcji.



**Zasady oceniania**

2 pkt – poprawne podanie nazwy związku A, wzoru związku A<sub>3</sub> oraz uzupełnienie tabeli.

1 pkt – poprawne podanie nazwy związku A, wzoru związku A<sub>3</sub> oraz błędne uzupełnienie tabeli lub nieuzupełnienie tabeli.

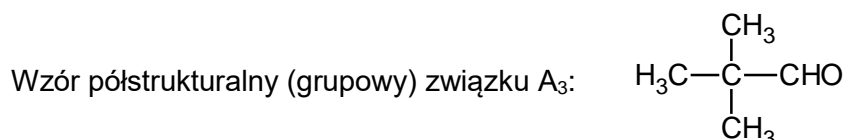
*ALBO*

– poprawne podanie nazwy związku A, błędny zapis wzoru związku A<sub>3</sub> (np.: przy poprawnym szkielecie węglowym cząsteczki (opuszczenie atomów wodoru lub błędne napisanie wzoru grupy aldehydowej) i poprawne uzupełnienie tabeli.

0 pkt – odpowiedź niespełniająca powyższych kryteriów albo brak odpowiedzi.

**Rozwiązanie**

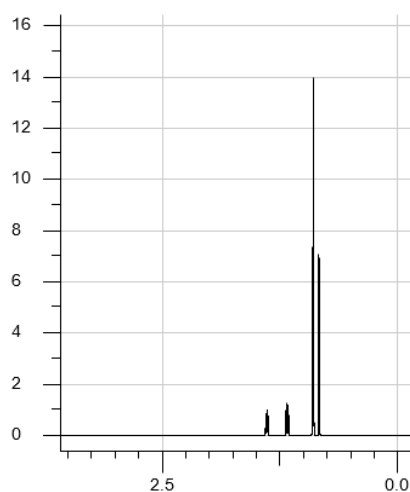
Nazwa systematyczna związku A: 2,2-dimetylopropan *ALBO* dimetylopropan



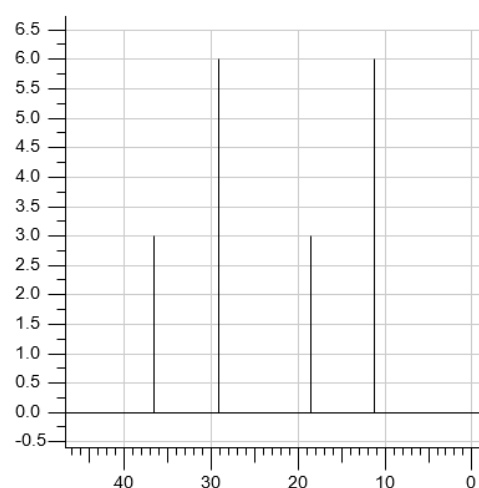
Liczba sygnałów dla związku A <sub>3</sub>	
w widmie <sup>1</sup> H NMR	w widmie <sup>13</sup> C NMR
<b>2</b>	<b>3</b>

**Zadanie 42. (0–2)**

W produkcji benzyn wysokooktanowych wykorzystuje się procesy przemysłowe: krawing i reforming, które umożliwiają uzyskanie pożądanych, rozgałęzionych węglowodorów. Podczas rafinacji pewnej benzyny uzyskano węglowódor W, który poddano badaniu <sup>1</sup>H NMR oraz <sup>13</sup>C NMR, w wyniku czego uzyskano widma przedstawione niżej.

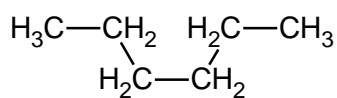


Widmo <sup>1</sup>H NMR dla węglowodoru W

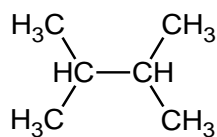


Widmo <sup>13</sup>C NMR dla węglowodoru W

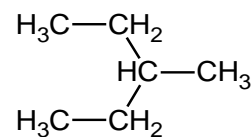
Dla węglowodoru W zaproponowano trzy wzory półstrukturalne:



heksan



2,3-dimetylobutan



3-metylopentan

**Uzupełnij poniższe zdanie – wybierz i zaznacz wzór węglowodoru W. Odpowiedź uzasadnij na podstawie zamieszczonych widm  $^1\text{H}$  NMR i  $^{13}\text{C}$  NMR.**

Węglowodorem W może być ( heksan / 2,3-dimetylobutan / 3-metylopentan ).

Uzasadnienie na podstawie widma  $^1\text{H}$  NMR:

.....  
 .....

Uzasadnienie na podstawie widma  $^{13}\text{C}$  NMR:

.....  
 .....

### Wymagania ogólne

- I. Pozyskiwanie, przetwarzanie i tworzenie informacji. Zdający:
  - 1) [...] przetwarza informacje z różnorodnych źródeł [...].
- II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający:
  - 1) opisuje właściwości substancji i wyjaśnia przebieg procesów chemicznych;
  - 4) wskazuje na związek między właściwościami substancji a ich budową chemiczną;
  - 5) wykorzystuje wiedzę i dostępne informacje do rozwiązywania problemów chemicznych [...];
  - 6) stosuje poprawną terminologię.

### Wymagania szczegółowe

Zakres rozszerzony

XII. Wstęp do chemii organicznej. Zdający:

- 1) wyjaśnia i stosuje założenia teorii strukturalnej budowy związków organicznych;
- 3) stosuje pojęcia: [...], rzędowość w związkach organicznych, izomeria konstytucyjna (szkieletowa, położenia, grup funkcyjnych) [...].

### Zasady oceniania

2 pkt – poprawne wskazanie wzoru węglowodoru W i uzasadnienie wyboru na podstawie analizy obu widm NMR.

1 pkt – poprawne wskazanie wzoru węglowodoru W i poprawne uzasadnienie na podstawie analizy jednego widma NMR.

0 pkt – odpowiedź niespełniająca powyższych kryteriów albo brak odpowiedzi.

## Rozwiązanie

Węglowodorem W może być (heksan / 2,3-dimetylobutan / **3-metylopentan**).

Uzasadnienie na podstawie widma  $^1\text{H}$  NMR:

W widmie  $^1\text{H}$  NMR są widoczne cztery grupy sygnałów odpowiadające czterem grupom równocennych atomów wodoru, które są obecne jedynie w 3-metylopentanie.

Uzasadnienie na podstawie widma  $^{13}\text{C}$  NMR:

W widmie  $^{13}\text{C}$  NMR są widoczne cztery sygnały odpowiadające czterem grupom równocennych atomów węgla, które są obecne jedynie w 3-metylopentanie.

### Zadanie 43.

Dwa węglowodory aromatyczne – A i B – mają wzór sumaryczny  $\text{C}_8\text{H}_{10}$ . Izomer A w wyniku reakcji nitrowania tworzy wyłącznie jedną mononitropochodną. Izomer B poddany reakcji monochlorowania w obecności światła, a następnie – reakcji z wodnym roztworem KOH, tworzy alkohol drugorzędowy.

#### Zadanie 43.1. (0–1)

**Napisz równanie reakcji mononitrowania związku A – zastosuj wzory półstrukturalne (grupowe) lub uproszczone związków organicznych. Podaj nazwę systematyczną produktu mononitrowania związku A.**

Równanie reakcji: .....

Nazwa systematyczna produktu mononitrowania związku A:

.....

## Wymagania ogólne

- I. Pozyskiwanie, przetwarzanie i tworzenie informacji. Zdający:
  - 1) [...] przetwarza informacje z różnorodnych źródeł [...].
- II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający:
  - 4) wskazuje na związek między właściwościami substancji a ich budową chemiczną;
  - 6) stosuje poprawną terminologię.

## Wymagania szczegółowe

Zakres rozszerzony

XIII. Węglowodory. Zdający:

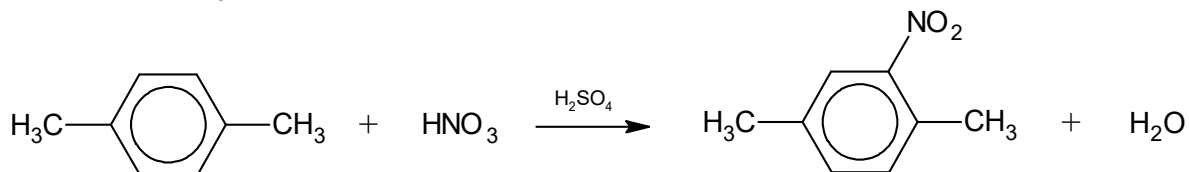
- 1) [...] podaje nazwy systematyczne fluorowcopochodnych węglowodorów na podstawie wzorów strukturalnych lub półstrukturalnych (grupowych) [...];
- 11) opisuje właściwości chemiczne węglowodorów aromatycznych na przykładzie reakcji: [...] nitrowania [...]; pisze odpowiednie równania reakcji dla benzenu i metylobenzenu (toluenu) oraz ich pochodnych, uwzględniając wpływ kierujący podstawników (np.: atom chlorowca, grupa alkilowa, grupa nitrowa, grupa hydroksylowa, grupa karboksylowa).

**Zasady oceniania**

1 pkt – napisanie poprawnego równania z zastosowaniem wzorów związków organicznych w postaci półstrukturalnej (grupowej) lub uproszczonej oraz podanie poprawnej nazwy.  
0 pkt – odpowiedź niespełniająca powyższego kryterium albo brak odpowiedzi.

**Rozwiązanie**

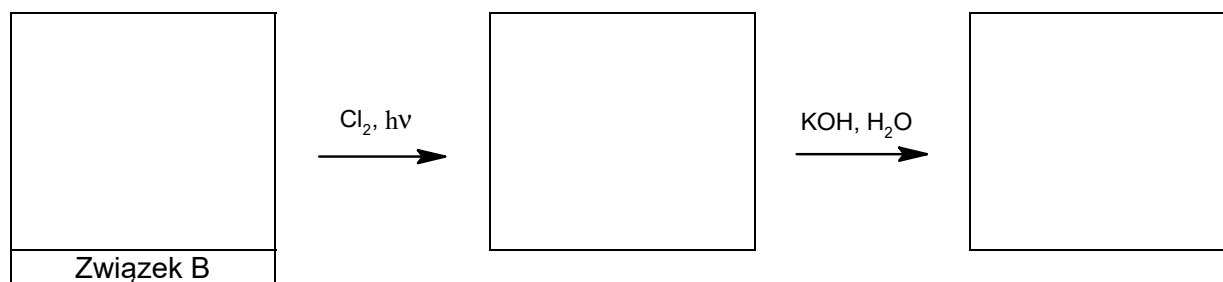
Równanie reakcji:



Nazwa systematyczna produktu mononitrowania związku A: **1,4-dimetylo-2-nitrobenzen**

**Zadanie 43.2. (0–1)**

Uzupełnij schemat ciągu przemian prowadzonych od związku B do alkoholu. Związki organiczne przedstaw za pomocą wzorów półstrukturalnych (grupowych) albo uproszczonych.

**Wymagania ogólne**

- I. Pozyskiwanie, przetwarzanie i tworzenie informacji. Zdający:
  - 1) [...] przetwarza informacje z różnorodnych źródeł [...].
- II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający:
  - 4) wskazuje na związek między właściwościami substancji a ich budową chemiczną.

**Wymaganie szczegółowe**

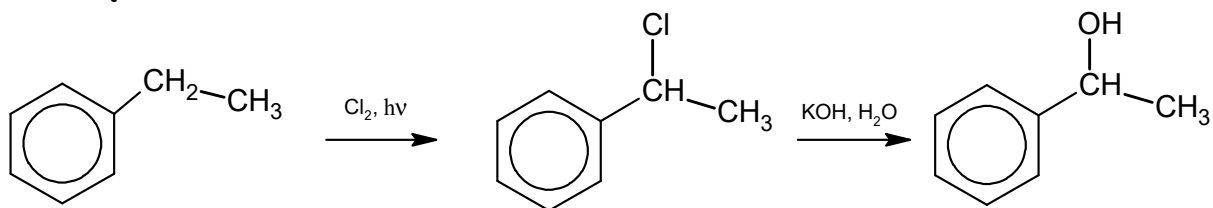
Zakres rozszerzony

XIV. Hydroksylowe pochodne węglowodorów – alkohole i fenole. Zdający:

- 9) planuje ciągi przemian pozwalających otrzymać alkohol lub fenol z odpowiedniego węglowodoru; pisze odpowiednie równania reakcji.

**Zasady oceniania**

1 pkt – poprawne zapisanie schematu ciągu przemian z zastosowaniem wzorów związków organicznych w postaci półstrukturalnej (grupowej) lub uproszczonej.  
0 pkt – odpowiedź niespełniająca powyższego kryterium albo brak odpowiedzi.

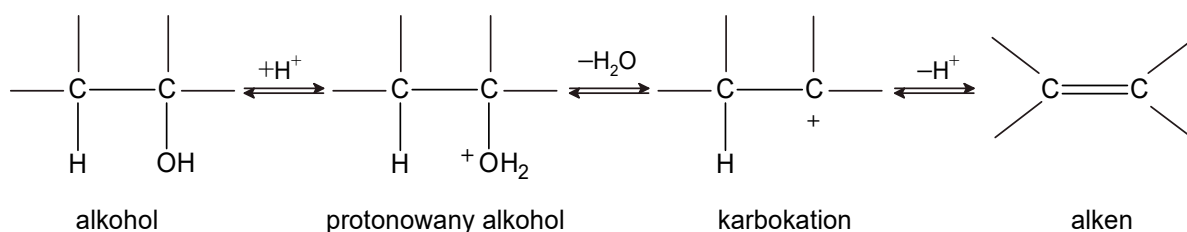
**Rozwiązanie**

Związek B

**Zadanie 44.**

Dehydratacja (odwodnienie) alkoholi – reakcja, w wyniku której, w obecności kwasu, z alkoholu otrzymuje się alken – przebiega według mechanizmu obejmującego trzy etapy. Początkowo (etap I) powstaje protonowana forma alkoholu, następnie zachodzą jej powolna dysocjacja (etap II) z utworzeniem karbokationu oraz szybkie odszczepienie protonu od sąsiedniego atomu węgla z utworzeniem alkenu (etap III).

Opisany proces można zilustrować schematem:



Wiązanie podwójne w alkenie powstającym podczas dehydratacji, będącym głównym produktem reakcji, znajduje się często w innym miejscu niż wynikałoby to z położenia grupy –OH w substracie. Dzieje się tak dlatego, że powstający karbokation ulega przegrupowaniu polegającemu na przeniesieniu atomu wodoru lub grupy alkilowej od sąsiedniego atomu węgla z jednoczesnym przemieszczeniem się ładunku dodatniego. Takie przegrupowanie zachodzi zawsze wtedy, gdy może ono spowodować powstanie trwalszego karbokationu, czyli takiego, w którym ładunek dodatni znajduje się na atomie węgla o możliwie najwyższej rzędowości.

Na podstawie: R.T. Morrison, R.N. Boyd, *Chemia organiczna*, Warszawa 1996.

**Zadanie 44.1. (0–1)**

**Napisz numer tego etapu opisanego mechanizmu dehydratacji alkoholi, który decyduje o szybkości powstawania alkenu z alkoholu.**

**Wymagania ogólne**

- I. Pozyskiwanie, przetwarzanie i tworzenie informacji. Zdający:
  - 1) [...] przetwarza informacje z różnorodnych źródeł [...].
- II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający:
  - 4) wskazuje na związek między właściwościami substancji a ich budową chemiczną.

**Wymagania szczegółowe**

Zakres rozszerzony

XII. Wstęp do chemii organicznej. Zdający:

9) [...] wyjaśnia mechanizmy reakcji[...].

XIV. Hydroksylowe pochodne węglowodorów – alkohole i fenole. Zdający:

3) opisuje właściwości chemiczne alkoholi na przykładzie reakcji: [...] eliminacji wody [...].

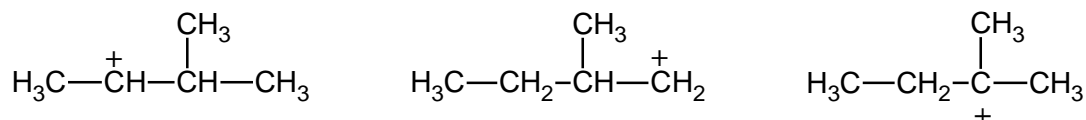
**Zasady oceniania**

1 pkt – poprawne wskazanie etapu decydującego o szybkości procesu dehydratacji.

0 pkt – odpowiedź niespełniająca powyższego kryterium albo brak odpowiedzi.

**Rozwiązanie**

etap II

**Zadanie 44.2. (0–1)****Spośród poniższych wzorów wybierz i podkreśl wzór najtrwalszego karbokationu.****Wymagania ogólne**

I. Pozyskiwanie, przetwarzanie i tworzenie informacji. Zdający:

1) [...] przetwarza informacje z różnorodnych źródeł [...].

II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający:

4) wskazuje na związek między właściwościami substancji a ich budową chemiczną.

**Wymaganie szczegółowe**

Zakres rozszerzony

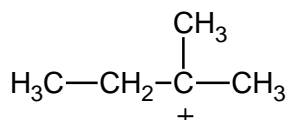
XIII. Węglowodory. Zdający:

2) ustala rzędowość atomów węgla w cząsteczce węglowodoru.

**Zasady oceniania**

1 pkt – poprawne wskazanie wzoru najtrwalszego karbokationu.

0 pkt – odpowiedź niespełniająca powyższego kryterium albo brak odpowiedzi

**Rozwiązanie**

**Zadanie 44.3. (0–2)**

W wyniku dehydratacji butan-1-olu – zachodzącej pod wpływem ogrzewania w obecności stężonego kwasu fosforowego – powstają trzy izomeryczne alkeny A, B i C o prostym łańcuchu węglowym. Alkeny B i C są względem siebie izomerami *cis-trans*.

**Napisz wzory alkenów A, B i C. Zastosuj wzór półstrukturalny (grupowy) związku A. Przedstaw geometrię cząsteczek alkenów B (izomer *cis*) i C (izomer *trans*).**

alken A	alken B (izomer <i>cis</i> )	alken C (izomer <i>trans</i> )

**Wymagania ogólne**

- I. Pozyskiwanie, przetwarzanie i tworzenie informacji. Zdający:
  - 1) [...] przetwarza informacje z różnorodnych źródeł [...].
- II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający:
  - 4) wskazuje na związek między właściwościami substancji a ich budową chemiczną.

**Wymagania szczegółowe**

Zakres rozszerzony

XII. Wstęp do chemii organicznej. Zdający:

- 4) rysuje wzory [...] półstrukturalne (grupowe) izomerów konstytucyjnych [...];
- 5) [...] rysuje wzory izomerów geometrycznych.

XIV. Hydroksylowe pochodne węglowodorów – alkohole i fenole. Zdający:

- 3) opisuje właściwości chemiczne alkoholi na przykładzie reakcji: [...] eliminacji wody [...].

**Zasady oceniania**

2 pkt – poprawne napisanie trzech wzorów alkenów.

1 pkt – poprawne napisanie dwóch wzorów alkenów.

0 pkt – odpowiedź niespełniająca powyższych kryteriów albo brak odpowiedzi.

**Rozwiązanie**

$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$		
alken A	alken B (izomer <i>cis</i> )	alken C (izomer <i>trans</i> )

**Zadanie 44.4. (0–1)**

Napisz wzór półstrukturalny (grupowy) pierwszorzędowego alkoholu, którego produktem reakcji dehydratacji jest 2-metylobut-2-en. Uwzględnij, że karbokation powstający z alkoholu uległ przegrupowaniu polegającemu na przeniesieniu atomu wodoru.

**Wymagania ogólne**

- I. Pozyskiwanie, przetwarzanie i tworzenie informacji. Zdający:
- 1) [...] przetwarza informacje z różnorodnych źródeł [...].
- II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający:
- 4) wskazuje na związek między właściwościami substancji a ich budową chemiczną.

**Wymagania szczegółowe**

Zakres rozszerzony

XIII. Węglowodory. Zdający:

- 2) ustala rządowość atomów węgla w cząsteczce węglowodoru.

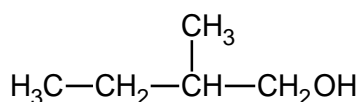
XIV. Hydroksylowe pochodne węglowodorów – alkohole i fenole. Zdający:

- 3) opisuje właściwości chemiczne alkoholi na przykładzie reakcji: [...] eliminacji wody [...].

**Zasady oceniania**

1 pkt – poprawne napisanie wzoru alkoholu.

0 pkt – odpowiedź niespełniająca powyższego kryterium albo brak odpowiedzi.

**Rozwiązanie****Zadanie 45. (0–1)**

W dwóch probówkach A i B znajdują się oddzielnie dwa alkohole: 2-metylopropan-2-ol i butan-1-ol. Do obu probówek dodano wodny roztwór manganianu(VII) potasu i parę kropli wodnego roztworu kwasu siarkowego(VI). Następnie zawartość probówek dokładnie wymieszano. Po pewnym czasie od wykonania doświadczeń roztwory w probówkach wyglądały tak jak na zdjęciach poniżej:



Probówka A



Probówka B



**Podaj nazwę alkoholu, który znajdował się w próbówce A. Odpowiedź uzasadnij.**

Nazwa alkoholu: .....

Uzasadnienie: .....

### **Wymagania ogólne**

- I. Pozyskiwanie, przetwarzanie i tworzenie informacji. Zdający:
  - 1) [...] przetwarza informacje z różnorodnych źródeł [...].
- II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający:
  - 4) wskazuje na związek między właściwościami substancji a ich budową chemiczną;
  - 5) wykorzystuje wiedzę i dostępne informacje do rozwiązywania problemów chemicznych [...].
- III. Opanowanie czynności praktycznych. Zdający:
  - 2) [...] formułuje [...] wnioski oraz wyjaśnienia.

### **Wymaganie szczegółowe**

Zakres rozszerzony

XIV. Hydroksylowe pochodne węglowodorów – alkohole i fenole. Zdający:

- 5) [...] projektuje [...] doświadczenie, którego przebieg pozwoli odróżnić alkohol trzeciorzędowy od alkoholu pierwszo- i drugorzędowego [...].

### **Zasady oceniania**

1 pkt – poprawne podanie nazwy alkoholu i poprawne uzasadnienie.

0 pkt – odpowiedź niespełniająca powyższego kryterium albo brak odpowiedzi.

### **Rozwiązanie**

Nazwa alkoholu: 2-metylopropan-2-ol

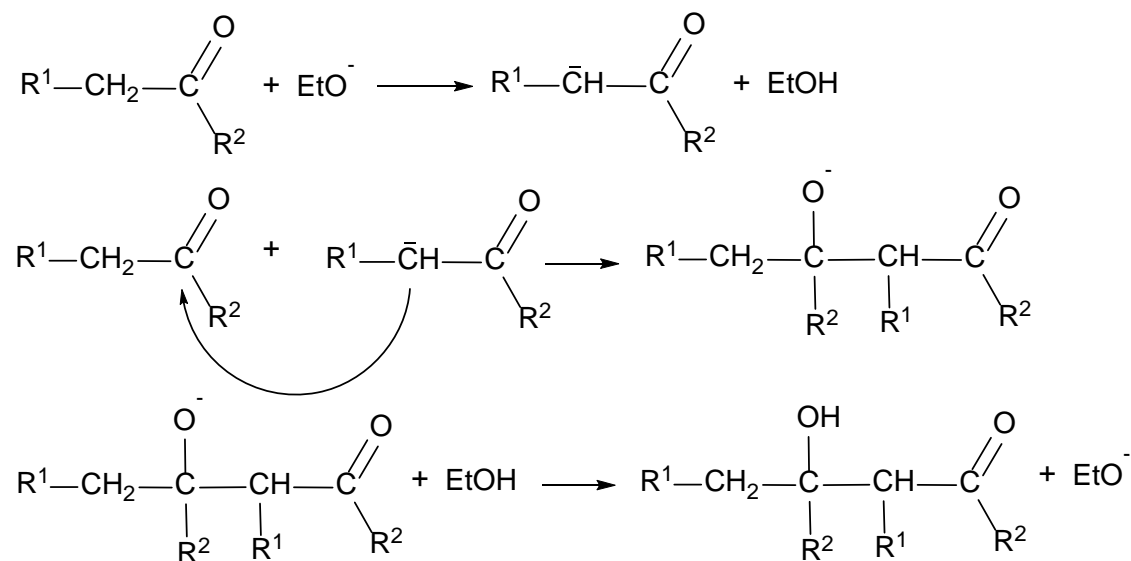
Uzasadnienie:

Jest to alkohol III-rzędowy, który w przeciwieństwie do alkoholu I-rzędowego nie ulega utlenieniu w roztworze  $\text{KMnO}_4$ . Stąd brak odbarwienia roztworu w próbówce A.

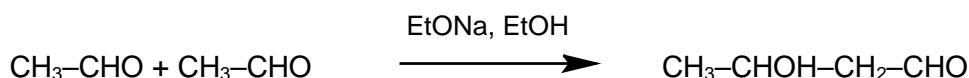
### **Zadanie 46.**

Aldehydy i ketony, których cząsteczki mają przynajmniej jeden atom wodoru związany z atomem węgla sąsiadującym z grupą karbonylową (atomem węgla  $\alpha$ ) ulegają pod wpływem katalitycznej ilości mocnej zasady reakcji aldolowej. Reakcja przebiega w taki sposób, że zasada odrywa jon  $\text{H}^+$  od atomu węgla  $\alpha$  związku karbonylowego, a utworzony karboanion przyłącza się do atomu węgla grupy karbonylowej drugiej cząsteczki aldehydu lub ketonu. W ostatnim etapie następuje przyłączenie jonu  $\text{H}^+$  do utworzonego anionu, w wyniku czego powstaje końcowy produkt.

Zilustrowano to na poniższym schemacie reakcji, w której jako zasadę wykorzystano etanolan sodu (Et oznacza grupę etylową):

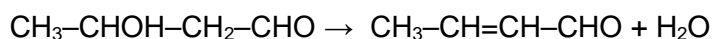


Przykładowo z dwóch cząsteczek etanal pod wpływem roztworu etanolanu sodu w etanolu powstaje 3-hydroksybutanal:



W reakcji aldolowej mogą uczestniczyć zarówno cząsteczki tego samego związku karbonylowego, jak i dwóch różnych związków, z których tylko jeden musi zawierać atom wodoru związany z atomem węgla  $\alpha$ .

Zależnie od budowy reagentów oraz warunków reakcji produkt reakcji aldolowej może ulegać eliminacji cząsteczki wody, w wyniku czego powstaje albo nienasycony aldehyd, albo keton, w którym wiązanie podwójne węgiel – węgiel sąsiaduje bezpośrednio z grupą karbonylową, np.:



Taką reakcję, w której powstaje finalnie produkt eliminacji wody z utworzonego początkowo adduktu, nazywa się kondensacją aldolową.

### Zadanie 46.1. (0–1)

W wyniku reakcji aldolowej propanonu (acetonu) z następczą eliminacją wody, czyli w wyniku kondensacji aldolowej, powstaje związek nazywany zwyczajowo tlenkiem mezytylu.

**Napisz wzór półstrukturalny (grupowy) tlenku mezytylu i jego nazwę systematyczną.**

Wzór tlenku mezytylu: .....

Nazwa systematyczna tlenku mezytylu: .....

**Wymagania ogólne**

- I. Pozyskiwanie, przetwarzanie i tworzenie informacji. Zdający:
- 1) [...] przetwarza informacje z różnorodnych źródeł [...].
- II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający:
- 5) wykorzystuje wiedzę i dostępne informacje do rozwiązywania problemów chemicznych [...].

**Wymagania szczegółowe**

Zakres rozszerzony

XV. Związki karbonylowe – aldehydy i ketony. Zdający:

- 2) na podstawie wzoru strukturalnego lub półstrukturalnego (grupowego) podaje nazwy systematyczne [...] ketonów [...].

XVII. Estry i tłuszcze. Zdający:

- 13) planuje ciągi przemian chemicznych wiążące ze sobą właściwości poznanych węglowodorów i ich pochodnych; pisze odpowiednie równania reakcji.

**Zasady oceniania**

1 pkt – poprawne napisanie wzoru i nazwy systematycznej.

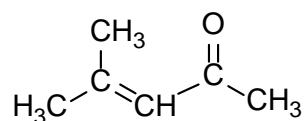
0 pkt – odpowiedź niespełniająca powyższego kryterium albo brak odpowiedzi.

**Rozwiązanie**

Wzór tlenku mezytylu:



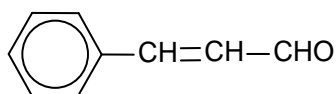
ALBO



Nazwa systematyczna tlenku mezytylu: 4-metylopent-3-en-2-on.

**Zadanie 46.2. (0–1)**

Aldehyd cynamonowy o wzorze:



otrzymuje się w wyniku kondensacji aldolowej dwóch aldehydów A i B, z których tylko aldehyd B ma atomy wodoru związane z atomem węgla  $\alpha$ .

**Napisz wzory grupowe (półstrukturalne) aldehydów A i B.**

Wzór aldehydu A	Wzór aldehydu B

**Wymagania ogólne**

- I. Pozyskiwanie, przetwarzanie i tworzenie informacji. Zdający:
- 1) [...] przetwarza informacje z różnorodnych źródeł [...].
- II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający:
- 5) wykorzystuje wiedzę i dostępne informacje do rozwiązywania problemów chemicznych [...].

**Wymagania szczegółowe**

Zakres rozszerzony

XV. Związki karbonylowe – aldehydy i ketony. Zdający:

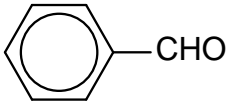
- 2) [...] rysuje wzory strukturalne lub półstrukturalne (grupowe);
- 4) porównuje metody otrzymywania, właściwości i zastosowania aldehydów i ketonów.

**Zasady oceniania**

1 pkt – poprawne narysowanie wzorów aldehydów.

0 pkt – odpowiedź niespełniająca powyższego kryterium albo brak odpowiedzi.

**Rozwiązanie**

Wzór aldehydu A	Wzór aldehydu B
	$\text{CH}_3\text{-CHO}$

**Zadanie 46.3. (0–1)**

Ustal, ile różnych produktów może powstać w wyniku reakcji aldolowej przeprowadzonej dla równomolowej mieszaniny etanal i propanal. Odpowiedź uzasadnij.

Liczba produktów reakcji: .....

Uzasadnienie: .....

.....

.....

**Wymagania ogólne**

- I. Pozyskiwanie, przetwarzanie i tworzenie informacji. Zdający:
- 1) [...] przetwarza informacje z różnorodnych źródeł [...].
- II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający:
- 1) [...] wyjaśnia przebieg procesów chemicznych.

**Wymaganie szczegółowe**

Zakres rozszerzony

XV. Związki karbonylowe – aldehydy i ketony. Zdający:

- 2) [...] rysuje wzory strukturalne lub półstrukturalne (grupowe).

**Zasady oceniania**

1 pkt – poprawne ustalenie liczby produktów i poprawne uzasadnienie.

0 pkt – odpowiedź niespełniająca powyższego kryterium albo brak odpowiedzi.

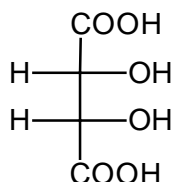
**Rozwiązanie**

Liczba produktów reakcji: 4

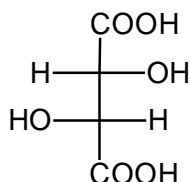
Uzasadnienie: Powstaną dwa produkty utworzone z dwóch cząsteczek tego samego aldehydu oraz dwa różne produkty utworzone w wyniku reakcji cząsteczek etanal i propanalu. Podczas tworzenia jednego z tych produktów reaguje grupa karbonylowa etanal, a z propanalu tworzy się karboanion. W drugim przypadku w propanalu reakcji ulega grupa karbonylowa, a z etanal tworzy się karboanion.

**Zadanie 47.**

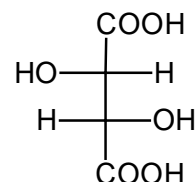
Poniżej przedstawiono wzory Fischera trzech stereoisomerów kwasu winowego (2,3-dihydroksybutanodiowego).



I



II



III

**Zadanie 47.1. (0–1)**

Uzupełnij poniższe zdanie. Wybierz i zaznacz właściwe określenie w każdym nawiasie.

Związki I i II są (enancjomerami / diastereoizomerami), a związki II i III stanowią parę (enancjomerów / diastereoizomerów).

**Wymagania ogólne**

I. Pozyskiwanie, przetwarzanie i tworzenie informacji. Zdający:

1) [...] przetwarza informacje z różnorodnych źródeł [...].

II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający:

6) stosuje poprawną terminologię.

**Wymaganie szczegółowe**

Zakres rozszerzony

XII. Wstęp do chemii organicznej. Zdający:

6) wyjaśnia zjawisko izomerii optycznej; wskazuje centrum stereogeniczne (asymetryczny atom węgla); rysuje wzory w projekcji Fischera izomerów optycznych: enancjomerów i diastereoizomerów [...].

## Zasady oceniania

1 pkt – poprawne uzupełnienie zdania.

0 pkt – odpowiedź niespełniająca powyższego kryterium albo brak odpowiedzi.

## Rozwiązanie

Związki I i II są (enancjomerami / **diastereoizomerami**), a związki II i III stanowią parę (**enancjomerów** / diastereoizomerów).

### Zadanie 47.2. (0–1)

Wymienionym w tabeli właściwościom fizycznym substancji przyporządkuj wzory właściwych stereoizomerów (I i II) – wpisz ich numery. Dla stereoizomeru III wpisz w tabeli przewidywane wartości temperatury topnienia, rozpuszczalności i skręcalności właściwej.

Numer stereoizomeru	Temperatura topnienia, °C	Rozpuszczalność, g/100 g H <sub>2</sub> O	Skręcalność właściwa
	170	139	+12°
	148	125	0°
III			

Na podstawie: J. McMurry, *Chemia organiczna*, Warszawa 2003.

## Wymagania ogólne

- I. Pozyskiwanie, przetwarzanie i tworzenie informacji. Zdający:
  - 1) [...] przetwarza informacje z różnorodnych źródeł [...].
- II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający:
  - 4) wskazuje na związek między właściwościami substancji a ich budową chemiczną;
  - 5) wykorzystuje wiedzę i dostępne informacje do rozwiązywania problemów chemicznych [...].

## Wymagania szczegółowe

Zakres rozszerzony

XII. Wstęp do chemii organicznej. Zdający:

- 6) wyjaśnia zjawisko izomerii optycznej; wskazuje centrum stereogeniczne (asymetryczny atom węgla); rysuje wzory w projekcji Fischera izomerów optycznych: enancjomerów i diastereoizomerów; uzasadnia warunki wystąpienia izomerii optycznej w cząsteczce związku o podanej nazwie lub o podanym wzorze; ocenia, czy cząsteczka o podanym wzorze stereochemicznym jest chiralna;
- 8) wyjaśnia wpływ budowy cząsteczek [...] na właściwości związków organicznych; [...] porównuje właściwości stereoizomerów (enancjomerów i diastereoizomerów).

## Zasady oceniania

1 pkt – poprawne uzupełnienie tabeli.

0 pkt – odpowiedź niespełniająca powyższego kryterium albo brak odpowiedzi.

## Rozwiązanie

Numer stereoizomeru	Temperatura topnienia, °C	Rozpuszczalność, g/100 g H <sub>2</sub> O	Skręcalność właściwa
II	170	139	+12°
I	148	125	0°
III	<b>170</b>	<b>139</b>	<b>-12°</b>

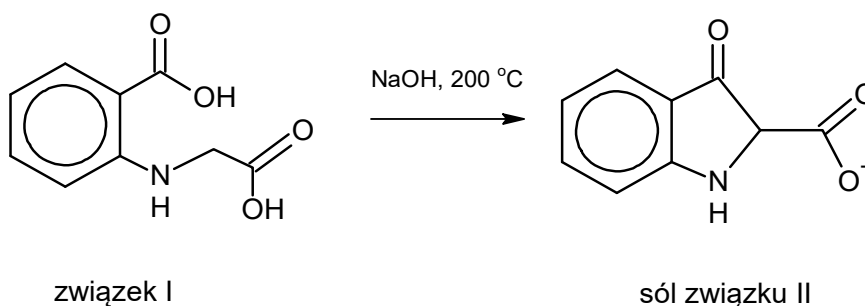
## Zadanie 48.

Błękit indygo jest naturalnym barwnikiem, który w końcu XIX w. zaczęto otrzymywać syntetycznie. W jednej z opracowanych wtedy metod produkcji tego związku surowcem była pochodna glicyny, *N*-(2-karboksyfenylo)glicyna (związek I). Ten substrat w pierwszym etapie syntezy ogrzewano z NaOH, co prowadziło do zamknięcia pierścienia pięcioczołowego.



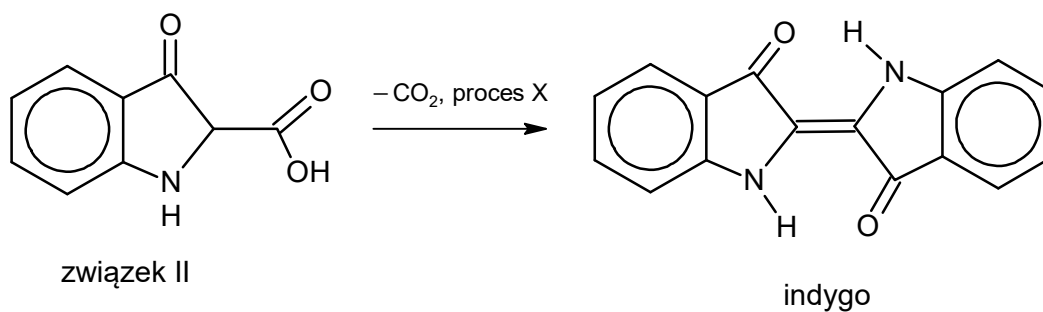
Tę reakcję opisuje schemat:

Etap I



Otrzymaną mieszaninę zakwaszono w celu utworzenia związku II. W drugim etapie syntezy zachodziła dekarboksylacja związku II oraz pewien proces X, w którym uczestniczył tlen z powietrza. Reakcje te prowadziły do powstania indygo, zgodnie ze schematem:

Etap II



**Zadanie 48.1. (0–1)**

**Napisz wzór nieorganicznego produktu ubocznego pierwszego etapu syntezy.**

.....

**Wymagania ogólne**

- I. Pozyskiwanie, przetwarzanie i tworzenie informacji. Zdający:
- 1) [...] przetwarza informacje z różnorodnych źródeł [...].
- II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający:
- 5) wykorzystuje wiedzę i dostępne informacje do rozwiązywania problemów chemicznych [...].

**Wymagania szczegółowe**

Zakres rozszerzony

XII. Wstęp do chemii organicznej. Zdający:

- 1) [...] stosuje założenia teorii strukturalnej budowy związków organicznych.

XVI. Kwasy karboksylowe. Zdający:

- 1) wskazuje grupę karboksylową [...] we wzorach kwasów karboksylowych alifatycznych i aromatycznych [...].

**Zasady oceniania**

1 pkt – poprawny wzór produktu ubocznego.

0 pkt – odpowiedź niespełniająca powyższego kryterium albo brak odpowiedzi.

**Rozwiązanie**

H<sub>2</sub>O

**Zadanie 48.2. (0–1)**

**Podaj stosunek molowy tlenu O<sub>2</sub> do związku II w reakcji zachodzącej podczas procesu X.**

.....

**Wymagania ogólne**

- I. Pozyskiwanie, przetwarzanie i tworzenie informacji. Zdający:
- 1) [...] przetwarza informacje z różnorodnych źródeł [...].
- II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający:
- 5) wykorzystuje wiedzę i dostępne informacje do rozwiązywania problemów chemicznych [...].

**Wymagania szczegółowe**

Zakres rozszerzony

I. Atomy, cząsteczki i stechiometria chemiczna. Zdający:

- 6) dokonuje interpretacji jakościowej i ilościowej równania reakcji w ujęciu molowym [...].

XII. Wstęp do chemii organicznej. Zdający:

- 1) [...] stosuje założenia teorii strukturalnej budowy związków organicznych.



XVI. Kwasy karboksylowe. Zdający:

- 1) wskazuje grupę karboksylową [...] we wzorach kwasów karboksylowych alifatycznych i aromatycznych [...].

### Zasady oceniania

1 pkt – poprawne podanie stosunku molowego.

0 pkt – odpowiedź niespełniająca powyższego kryterium albo brak odpowiedzi.

### Rozwiązanie

1 : 2

### Zadanie 49.

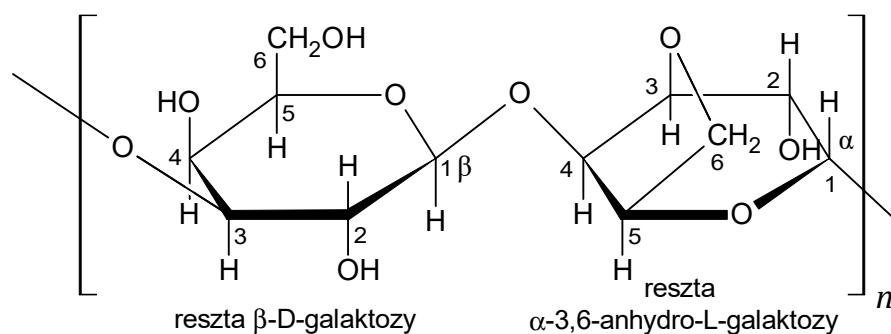
Agar to substancja żelująca wytwarzana z krasnorostów. W jej skład wchodzi m.in. agarozę – polisacharyd, który jest polimerem  $\beta$ -D-galaktozy i  $\alpha$ -3,6-anhydro-L-galaktozy.

### Zadanie 49.1. (0–1)

Wiązanie O-glikozydowe powstaje w wyniku kondensacji dwóch grup –OH należących do dwóch cząsteczek monosacharydów, przy czym przynajmniej jedna z tych grup związana była z anomerycznym (półacetalowym) atomem węgla w cząsteczce monosacharydu.

3,6-anhydrogalaktoza powstaje w wyniku kondensacji grup hydroksylowych znajdujących się przy 3. i 6. atomie węgla cząsteczki galaktozy prowadzącej do oderwania cząsteczki wody.

Na poniższym schemacie budowy fragmentu łańcucha agarozy zakreśl atomy tlenu uczestniczące w tworzeniu wiązań O-glikozydowych. Napisz sumaryczny wzór  $\alpha$ -3,6-anhydrogalaktozy.



Wzór sumaryczny  $\alpha$ -3,6-anhydro-L-galaktozy: .....

### Wymagania ogólne

I. Pozyskiwanie, przetwarzanie i tworzenie informacji. Zdający:

- 1) [...] przetwarza informacje z różnorodnych źródeł [...].

II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający:

- 5) wykorzystuje wiedzę i dostępne informacje do rozwiązywania problemów chemicznych [...].

## Wymagania szczegółowe

Zakres rozszerzony

XX. Cukry. Zdający:

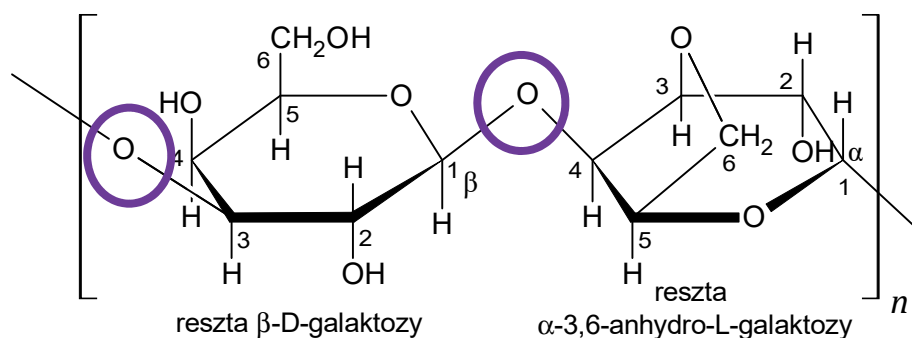
- 3) [...] rysuje wzory taflowe (Hawortha) anomerów  $\alpha$  i  $\beta$  [...];
- 6) wskazuje wiązanie O-glikozydowe w cząsteczkach cukrów o podanych wzorach [...].

## Zasady oceniania

1 pkt – poprawne zakreślenie obu atomów tlenu i poprawne napisanie wzoru sumarycznego.

0 pkt – odpowiedź niespełniająca powyższego kryterium albo brak odpowiedzi.

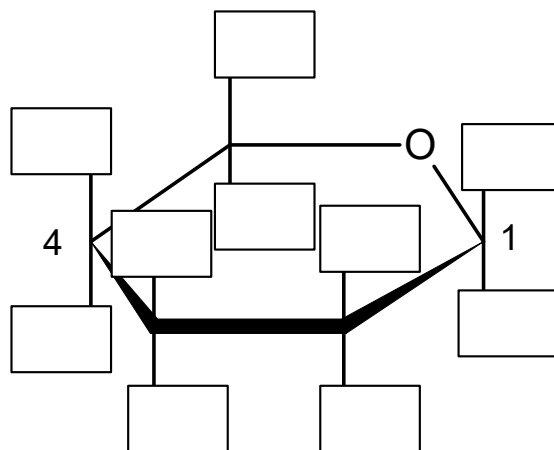
## Rozwiązanie



Wzór sumaryczny 3,6-anhydro-L-galaktozy:  $C_6H_{10}O_5$  ALBO  $C_6(H_2O)_5$

## Zadanie 49.2. (0–1)

Uzupełnij poniższy schemat tak, aby przedstawiał wzór  $\beta$ -D-galaktozy ( $\beta$ -D-galaktopiranozy).



## Wymagania ogólne

I. Pozyskiwanie, przetwarzanie i tworzenie informacji. Zdający:

- 1) [...] przetwarza informacje z różnorodnych źródeł [...].

II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający:

- 5) wykorzystuje wiedzę i dostępne informacje do rozwiązywania problemów chemicznych [...].

**Wymaganie szczegółowe**

Zakres rozszerzony

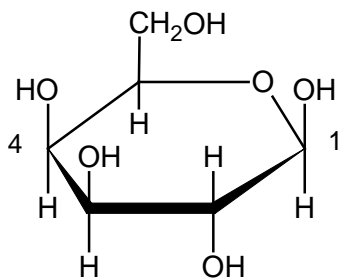
XX. Cukry. Zdający:

- 3) [...] rysuje wzory taflowe (Hawortha) anomerów  $\alpha$  i  $\beta$  [...].

**Zasady oceniania**

1 pkt – poprawne uzupełnienie schematu.

0 pkt – odpowiedź niespełniająca powyższego kryterium albo brak odpowiedzi.

**Rozwiązanie****Zadanie 49.3. (0–2)**

**Uzupełnij poniższe zdania. Wybierz i zaznacz jedno określenie spośród podanych w każdym nawiasie.**

Agar dobrze rozpuszcza się w gorącej wodzie i tworzy (roztwór właściwy / układ koloidalny). Stygnąc, przyjmuje postać (zolu / żelu). Takie właściwości agaru są możliwe dzięki oddziaływaniu jego cząsteczek z cząsteczkami wody polegającym na tworzeniu licznych wiązań (jonowych / kowalencyjnych / wodorowych). Podobne właściwości wykazuje otrzymana z kości i skór zwierząt rzeźnych żelatyna, która jest (białkiem / dekstryną / polisacharydem).

**Wymagania ogólne**

II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający:

- 4) wskazuje na związek między właściwościami substancji a ich budową chemiczną;  
5) wykorzystuje wiedzę i dostępne informacje do rozwiązywania problemów chemicznych [...].

**Wymagania szczegółowe**

Zakres rozszerzony

III. Wiązania chemiczne. Oddziaływania międzycząsteczkowe. Zdający:

- 6) opisuje i przewiduje wpływ [...] oddziaływań międzycząsteczkowych (siły van der Waalsa, wiązania wodorowe) [...] na właściwości fizyczne substancji [...] organicznych.

V. Roztwory. Zdający:

- 1) wymienia różnice we właściwościach roztworów właściwych, koloidów i zawiesin.

XIX. Białka. Zdający:

- 1) opisuje budowę białek.

### Zasady oceniania

2 p. – cztery poprawne uzupełnienia zdań.

1 p. – trzy albo dwa poprawne uzupełnienia zdań.

0 p. – odpowiedź niespełniająca powyższych kryteriów albo brak odpowiedzi.

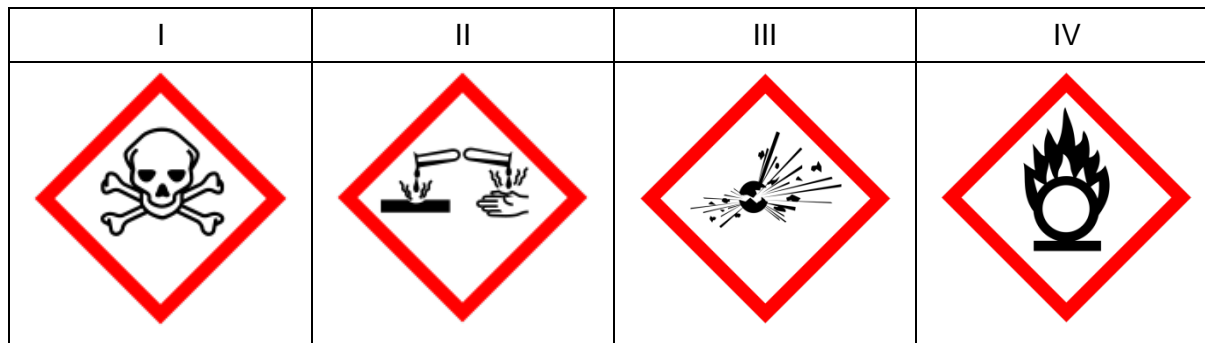
### Rozwiązanie

Agar dobrze rozpuszcza się w gorącej wodzie i tworzy (roztwór właściwy / **układ koloidalny**). Stygnać, przyjmuje postać (zolu / **żelu**). Takie właściwości agaru są możliwe dzięki oddziaływaniu jego cząsteczek z cząsteczkami wody polegającym na tworzeniu licznych wiązań (jonowych / kowalencyjnych / **wodorowych**). Podobne właściwości wykazuje otrzymana z kości i skór zwierząt rzeźnych żelatyna, która jest (**białkiem** / dekstryną / polisacharydem).

## CHEMIA PRAKTYCZNA

## Zadanie 50. (0–2)

Poniżej przedstawiono wybrane piktogramy stosowane do oznaczania niebezpiecznych substancji i mieszanin.



Spośród przedstawionych piktogramów wybierz dwa stosowane do opisu zagrożeń wynikających ze stosowania w laboratorium kwasu azotowego(V). Uzupełnij tabelę – wpisz oznaczenia cyfrowe wybranych piktogramów i zaznacz literę wskazującą znaczenie danego piktogramu.

Warunki bezpieczeństwa	Piktogram	Znaczenie piktogramu: substancja
Pracować w rękawicach i odzieży ochronnej; stosować ochronę oczu i twarzy.		<b>A.</b> żrąca lub korodująca metale <b>B.</b> utleniająca <b>C.</b> wybuchowa <b>D.</b> toksyczna
Przechowywać z dala od odzieży i innych materiałów zapalnych.		<b>A.</b> żrąca lub korodująca metale <b>B.</b> utleniająca <b>C.</b> wybuchowa <b>D.</b> toksyczna

## Wymagania ogólne

III. Opanowanie czynności praktycznych. Zdający:

- 1) bezpiecznie posługuje się sprzętem laboratoryjnym i odczynnikami chemicznymi;
- 4) przestrzega zasad bezpieczeństwa i higieny pracy.

## Wymaganie szczegółowe

Zakres rozszerzony

VII. Systematyka związków nieorganicznych. Zdający:

- 9) opisuje typowe właściwości chemiczne kwasów [...].

## Zasady oceniania

2 pkt – poprawne wypełnienie dwóch wierszy tabeli – wpisanie oznaczeń piktogramów i wskazanie ich znaczenia.

1 pkt – poprawne wypełnienie jednego wiersza tabeli.

0 pkt – odpowiedź niespełniająca powyższych kryteriów albo brak odpowiedzi.



**Zasady oceniania**

2 pkt – zastosowanie poprawnej metody, poprawne wykonanie obliczeń oraz podanie wyniku w procentach masowych.

1 pkt – zastosowanie poprawnej metody, ale:

– popelnienie błędów rachunkowych prowadzących do błędnego wyniku liczbowego.

*LUB*

– niepodanie wyniku w procentach.

0 pkt – za zastosowanie błędnej metody obliczenia albo brak rozwiązania.

**Przykładowe rozwiązania**Sposób I

W 100 g próbki 11,9 g S  $\Rightarrow$  0,372 mola S  $\Rightarrow$  0,372 mola CaSO<sub>4</sub>

W 100 g próbki 22,2 g Ca  $\Rightarrow$  0,555 mola Ca

$M(\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2) = 234 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

W 100 g próbki  $0,555 - 0,372 = 0,183$  mola Ca(H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>  $\Rightarrow 0,183 \cdot 234 = 42,8 \text{ g}$

$\Rightarrow$  **42,8(%)  $\approx$  43(%)**

Sposób II

Należy przyjąć do obliczeń masę nawozu równą 100 g

234 g  $\cdot$  mol<sup>-1</sup> – masa molowa Ca(H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>

136 g  $\cdot$  mol<sup>-1</sup> – masa molowa CaSO<sub>4</sub>

136 g CaSO<sub>4</sub> — 32 g S

x — 11,9 g S  $\Rightarrow x = 50,575 \text{ g CaSO}_4$

136 g CaSO<sub>4</sub> — 40 g Ca

50,575 g CaSO<sub>4</sub> — y  $\Rightarrow y = 14,875 \text{ g Ca}$

W 100 gramach 22,2 g Ca:  $22,2 \text{ g} - 14,875 \text{ g} = 7,33 \text{ g}$

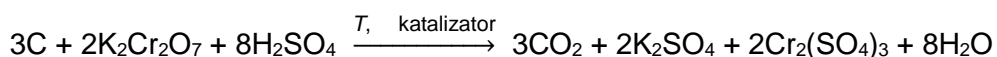
234 g Ca(H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> — 40 g Ca

z — 7,33 g Ca  $\Rightarrow z = 42,88 \text{ g} \Rightarrow$  **42,9(%)  $\approx$  43(%)**

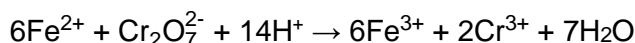
**Informacja do zadań 52.–54.**

Jakość gleb zależy m.in. od zawartości tzw. próchnicy, stanowiącej mieszaninę związków chemicznych pochodzących z rozkładu szczątków organicznych. Sposób określenia w przybliżeniu zawartości próchnicy w glebie polega na ilościowym utlenieniu związków organicznych, których głównym składnikiem jest węgiel.

Utlenianie węgla zawartego w związkach organicznych można przeprowadzić za pomocą dichromianu(VI) potasu, w środowisku kwasu siarkowego(VI) z dodatkiem siarczanu(VI) rtęci(II) jako katalizatora (reakcja 1.), co w uproszczeniu można zilustrować równaniem:



W tej metodzie stosuje się nadmiar dichromianu(VI), a następnie – w obecności wskaźnika – utleniacz dodany w nadmiarze poddaje się reakcji z jonami żelaza Fe<sup>2+</sup> jako reduktorem (reakcja 2.).







## Wymagania ogólne

- I. Pozyskiwanie, przetwarzanie i tworzenie informacji. Zdający:
  - 1) [...] przetwarza informacje z różnorodnych źródeł [...].
- II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający:
  - 4) wskazuje na związek między właściwościami substancji a ich budową chemiczną.

## Wymagania szczegółowe

Zakres rozszerzony

- II. Atomy, cząsteczki i stechiometria chemiczna. Zdający:
  - 6) dokonuje interpretacji jakościowej i ilościowej równania reakcji w ujęciu molowym, masowym [...].
- V. Roztwory. Zdający:
  - 2) wykonuje obliczenia związane z przygotowaniem, [...] roztworów z zastosowaniem pojęć: stężenie procentowe lub molowe [...].
- VIII. Reakcje utleniania i redukcji. Zdający:
  - 1) stosuje pojęcia: stopień utlenienia, utleniacz, reduktor, utlenianie, redukcja;
  - 2) wskazuje utleniacz, reduktor, proces utleniania i redukcji w podanej reakcji.

## Zasady oceniania

To zadanie jest oceniane z zastosowaniem następujących poziomów rozwiązania:

<b>Poziom 2. (3–4 pkt)</b>	Rozwiązanie zawierające oba poprawnie – przynajmniej co do metody – wykonane etapy prowadzące do określenia zawartości próchnicy, np.: <ul style="list-style-type: none"> <li>– obliczenie maksymalnej liczby moli węgla w badanej próbce</li> <li>– obliczenie liczby moli dichromianu(VI) z uwzględnieniem nadmiaru</li> <li>– obliczenie objętości roztworu dichromianu(VI)</li> <li>– obliczenie liczby moli dichromianu(VI), który przereagował z węglem</li> <li>– obliczenie masy węgla</li> <li>– obliczenie zawartości próchnicy i interpretacja wyniku</li> </ul> 4 pkt – jeżeli rozwiązanie nie zawiera błędów. 3 pkt – jeżeli rozwiązanie zawiera błędy (arytmetyczne, odczytu danych, wynik jest podany z błędną jednostką lub bez jednostki).
<b>Poziom 1. (1–2 pkt)</b>	Rozwiązanie zawierające jeden poprawnie – przynajmniej co do metody – wykonany pierwszy etap prowadzący do obliczenia objętości roztworu dichromianu, np.: <ul style="list-style-type: none"> <li>– obliczenie maksymalnej liczby moli węgla w badanej próbce</li> <li>– obliczenie liczby moli dichromianu(VI) z uwzględnieniem nadmiaru</li> <li>– obliczenie objętości roztworu dichromianu(VI).</li> </ul> 2 pkt – jeżeli rozwiązanie nie zawiera błędów. 1 pkt – jeżeli rozwiązanie zawiera błędy (arytmetyczne, odczytu danych, wynik jest podany z błędną jednostką lub bez jednostki).
<b>Poziom 0. (0 pkt)</b>	Rozwiązanie całkowicie błędne albo brak rozwiązania.

## Rozwiązanie

### Etap I

Obliczenie maksymalnej liczby moli węgla w badanej próbce:

$$m_{\text{gleby}} = 0,450 \text{ g}$$

$$m_{\text{próchnicy}} = 0,450 \text{ g} \cdot 0,06 = 0,027 \text{ g}$$

$$m_{\text{C}} = 0,027 \text{ g} \cdot 0,58 = 0,01566 \text{ g}$$

$$n_{\text{C}} = \frac{0,01566}{12} \text{ mol} = \mathbf{1,305 \cdot 10^{-3} \text{ mol}}$$

Obliczenie liczby moli dichromianu:

$$\text{bez nadmiaru: } n_{\text{utl}} = \frac{2n_{\text{C}}}{3} = 8,7 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

$$\text{z nadmiarem: } n_{\text{ndm utl}} = 8,7 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot 1,15 = \mathbf{10^{-3} \text{ mol}}$$

Obliczenie objętości roztworu dichromianu:

$$V = \frac{n}{C} = \frac{10^{-3}}{10^{-1}} \text{ dm}^3 = \mathbf{0,01 \text{ dm}^3}$$

### Etap II

Obliczenie liczby moli dichromianu zużytego na utlenienie związków organicznych (węgla) zawartych w próchnicy:

Stosunek molowy utleniacza do reduktora  $n_{\text{utl}} : n_{\text{red}} = 1 : 6$

Liczba moli reduktora, który przereagował z nadmiarem utleniacza:

$$n_{\text{Fe}^{2+}} = 0,1 \cdot 0,0426 \text{ mol} = 4,26 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

Liczba moli utleniacza który przereagował z węglem:

$$n_{\text{utl}} = 0,1 \cdot 0,01 \text{ mol} - \frac{4,26 \cdot 10^{-3}}{6} \text{ mol} = 2,9 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

Obliczenie zawartości próchnicy w badanej glebie:

$$\text{Liczba moli węgla: } n_{\text{C}} = \frac{3 \cdot 2,9 \cdot 10^{-4}}{2} \text{ mol} = 4,35 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

$$\text{Masa węgla: } m_{\text{C}} = (12 \cdot 4,35 \cdot 10^{-4}) \text{ g} = 5,22 \cdot 10^{-3} \text{ g}$$

$$\text{Masa próchnicy: } m_{\text{próchnicy}} = \frac{5,22 \cdot 10^{-3} \cdot 100}{58} \text{ g} = 9 \cdot 10^{-3} \text{ g}$$

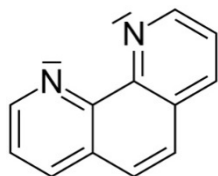
$$\text{Zawartość próchnicy: } \frac{m_{\text{próchnicy}}}{m_{\text{gleby}}} \cdot 100\% = \frac{9 \cdot 10^{-3}}{0,45} \cdot 100\% = \mathbf{2\%}$$

Zawartość próchnicy w badanej glebie jest **średnia**.

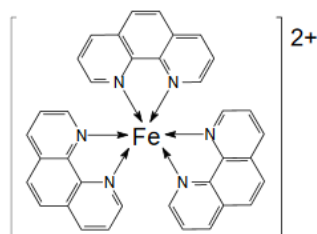


**Zadanie 54.**

Przed rozpoczęciem miareczkowania wprowadza się do kolby kilka kropel wodnego roztworu wskaźnika, którym jest o-fenantrolina (1,10-fenantrolina) przedstawiona wzorem 1. Sam ten wskaźnik jest bezbarwny, ale tworzy z jonami żelaza  $\text{Fe}^{2+}$  kompleks (wzór 2.) o intensywnej czerwonej barwie.



wzór 1.



wzór 2.

**Zadanie 54.1. (0–1)**

**Wyjaśnij na podstawie struktury o-fenantroliny, dlaczego może ona, podobnie jak amoniak, pełnić funkcję ligandu w jonie kompleksowym.**

.....

.....

**Wymaganie ogólne**

- II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający:
- 2) wskazuje na związek między właściwościami substancji a ich budową chemiczną;
  - 5) wykorzystuje wiedzę i dostępne informacje do rozwiązywania problemów chemicznych [...].

**Wymaganie szczegółowe**

Zakres rozszerzony

- III. Wiązania chemiczne. Oddziaływania międzycząsteczkowe. Zdający:
- 2) [...] opisuje powstawanie wiązań kowalencyjnych [...] z uwzględnieniem wiązań koordynacyjnych.

**Zasady oceniania**

1 pkt – poprawne wyjaśnienie.

0 pkt – odpowiedź niespełniająca powyższego kryterium albo brak odpowiedzi.

**Rozwiązanie**

W cząsteczce o-fenantroliny znajdują się atomy azotu, które mają wolne pary elektronowe, zdolne do tworzenia wiązań z jonem metalu.

**Zadanie 54.2. (0–2)**

Przyporządkuj kolby z roztworami (I–III) do kolejnych etapów miareczkowania jonów dichromianowych(VI) jonami żelaza(II) w obecności *o*-fenantroliny. Odpowiedź uzasadnij.



I



II



III

Przed rozpoczęciem miareczkowania – kolba .....

Uzasadnienie: .....

.....

Podczas dodawania roztworu soli żelaza(II) – kolba .....

Uzasadnienie: .....

.....

W punkcie końcowym miareczkowania – kolba .....

Uzasadnienie: .....

.....

**Wymaganie ogólne**

II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający:

- 5) wykorzystuje wiedzę i dostępne informacje do rozwiązywania problemów chemicznych [...].

**Wymaganie szczegółowe**

Zakres rozszerzony

X. Metale, niemetale i ich związki. Zdający:

- 7) przewiduje produkty redukcji jonów [...] dichromianowych(VI) w środowisku kwasowym [...].

**Zasady oceniania**

2 pkt – poprawne przyporządkowanie trzech numerów roztworów i poprawne uzasadnienie.

1 pkt – poprawne przyporządkowanie trzech numerów roztworów, ale niepoprawne uzasadnienie lub brak uzasadnienia.

0 pkt – odpowiedź niespełniająca powyższych kryteriów albo brak odpowiedzi.

**Rozwiązanie**

Przed rozpoczęciem miareczkowania – kolba III.

Uzasadnienie: Pomarańczowa barwa pochodzi od jonów dichromianowych(VI), które dodano do próbki.

Podczas dodawania soli żelaza(II) – kolba I.

Uzasadnienie: Pojawiająca się zielona barwa pochodzi od jonów  $\text{Cr}^{3+}$  powstających w wyniku redukcji jonów dichromianowych(VI).

W punkcie końcowym miareczkowania – kolba II.

Uzasadnienie: Czerwona barwa pochodzi od kompleksu, który jony  $\text{Fe}^{2+}$  tworzą z o-fenantroliną.

**Zadanie 55. (0–1)**

Poniżej przedstawiono opis jednej z najnowocześniejszych, a jednocześnie powszechnie stosowanej metody pokrywania karoserii samochodowych powłokami antykorozyjnymi lub dekoracyjnymi.

*Do malowania wykorzystuje się farby tworzące z wodą układy koloidalne. Malowanie zachodzi w wyniku przepływu prądu elektrycznego. W polu elektrycznym obdarzone ładunkiem elektrycznym koloidalne cząstki farby poruszają się do elektrody, którą jest karoseria samochodu. Proces nakładania powłoki prowadzi się z zastosowaniem prądu stałego o określonym napięciu.*

**Zaznacz nazwę zjawiska stanowiącego podstawę opisanego procesu.**

- A. elektroliza
- B. elektroforeza
- C. ekstrakcja
- D. sedymentacja

**Wymaganie ogólne**

- II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający:  
2) wskazuje na związek właściwości różnorodnych substancji z ich zastosowaniami [...].

**Wymaganie szczegółowe**

Zakres rozszerzony

V. Roztwory. Zdający:

- 4) opisuje sposoby rozdzielania roztworów właściwych (ciał stałych w cieczach, cieczy w cieczach) na składniki (m.in. [...] elektroforeza).

**Zasady oceniania**

1 pkt – wskazanie poprawnej odpowiedzi.

0 pkt – odpowiedź niespełniająca powyższego kryterium albo brak odpowiedzi.

**Rozwiązanie**

B

**Zadanie 56. (0–1)**

Wobec ciągle wzrastającej ilości odpadów, w których duży udział mają tworzywa sztuczne, coraz bardziej istotnym kryterium doboru i stosowania polimerów staje się ich zdolność do biodegradacji. Ten proces polega na rozkładzie makrocząsteczek pod wpływem mikroorganizmów takich jak drożdże lub bakterie. Produktami całkowitej biodegradacji są zwykle gazy, np. CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, NH<sub>3</sub> i para wodna.

Czynniki sprzyjające biodegradacji to niska masa cząsteczkowa polimeru, jego właściwości hydrofilowe oraz obecność grup funkcyjnych podatnych na enzymatyczną hydrolizę lub utlenianie.

Poniżej przedstawiono wzory trzech polimerów: dwa z nich powstają w wyniku procesów polimeryzacji, a jeden – w reakcji polikondensacji.

**Wybierz spośród przedstawionych polimerów ten, który będzie najłatwiej uległ biodegradacji, i napisz równanie reakcji jego otrzymywania z odpowiedniego monomeru.**

$\left[ \text{CH}_2 - \underset{\text{Cl}}{\text{CH}} \right]_n$	$\left[ \text{CH}_2 - \underset{\text{C}_6\text{H}_5}{\text{CH}} \right]_n$	$\left[ \text{O} - \underset{\text{CH}_3}{\text{CH}} - \underset{\text{O}}{\text{C}} \right]_n$
poli(chlorek winylu)	polistyren	poli(kwas mlekowy) polilaktyd

**Wymagania ogólne**

- I. Pozyskiwanie, przetwarzanie i tworzenie informacji. Zdający:
- 1) [...] przetwarza informacje z różnorodnych źródeł [...].
- II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający:
- 4) wskazuje na związek między właściwościami substancji a ich budową chemiczną.

**Wymagania szczegółowe**

Zakres rozszerzony

XIII. Węglowodory. Zdający:

- 7) ustala wzór monomeru, z którego został otrzymany polimer o podanej strukturze; [...] pisze odpowiednie równania reakcji.

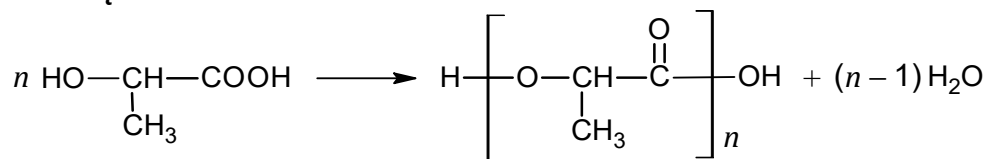
XXII. Elementy ochrony środowiska. Zdający:

- 3) proponuje sposoby ochrony środowiska naturalnego przed zanieczyszczeniem i degradacją [...].

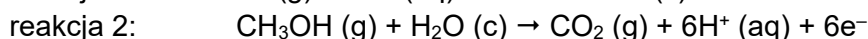
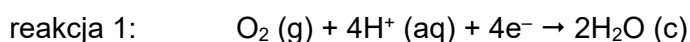
**Zasady oceniania**

1 pkt – wybór poli(kwasu mlekowego) i napisanie równania reakcji jego otrzymywania.

0 pkt – odpowiedź niespełniająca powyższego kryterium albo brak odpowiedzi.

**Rozwiązanie****Informacja do zadań 57–58.**

W pracującym ogniwie paliwowym zasilanym bezpośrednio metanolem na elektrodach bieżą reakcje chemiczne:

**Zadanie 57.1. (0–1)**

**Napisz sumaryczne równanie reakcji bieżącej w opisanym ogniwie paliwowym.**

**Wymagania ogólne**

- I. Pozyskiwanie, przetwarzanie i tworzenie informacji. Zdający:
  - 1) [...] przetwarza informacje z różnorodnych źródeł [...].
- II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający:
  - 1) [...] wyjaśnia przebieg procesów chemicznych;
  - 5) wykorzystuje wiedzę i dostępne informacje do rozwiązywania problemów chemicznych [...].

**Wymagania szczegółowe**

Zakres rozszerzony

VIII. Reakcje utleniania i redukcji. Zdający:

- 5) stosuje zasady bilansu elektronowo-jonowego – dobiera współczynniki stechiometryczne w schematach reakcji utleniania-redukcji (w formie cząsteczkowej i jonowej).

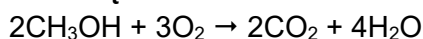
IX. Elektrochemia. Ogniwa i elektroliza. Zdający:

- 10) opisuje budowę, działanie i zastosowanie współczesnych źródeł prądu stałego (np. akumulator, bateria, ogniwo paliwowe).

**Zasady oceniania**

1pkt – poprawny zapis sumarycznego równania reakcji bieżącej w ogniwie paliwowym.

0 pkt – odpowiedź niespełniająca powyższego kryterium albo brak odpowiedzi.

**Rozwiązanie**



**Zadanie 57.2. (0–1)**

Uzupełnij poniższe zdanie. Wybierz i zaznacz jedną odpowiedź spośród podanych w każdym nawiasie.

W opisanym ogniwie paliwowym na katodzie biegnie reakcja (1 / 2), a na anodzie biegnie reakcja (1 / 2). W sumarycznym procesie bierze udział (4 / 6 / 12) moli elektronów w przeliczeniu na 1 mol reduktora.

**Wymagania ogólne**

- I. Pozyskiwanie, przetwarzanie i tworzenie informacji. Zdający:
  - 1) [...] przetwarza informacje z różnorodnych źródeł [...].
- II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający:
  - 1) [...] wyjaśnia przebieg procesów chemicznych;
  - 5) wykorzystuje wiedzę i dostępne informacje do rozwiązywania problemów chemicznych [...];
  - 7) wykonuje obliczenia dotyczące praw chemicznych.

**Wymagania szczegółowe**

Zakres rozszerzony

VIII. Reakcje utleniania i redukcji. Zdający:

- 5) stosuje zasady bilansu elektronowo-jonowego – dobiera współczynniki stechiometryczne w schematach reakcji utleniania-redukcji (w formie cząsteczkowej i jonowej).

IX. Elektrochemia. Ogniwa i elektroliza. Zdający:

- 1) stosuje pojęcia: [...], anoda, katoda, ogniwo galwaniczne, [...];
- 3) pisze równania reakcji zachodzące na elektrodach (na katodzie i anodzie) ogniwa galwanicznego o danym schemacie; projektuje ogniwo, w którym zachodzi dana reakcja chemiczna [...];
- 10) opisuje budowę, działanie [...] współczesnych źródeł prądu stałego (np. [...] ogniwo paliwowe).

**Zasady oceniania**

1pkt – poprawne uzupełnienie zdań.

0 pkt – odpowiedź niespełniająca powyższego kryterium albo brak odpowiedzi.

**Rozwiązanie**

W opisanym ogniwie paliwowym na katodzie biegnie reakcja (1 / 2), a na anodzie biegnie reakcja (1 / 2). W sumarycznym procesie bierze udział (4 / 6 / 12) moli elektronów w przeliczeniu na 1 mol reduktora.



### 3. Informacja o egzaminie maturalnym z chemii dla absolwentów niesłyszących

Informacje o egzaminie maturalnym z chemii przedstawione w rozdziale [1. Opis egzaminu maturalnego z chemii](#) dotyczą również egzaminu dla absolwentów niesłyszących. Ponadto zdający niesłyszący przystępują do egzaminu maturalnego w warunkach i formie dostosowanych do potrzeb wynikających z ich niepełnosprawności.

Dostosowanie warunków przeprowadzenia egzaminu maturalnego dla absolwentów niesłyszących obejmuje m.in. czas trwania egzaminu. Dostosowanie formy egzaminu maturalnego z chemii dla absolwentów niesłyszących polega na przygotowaniu odpowiednich arkuszy, w których uwzględnia się zmianę sposobu formułowania treści niektórych zadań i poleceń. Zmiany te dotyczą zamiany pojedynczych słów, zwrotów lub całych zdań – jeśli mogłyby one być niezrozumiałe lub błędnie zrozumiane przez osoby niesłyszące. Jednak takie zmiany nie mogą wpływać na merytoryczną treść zadania oraz nie mogą dotyczyć terminów typowych dla danej dziedziny wiedzy.

Szczegółowe informacje z tym związane określone są w *Komunikacie dyrektora Centralnej Komisji Egzaminacyjnej w sprawie szczegółowych sposobów dostosowania warunków i form przeprowadzania egzaminu maturalnego w danym roku szkolnym*.

W dalszej części tego rozdziału zostały przedstawione przykładowe zadania, które ilustrują sposób dostosowania niektórych zadań wybranych z rozdziału [2. Przykładowe zadania z rozwiązaniami](#). Zachowano tę samą numerację zadań.

## BUDOWA MATERII

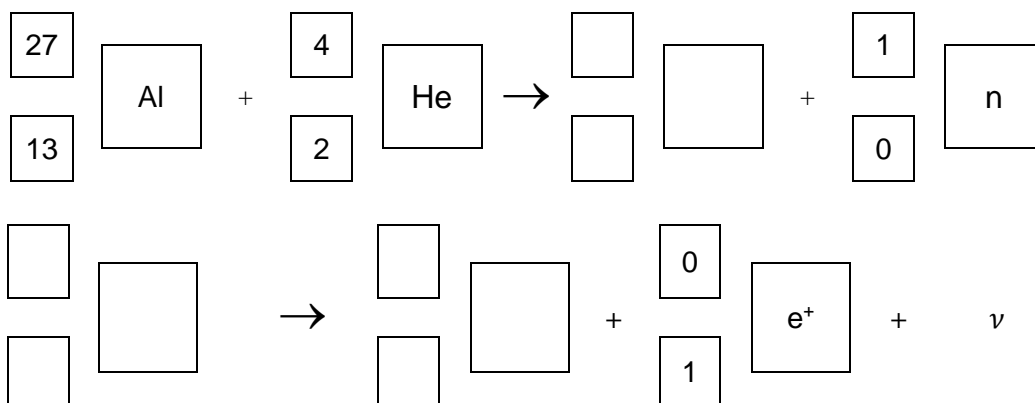
## Zadanie 4. (0–1)

Poniżej przedstawiono przemianę jądrową, reakcję glinu z cząstkami  $\alpha$ .

Przemiana jest dwuetapowa:

- w pierwszej reakcji jądrowej powstają niestabilne jądro i neutron,
- w drugiej reakcji jądrowej następuje rozpad  $\beta^+$  niestabilnego jądra, emisja pozytonu i neutrino  $\nu$ .

Napisz równania opisanej przemiany jądrowej. Uzupełnij poniższe schematy.

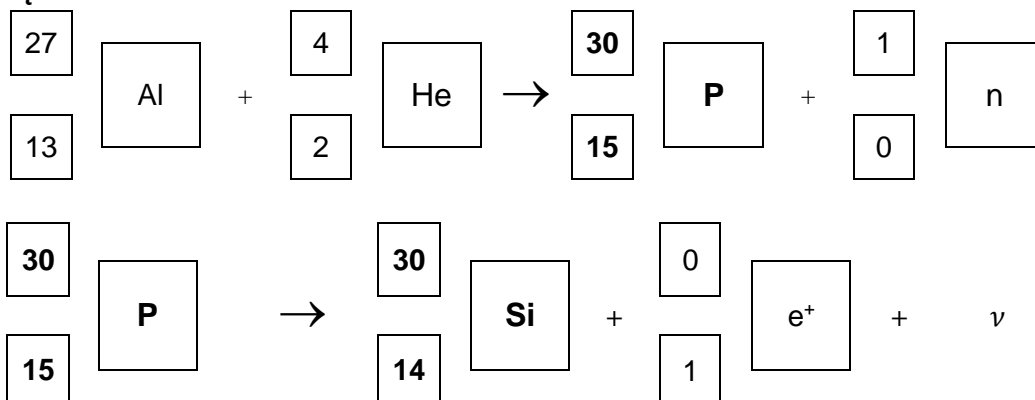


## Zasady oceniania

1 pkt – poprawne napisanie dwóch równań.

0 pkt – odpowiedź niespełniająca powyższego kryterium albo brak odpowiedzi.

## Rozwiązanie





Równanie reakcji rozkładu w I etapie: .....

Równanie reakcji rozkładu w II etapie: .....

### Zasady oceniania

3 pkt – zastosowanie poprawnej metody, poprawne wykonanie obliczeń oraz podanie dwóch równań reakcji rozkładu.

2 pkt – zastosowanie poprawnej metody i poprawne wykonanie obliczeń oraz błędne napisanie równań reakcji lub brak równań reakcji rozkładu.

ALBO

– zastosowanie poprawnej metody, ale popełnienie błędów rachunkowych, które umożliwiają podanie równań reakcji, przy czym w pierwszym etapie równanie przedstawia proces odwodnienia hydratu, a w drugim – rozkład węglanu.

1 pkt – zastosowanie poprawnej metody, ale popełnienie błędów rachunkowych oraz błędne napisanie równań reakcji lub brak równań reakcji rozkładu.

0 pkt – zastosowanie błędnej metody albo brak rozwiązania.

### Rozwiązanie

Obliczenie masy molowej hydratu,  $\text{CoCO}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ :

$$3 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \quad \text{—————} \quad 68,1 \cdot 10^{-3} \text{ g}$$

$$1 \text{ mol} \quad \text{—————} \quad M$$

$$M = 227 \text{ g}$$

$M(\text{CoCO}_3) = 119 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ , zatem:  $x = 6$ .

$$6 \cdot 3 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \quad \text{—————} \quad x$$

$$1 \text{ mol} \quad \text{—————} \quad 18 \cdot 10^3 \text{ mg H}_2\text{O}$$

$$x = 32,4 \text{ mg H}_2\text{O} \text{ – co odpowiada } \Delta m_1$$

$$3 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \quad \text{—————} \quad y$$

$$1 \text{ mol} \quad \text{—————} \quad 44 \cdot 10^3 \text{ mg CO}_2$$

$$y = 13,2 \text{ mg CO}_2 \text{ – co odpowiada } \Delta m_2$$

Równanie reakcji rozkładu w I etapie:  $\text{CoCO}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CoCO}_3 + 6\text{H}_2\text{O}$

Równanie reakcji rozkładu w II etapie:  $\text{CoCO}_3 \rightarrow \text{CoO} + \text{CO}_2$

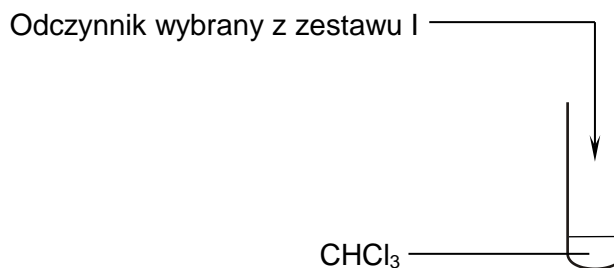
## CHEMIA NIEORGANICZNA

## Zadanie 15.

Wykonano doświadczenie, w którym pokazano, że chlor jest silniejszym utleniaczem niż brom.  
Etap 1.

Do probówki z bezbarwnym rozpuszczalnikiem  $\text{CHCl}_3$  wiano odczynnik, wybrany z zestawu I, zawartość probówki wymieszano. Ciecz w probówce rozdzieliła się na dwie warstwy.

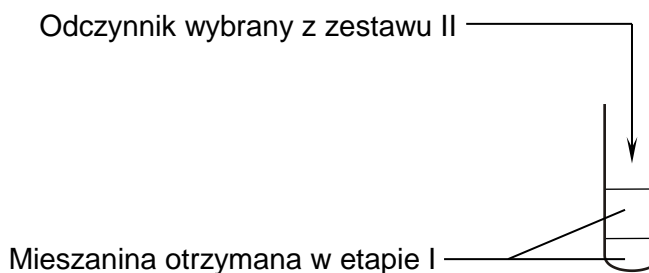
Zestaw I:  
 $\text{KBr(aq)}$  /  $\text{KCl(aq)}$



Etap 2.

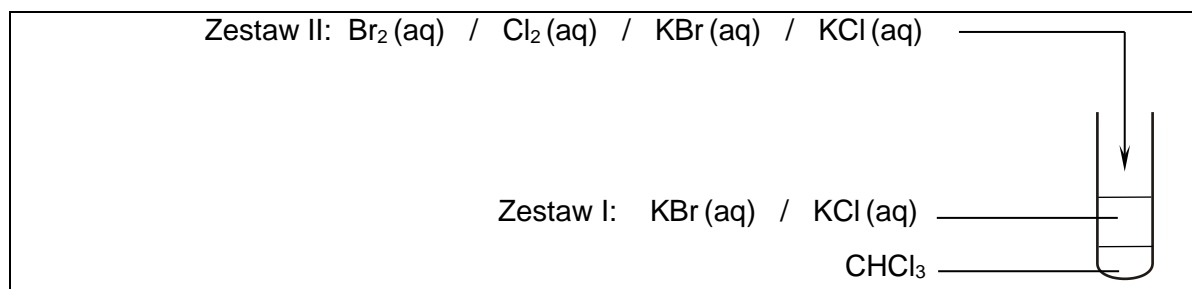
Następnie do probówki dodano odczynnik wybrany z zestawu II, zawartość probówki wymieszano. Ciecz w probówce rozdzieliła się na dwie warstwy.

Zestaw II:  
 $\text{Br}_2(\text{aq})$  /  $\text{Cl}_2(\text{aq})$   
 $\text{KBr(aq)}$  /  $\text{KCl(aq)}$



## Zadanie 15.1. (0–1)

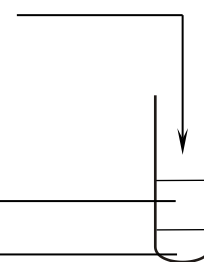
Uzupełnij schemat etapu 2. wykonanego doświadczenia – zaznacz po jednym wzorze odczynnika w zestawach I i II.



## Zasady oceniania

1 pkt – uzupełnienie schematu doświadczenia – poprawny wybór i zaznaczenie wzorów odczynników.

0 pkt – odpowiedź niespełniająca powyższego kryterium albo brak odpowiedzi.

**Rozwiązanie**Zestaw II:  $\text{Br}_2(\text{aq})$  /  $\text{Cl}_2(\text{aq})$  /  $\text{KBr}(\text{aq})$  /  $\text{KCl}(\text{aq})$ Zestaw I:  $\text{KBr}(\text{aq})$  /  $\text{KCl}(\text{aq})$  $\text{CHCl}_3$ **Zadanie 15.2. (0–1)**

Zaznacz numer zdjęcia probówki po etapie 1., oraz numer zdjęcia probówki po etapie 2. doświadczenia.

Po etapie 1.:



zdjęcie 1.



zdjęcie 2.



zdjęcie 3.

Po etapie 2.:



zdjęcie 4.



zdjęcie 5.



zdjęcie 6.

**Zasady oceniania**

1 pkt – poprawny wybór i zaznaczenie obu zdjęć.

0 pkt – odpowiedź niespełniająca powyższego kryterium albo brak odpowiedzi.



**Rozwiązanie**

Po etapie 1.:  
zdjęcie 2.

Po etapie 2.:  
zdjęcie 6.

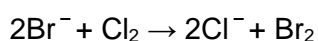
**Zadanie 15.3. (0–1)**

Napisz w formie jonowej skróconej równanie reakcji zachodzącej w czasie wykonanego doświadczenia.

**Zasady oceniania**

1 pkt – poprawne napisanie w formie jonowej skróconej równania reakcji.

0 pkt – odpowiedź niespełniająca powyższego kryterium albo brak odpowiedzi.

**Rozwiązanie****Zadanie 22.**

W dwóch kolbach znajdują się dwa różne roztwory wodne. Roztwory mają podobny wygląd:

**Zadanie 22.1. (0–1)**

Wybierz z tabeli wzory lub nazwy roztworów, które mogą być na zdjęciu. Zaznacz je.

Roztwory	
$\text{K}_2\text{CrO}_4(\text{aq})$	$\text{CuSO}_4(\text{aq})$
$\text{KMnO}_4(\text{aq})$	$\text{MnSO}_4(\text{aq})$
$\text{HCl}(\text{aq})$ z dodatkiem oranżu metylowego	$\text{KOH}(\text{aq})$ z dodatkiem fenoloftaleiny

**Zasady oceniania**

1 pkt – poprawne wskazanie dwóch roztworów.

0 pkt – odpowiedź niespełniająca powyższego kryterium albo brak odpowiedzi.

**Rozwiązanie**

Roztwory:

KOH(aq) z dodatkiem fenoloftaleiny

KMnO<sub>4</sub>(aq)

**Zadanie 22.2. (0–1)**

Wykonano dwa doświadczenia. Do roztworów w obu kolbach dodano jeden, taki sam odczynnik.

W pierwszym doświadczeniu wybrano odczynnik z kolumny 1. Zaobserwowano zmianę barwy tylko jednego roztworu.

W drugim doświadczeniu wybrano odczynnik z kolumny 2. Zaobserwowano zmianę barwy tylko jednego roztworu.

**Wybierz z kolumny 1. i 2. odczynnik, który dodano do badanych roztworów w pierwszym i drugim doświadczeniu. Zaznacz wzory wybranych odczynników.**

Odczynniki	
Kolumna 1.	Kolumna 2.
HBr (aq)	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (aq)
NaOH (aq)	NaNO <sub>2</sub> (aq)
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (aq)	NaNO <sub>3</sub> (aq)

**Zasady oceniania**

1 pkt – poprawne wskazanie dwóch odczynników służących do rozróżnienia roztworów.

0 pkt – odpowiedź niespełniająca powyższego kryterium albo brak odpowiedzi.

**Rozwiązanie**

Odczynniki

H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (aq)

NaNO<sub>2</sub> (aq)

**Zadanie 22.3. (0–1)**

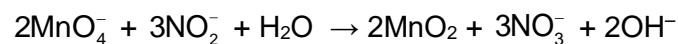
**Napisz w formie jonowej skróconej równania reakcji tych doświadczeń, w których zaobserwowano zmianę barwy roztworu w kolbie.**

.....  
 .....

**Zasady oceniania**

1 pkt – poprawne napisanie dwóch równań reakcji.

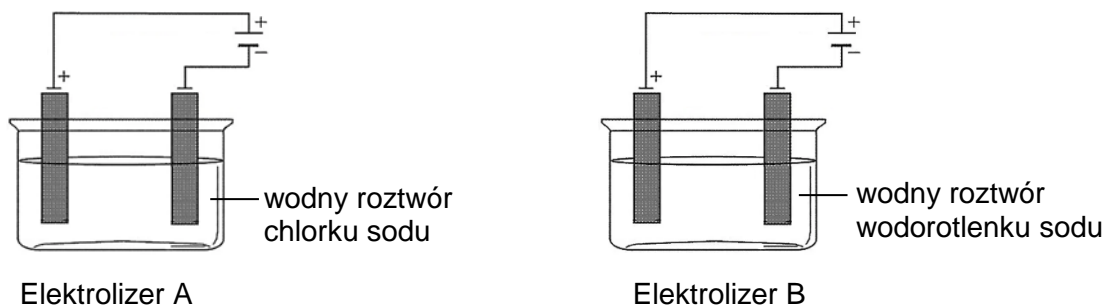
0 pkt – odpowiedź niespełniająca powyższego kryterium albo brak odpowiedzi.

**Rozwiązanie**

*Uwaga: Kolejność zapisu równań reakcji jest dowolna.*

**ELEKTROCHEMIA****Zadanie 34.**

Przeprowadzono elektrolizę wodnego roztworu chlorku sodu w elektrolizerze A i wodnego roztworu wodorotlenku sodu w elektrolizerze B, z użyciem elektrod grafitowych.



Na elektrodach ujemnych w obu elektrolizerach A i B otrzymano ten sam gazowy produkt. Na elektrodach dodatnich w elektrolizerach A i B wydzielił się jeden produkt gazowy – w każdym elektrolizerze inny.

Po zakończeniu elektrolizy w elektrolizerze A, zmienił się odczyn roztworu.

**Zadanie 34.1. (0–1)**

**Napisz równania reakcji zachodzących na elektrodzie dodatniej w czasie elektrolizy wodnego roztworu chlorku sodu (równanie 1.) i podczas elektrolizy wodnego roztworu wodorotlenku sodu (równanie 2.).**

Elektrolizer A

1.: .....

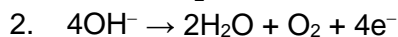
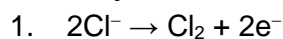
Elektrolizer B

2.: .....

**Zasady oceniania**

1 pkt – poprawne napisanie dwóch równań reakcji elektrodowych.

0 pkt – odpowiedź niespełniająca powyższego kryterium albo brak odpowiedzi.

**Rozwiązanie**

**Zadanie 34.2. (0–1)**

Napisz, jaki był odczyn roztworu po zakończeniu elektrolizy w elektrolizerze A. Odpowiedź uzasadnij – wykorzystaj proces zachodzący na elektrodzie ujemnej w czasie elektrolizy.

Odczyn roztworu był .....

Uzasadnienie: .....

.....

.....

**Zasady oceniania**

1 pkt – poprawne uzupełnienie tabeli i poprawne uzasadnienie uwzględniające reakcję katodową.

0 pkt – odpowiedź niespełniająca powyższego kryterium albo brak odpowiedzi.

**Rozwiązanie**

Odczyn roztworu był **zasadowy**.

Uzasadnienie: W czasie elektrolizy wodnego roztworu chlorku sodu (w przestrzeni katodowej) powstają jony wodorotlenkowe:  $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{OH}^- + \text{H}_2$

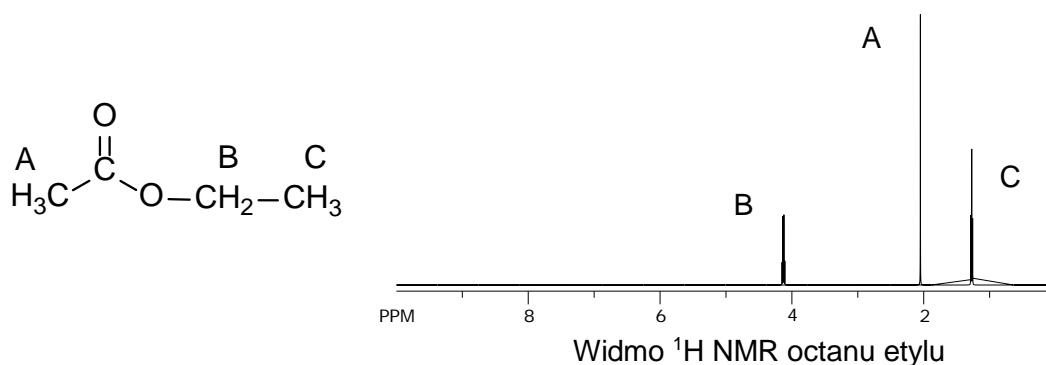
**CHEMIA ORGANICZNA****Informacja do zadań 41.–42**

Spektroskopia magnetycznego rezonansu jądrowego – NMR – to metoda badania budowy związków organicznych. Wykorzystuje się w niej właściwość wybranych pierwiastków, że jądra ich atomów mają niezerowy spin.

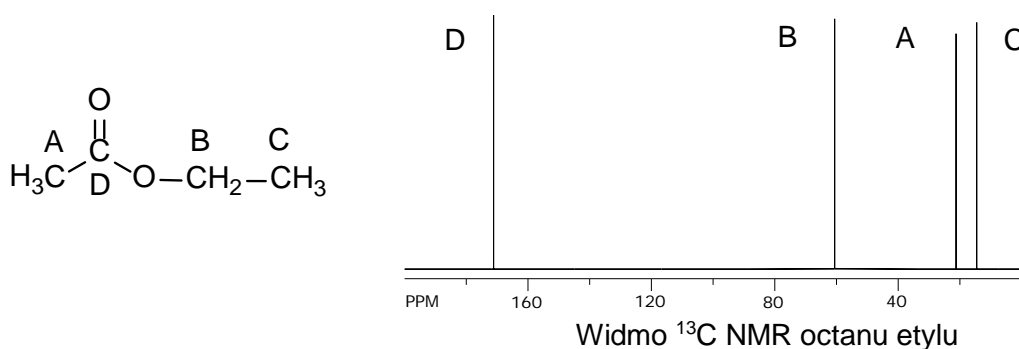
**Izotop wodoru  $^1\text{H}$** , którego jądra – czyli protony – są opisane liczbą spinową  $\frac{1}{2}$ . Protony mogą się znajdować w dwóch stanach energetycznych – podstawowym i wzbudzonym. Aby wykonać pomiar, umieszcza się próbkę badanego związku w polu magnetycznym i wzbudza jądra  $^1\text{H}$  za pomocą fal radiowych. Powrót jąder ze stanu wzbudzonego do stanu podstawowego skutkuje wysłaniem sygnału rejestrowanego za pomocą detektora. Sygnały tworzą obraz zwany widmem NMR. Liczba sygnałów w widmie jest równa liczbie grup równocennych (takich samych) atomów wodoru w cząsteczce związku.

**Izotop węgla  $^{13}\text{C}$**  jest również wykorzystywany w badaniach NMR, jego jądro ma spin  $\frac{1}{2}$ , izotop  $^{12}\text{C}$  jest nieaktywny w NMR, jego jądra mają spin zerowy. W widmie NMR węgla  $^{13}\text{C}$  sygnały są pojedynczymi liniami.

Analiza budowy cząsteczki octanu etylu na podstawie widm NMR:



W widmie  $^1\text{H}$  NMR octanu etylu są trzy sygnały dla trzech grup równocennych atomów wodoru. Sygnał A i C dla dwóch innych grup  $-\text{CH}_3$  i sygnał B dla jednej grupy  $-\text{CH}_2-$ ,



W widmie  $^{13}\text{C}$  NMR są cztery sygnały, w cząsteczce octanu etylu są cztery nierównocenne (cztery inne) atomy węgla.

Liczba sygnałów dla octanu etylu	
w widmie $^1\text{H}$ NMR	w widmie $^{13}\text{C}$ NMR
3	4

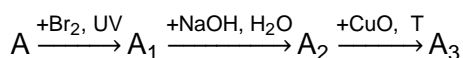
#### Zadanie 41. (0–2)

Alkan A ma wzór sumaryczny:  $\text{C}_5\text{H}_{12}$ .

W widmie  $^1\text{H}$  NMR dla związku A jest jeden sygnał, w widmie  $^{13}\text{C}$  NMR są dwa sygnały.

Liczba sygnałów dla związku A	
w widmie $^1\text{H}$ NMR	w widmie $^{13}\text{C}$ NMR
1	2

Związek A i jego pochodne poddano przemianom, które ilustruje poniższy schemat:



Wzór sumaryczny cząsteczki związku  $\text{A}_3$ :  $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}$ .

Podaj nazwę systematyczną związku A oraz wzór półstrukturalny (grupowy) związku A<sub>3</sub> i uzupełnij tabelę: określ liczbę sygnałów w widmach <sup>1</sup>H NMR i <sup>13</sup>C NMR dla związku A<sub>3</sub>.

Nazwa systematyczna związku A: .....

Wzór półstrukturalny (grupowy) związku A<sub>3</sub>: .....

Liczba sygnałów dla związku A <sub>3</sub>	
w widmie <sup>1</sup> H NMR	w widmie <sup>13</sup> C NMR

### Zasady oceniania

2 pkt – poprawne podanie nazwy związku A, wzoru związku A<sub>3</sub> oraz uzupełnienie tabeli.

1 pkt – poprawne podanie nazwy związku A, wzoru związku A<sub>3</sub> oraz błędne uzupełnienie tabeli lub nieuzupełnienie tabeli.

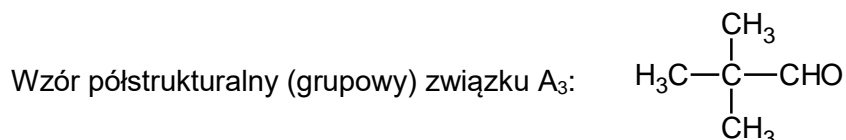
*ALBO*

– poprawne podanie nazwy związku A, błędny zapis wzoru związku A<sub>3</sub> (np.: przy poprawnym szkielecie węglowym cząsteczki (opuszczenie atomów wodoru lub błędne napisanie wzoru grupy aldehydowej) i poprawne uzupełnienie tabeli.

0 pkt – odpowiedź niespełniająca powyższych kryteriów albo brak odpowiedzi.

### Rozwiązanie

Nazwa systematyczna związku A: 2,2-dimetylopropan *ALBO* dimetylopropan

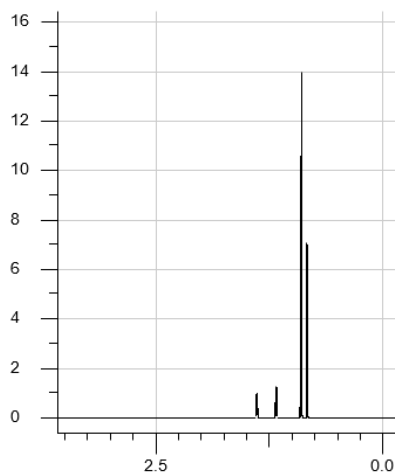


Liczba sygnałów dla związku A <sub>3</sub>	
w widmie <sup>1</sup> H NMR	w widmie <sup>13</sup> C NMR
<b>2</b>	<b>3</b>

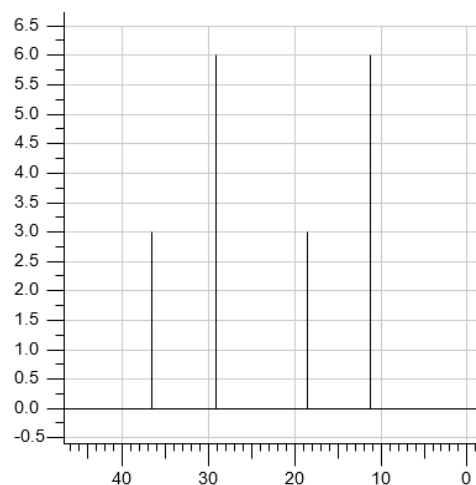
**Zadanie 42. (0–2)**

Związek chemiczny W to składnik benzyny, jest rozgałęzionym węglowodorem.

Widma  $^1\text{H}$  NMR oraz  $^{13}\text{C}$  NMR węglowodoru W, przedstawiono niżej.



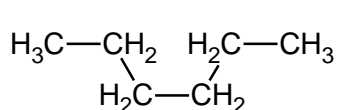
Widmo  $^1\text{H}$  NMR dla węglowodoru W



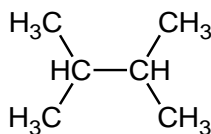
Widmo  $^{13}\text{C}$  NMR dla węglowodoru W

ACD/I-Lab - <https://ilab.acdlabs.com/iLab2/index.php> [dostęp: 05.01.2019]

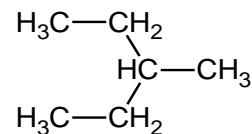
**Wybierz i podkreśl wzór węglowodoru W.**



heksan



2,3-dimetylobutan



3-metylopentan

**Uzupełnij poniższe zdanie – odpowiedź uzasadnij na podstawie widm  $^1\text{H}$  NMR i  $^{13}\text{C}$  NMR.**

Węglowodorem W może być ( heksan / 2,3-dimetylobutan / 3-metylopentan ).

Uzasadnienie na podstawie widma  $^1\text{H}$  NMR:

.....

.....

Uzasadnienie na podstawie widma  $^{13}\text{C}$  NMR:

.....

.....

### Zasady oceniania

2 pkt – poprawne wskazanie wzoru węglowodoru W i uzasadnienie wyboru na podstawie analizy obu widm NMR.

1 pkt – poprawne wskazanie wzoru węglowodoru W i poprawne uzasadnienie na podstawie analizy jednego widma NMR.

0 pkt – odpowiedź niespełniająca powyższych kryteriów albo brak odpowiedzi.

**Rozwiązanie**

Węglowodorem W może być ( heksan / 2,3-dimetylobutan / **3-metylopentan** ).

Uzasadnienie na podstawie widma  $^1\text{H}$  NMR:

W widmie  $^1\text{H}$  NMR są widoczne cztery grupy sygnałów odpowiadające czterem grupom równocennych atomów wodoru, które są obecne jedynie w 3-metylopentanie.

Uzasadnienie na podstawie widma  $^{13}\text{C}$  NMR:

W widmie  $^{13}\text{C}$  NMR są widoczne cztery sygnały odpowiadające czterem grupom równocennych atomów węgla, które są obecne jedynie w 3-metylopentanie.

**Zadanie 45. (0–1)**

W dwóch próbkach są dwa alkohole A i B.

Do obu próbek dodano wodny roztwór manganianu(VII) potasu i parę kropli wodnego roztworu kwasu siarkowego(VI). Probówki dokładnie wymieszano.

Po pewnym czasie od wykonania doświadczeń roztwory w próbkach wyglądały tak jak na zdjęciach poniżej:



Alkohol A



Alkohol B

**Wybierz i zaznacz, który z podanych poniżej alkoholi jest alkoholem A.**

**Wybór uzasadnij.**

2-metylopropan-2-ol

butan-1-ol

Uzasadnienie: .....

.....

**Zasady oceniania**

1 pkt – poprawne podanie nazwy alkoholu i poprawne uzasadnienie.

0 pkt – odpowiedź niespełniająca powyższego kryterium albo brak odpowiedzi.

**Rozwiązanie**

Nazwa alkoholu: 2-metylopropan-2-ol

Uzasadnienie:

Jest to alkohol III-rzędowy, który w przeciwieństwie do alkoholu I-rzędowego nie ulega utlenieniu przez roztwór  $\text{KMnO}_4$ . Stąd brak odbarwienia roztworu w próbówce A.



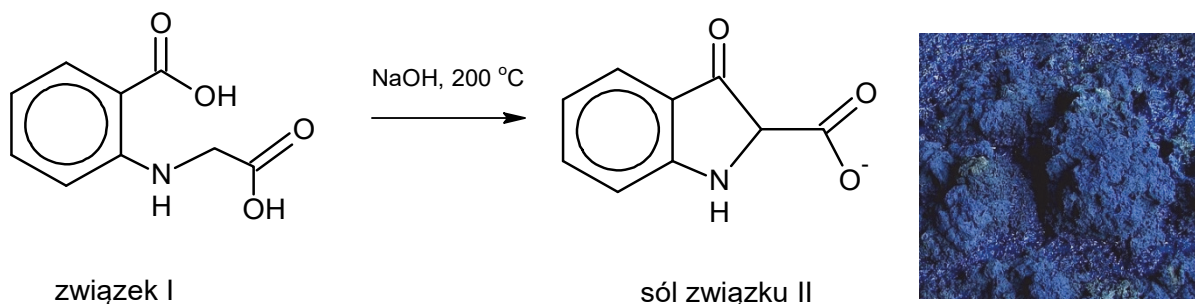
**Zadanie 48.**

Indygo jest naturalnym barwnikiem. Substratem do syntezy tego związku jest *N*-(2-karboksyfenyl)glicyna (związek I).

W I etapie syntezy związek I ogrzewano z NaOH i zamykał się pierścień pięciocłonowy.

Tę reakcję opisuje schemat:

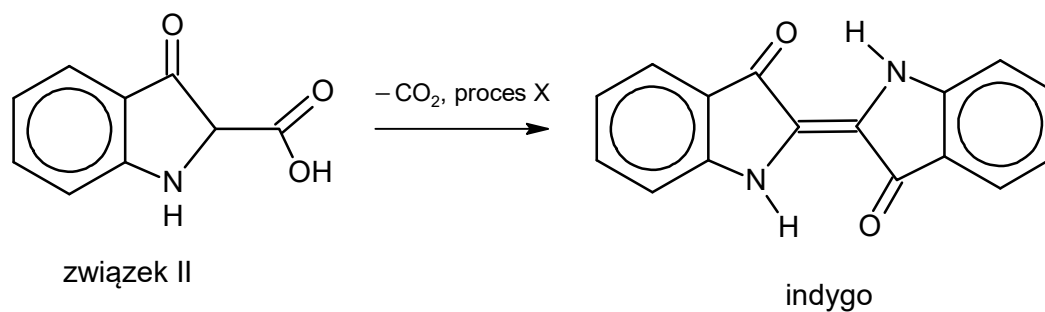
Etap I



Otrzymaną mieszaninę zakwaszono w celu utworzenia związku II.

W II etapie syntezy zachodziła dekarboksylacja związku II i reakcja z tlenem z powietrza. Reakcje te prowadziły do powstania indygo, zgodnie ze schematem:

Etap II

**Zadanie 48.1. (0–1)**

Napisz wzór nieorganicznego produktu ubocznego<sup>1</sup> I etapu syntezy.

<sup>1</sup>Produkt uboczny – substancja powstająca w czasie reakcji chemicznej, która nie jest produktem głównym (tutaj indygo).

**Zasady oceniania**

1 pkt – poprawny wzór produktu ubocznego.

0 pkt – odpowiedź niespełniająca powyższego kryterium albo brak odpowiedzi.

**Rozwiązanie**H<sub>2</sub>O**Zadanie 48.2. (0–1)****Podaj stosunek molowy związku II do tlenu O<sub>2</sub> w II etapie syntezy indygo.****Zasady oceniania**

1 pkt – poprawne podanie stosunku molowego.

0 pkt – odpowiedź niespełniająca powyższego kryterium albo brak odpowiedzi.

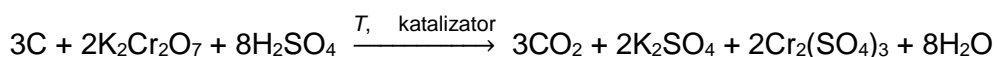
**Rozwiązanie**

1 : 2

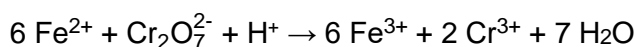
**CHEMIA PRAKTYCZNA****Informacja do zadań 52.–54.**

Próchnica w glebie to mieszanina związków chemicznych pochodzących z rozkładu szczątków organicznych. Głównym składnikiem w próchnicy jest węgiel. Zawartość próchnicy w glebie określa się utleniając zawarty w niej węgiel.

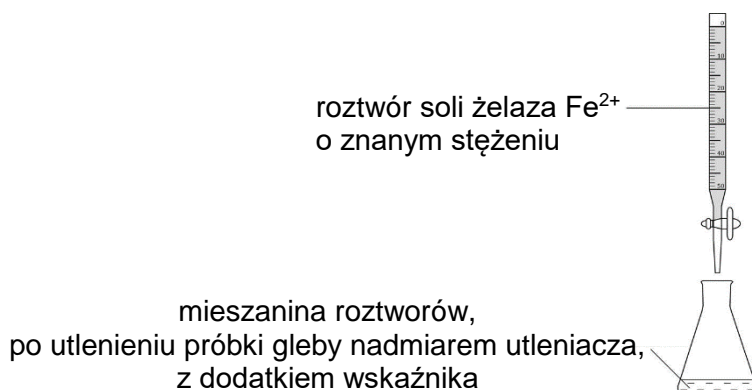
Do utleniania węgla w próchnicy wykorzystuje się dichromian(VI) potasu, w środowisku kwasu siarkowego(VI) z dodatkiem katalizatora (reakcja 1.):



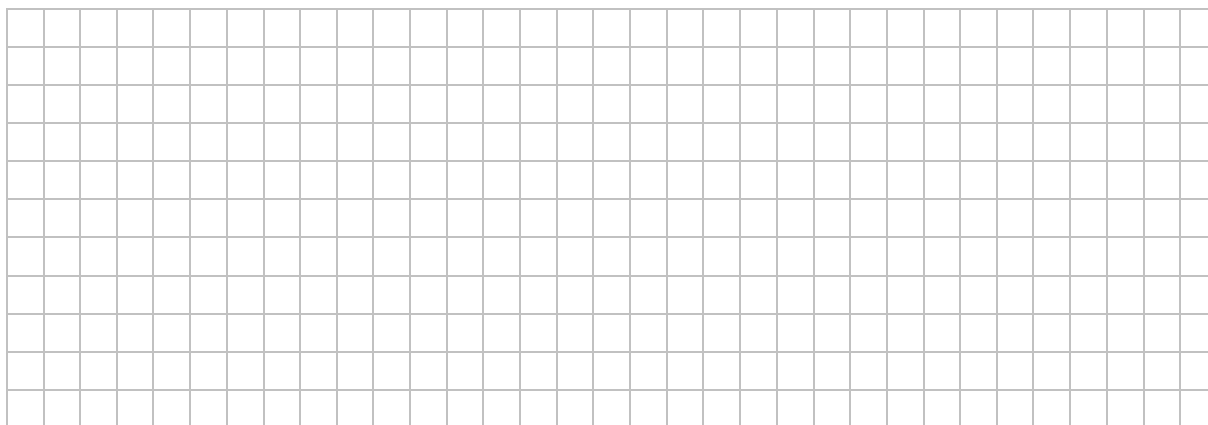
Stosuje się nadmiar utleniacza dichromianu(VI) potasu. Potem – w obecności wskaźnika – utleniacz dodany w nadmiarze reaguje z jonami żelaza Fe<sup>2+</sup> jako reduktorem (reakcja 2.).



Jest to tzw. miareczkowanie reduktometryczne, podczas którego roztwór soli żelaza(II) o znanym stężeniu znajduje się w biurecie. Ten roztwór dodaje się powoli do kolby z utleniaczem i na końcu dokładnie odczytuje, jaka jego objętość została zużyta w reakcji.







### Zasady oceniania

To zadanie jest oceniane z zastosowaniem następujących poziomów rozwiązania:

<p><b>Poziom 2.</b> <b>(3–4 pkt)</b></p>	<p>Rozwiązanie zawierające oba poprawnie – przynajmniej co do metody – wykonane etapy prowadzące do określenia zawartości próchnicy, np.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– obliczenie maksymalnej liczby moli węgla w badanej próbce</li> <li>– obliczenie liczby moli dichromianu z uwzględnieniem nadmiaru</li> <li>– obliczenie objętości roztworu dichromianu</li> <li>– obliczenie liczby moli dichromianu, który przereagował z węglem</li> <li>– obliczenie masy węgla</li> <li>– obliczenie zawartości próchnicy i interpretacja wyniku</li> </ul> <p>4 pkt – jeżeli rozwiązanie nie zawiera błędów. 3 pkt – jeżeli rozwiązanie zawiera błędy (arytmetyczne, odczytu danych, wynik jest podany z błędną jednostką lub bez jednostki).</p>
<p><b>Poziom 1.</b> <b>(1–2 pkt)</b></p>	<p>Rozwiązanie zawierające jeden poprawnie – przynajmniej co do metody – wykonany pierwszy etap prowadzący do obliczenia objętości roztworu dichromianu, np.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– obliczenie maksymalnej liczby moli węgla w badanej próbce</li> <li>– obliczenie liczby moli dichromianu z uwzględnieniem nadmiaru</li> <li>– obliczenie objętości roztworu dichromianu.</li> </ul> <p>2 pkt – jeżeli rozwiązanie nie zawiera błędów. 1 pkt – jeżeli rozwiązanie zawiera błędy (arytmetyczne, odczytu danych, wynik jest podany z błędną jednostką lub bez jednostki).</p>
<p><b>Poziom 0.</b> <b>(0 pkt)</b></p>	<p>Rozwiązanie całkowicie błędne albo brak rozwiązania.</p>



**Zasady oceniania**

1 pkt – poprawne obliczenie masy próbki soli Mohra i podanie wyniku z jednostką.  
0 pkt – odpowiedź niespełniająca powyższego kryterium albo brak odpowiedzi.

**Rozwiązanie**

$$M_{\text{soli Mohra}} = 392 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

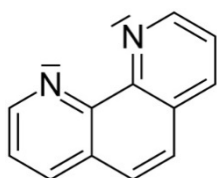
$$n_{\text{Fe}^{2+}} = 0,1 \text{ dm}^{-3} \cdot 0,1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} = 0,01 \text{ mol}$$

$$n_{\text{soli Mohra}} = n_{\text{Fe}^{2+}} = 0,01 \text{ mol}$$

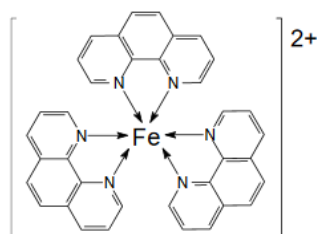
$$m_{\text{soli Mohra}} = 0,01 \text{ mol} \cdot 392 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = \mathbf{3,92 \text{ g}}$$

**Zadanie 54.**

Wskaźnikiem w opisanym miareczkowaniu jest o-fenantrolina (wzór 1.). Wskaźnik jest bezbarwny, ale tworzy z jonami żelaza  $\text{Fe}^{2+}$  kompleks (wzór 2.) o czerwonej barwie.



wzór 1.



wzór 2.

**Zadanie 54.1. (0–1)**

**Napisz, jaka cecha budowy o-fenantroliny powoduje, że może ona, podobnie jak amoniak, być ligandem w jonie kompleksowym.**

.....  
.....

**Zasady oceniania**

1 pkt – poprawne wyjaśnienie.

0 pkt – odpowiedź niespełniająca powyższego kryterium albo brak odpowiedzi.

**Rozwiązanie**

W cząsteczce o-fenantroliny znajdują się atomy azotu, które mają wolne pary elektronowe, zdolne do tworzenia wiązań z jonem metalu.

**Zadanie 54.2. (0–2)**

Przyporządkuj kolby z roztworami (I–III) do kolejnych etapów miareczkowania. Odpowiedź uzasadnij.



I



II



III

Przed rozpoczęciem miareczkowania – kolba .....

Uzasadnienie: .....

.....

Podczas dodawania roztworu soli żelaza(II) – kolba .....

Uzasadnienie: .....

.....

Po zakończeniu miareczkowania – kolba .....

Uzasadnienie: .....

.....

**Zasady oceniania**

2 pkt – poprawne przyporządkowanie trzech numerów roztworów i poprawne uzasadnienie.

1 pkt – poprawne przyporządkowanie trzech numerów roztworów, ale niepoprawne uzasadnienie lub brak uzasadnienia.

0 pkt – odpowiedź niespełniająca powyższych kryteriów albo brak odpowiedzi.

**Rozwiązanie**

Przed rozpoczęciem miareczkowania – kolba III.

Uzasadnienie: Pomarańczowa barwa pochodzi od jonów dichromianowych(VI), które dodano do próbki w nadmiarze i które nie przereagowały.

Podczas dodawania soli żelaza(II) – kolba I.

Uzasadnienie: Pojawiająca się zielona barwa pochodzi od jonów  $\text{Cr}^{3+}$  powstających w wyniku redukcji jonów dichromianowych(VI).

W punkcie końcowym miareczkowania – kolba II.

Uzasadnienie: Czerwona barwa pochodzi od kompleksu, który jony  $\text{Fe}^{2+}$  tworzą z o-fenantroliną.





## Uchwała Rady Głównej Nauki i Szkolnictwa Wyższego oraz Konferencji Rektorów Akademickich Szkół Polskich o informatorach maturalnych od 2023 roku



Rada Główna  
Nauki i Szkolnictwa Wyższego



### Uchwała Rady Głównej Nauki i Szkolnictwa Wyższego oraz Konferencji Rektorów Akademickich Szkół Polskich z dnia 19 listopada 2020 r. w sprawie informatorów o egzaminie maturalnym od roku 2022/2023

Rada Główna Nauki i Szkolnictwa Wyższego oraz Konferencja Rektorów Akademickich Szkół Polskich systematycznie i z uwagą obserwują egzamin maturalny, który stanowi podstawowe źródło informacji o poziomie przygotowania kandydatów na studia w polskich uczelniach. W zgodnej opinii obu instytucji przedstawicielskich środowiska akademickiego polski system egzaminacyjny dostarcza w tym zakresie w pełni wiarygodnych i opracowanych na czas danych. Zaufanie do tego systemu przekonująco potwierdziła KRASP wiosną tego roku, deklarując wolę odłożenia rekrutacji do szkół wyższych do czasu, gdy będzie możliwe bezpieczne przeprowadzenie egzaminu maturalnego w roku pandemii.

Drugim, bardzo istotnym zadaniem, które konsekwentnie realizuje polski system egzaminacyjny jest wskazywanie za pomocą publikowanych materiałów kierunku rozwoju kształcenia w poszczególnych przedmiotach w stronę umiejętności złożonych, niezbędnych zarówno na studiach, jak i – w coraz większym stopniu – w życiu codziennym.

Ważną rolę w tym procesie odgrywają informatory o egzaminie maturalnym. Z jednej strony wydobywają oraz ilustrują za pomocą zadań najważniejsze wymagania podstawy programowej kształcenia ogólnego. Z drugiej strony, wiarygodnie informują kolejne pokolenia maturzystów o strukturze egzaminu maturalnego oraz o sposobie oceniania ich prac. W naszej opinii, przedłożone do zaopiniowania informatory dobrze realizują te cele.

Środowisko akademickie docenia starania systemu egzaminacyjnego o to, by systematycznie doskonalić swoją pracę i deklaruje dalsze wsparcie merytoryczne tych działań.

prof. dr hab. Zbigniew Marciniak  
Przewodniczący Rady Głównej  
Nauki i Szkolnictwa Wyższego

prof. dr hab. Inż. Arkadiusz Mężyk  
Przewodniczący Konferencji Rektorów  
Akademickich Szkół Polskich

**Z opinii Recenzentów:**

[...] autorzy wyeksponowali przede wszystkim zadania sprawdzające wiadomości i umiejętności z zakresu zagadnień, które są nowe w podstawie programowej. Np. dział Chemia fizyczna zawiera szereg interesujących zadań sprawdzających umiejętność wykonywania obliczeń efektów energetycznych przemian, wartości stałych równowagi, stężeń równowagowych. Dla poszerzenia spektrum metod badawczych do zadań wprowadzone zostały m.in. elementy analizy termicznej. Świetnie reprezentowany jest dział chemii nieorganicznej. W wielu miejscach zadania zostały zilustrowane trafnymi, kolorowymi fotografiami i rysunkami. Pomysłowo opracowane zostało pod tym względem zadanie dotyczące kolorymetrycznej metody oznaczania pH roztworów. W zadaniach dotyczących elektrochemii zwrócono szczególną uwagę na równowagi red-ox badane metodami elektrochemicznymi, umiejętność prawidłowego zapisu reakcji elektrodowych i schematów ogniw oraz ilościowe prawa elektrolizy. Uważam, że zaproponowany zestaw zadań wyczerpująco ilustruje wachlarz tematów elektrochemicznych na przyszłym egzaminie maturalnym. Ostatni dział obejmuje zadania dotyczące różnych aspektów chemii praktycznej. Wprowadzenie tego typu zadań jest szczególnie ważne dla edukacji chemicznej uczniów, przyczyniając się do bezpiecznego prowadzenia eksperymentów chemicznych, poszerzając znajomość wpływu substancji chemicznych na środowisko naturalne i upowszechniając znaczenie procesów chemicznych we współczesnym świecie. Przedłożony *Informator* jest obfitym, urozmaiconym źródłem inspiracji, mogących w znaczącym stopniu wspomóc proces przygotowywania uczniów do matury i ułatwić pracę nauczycielom realizującym nową podstawę programową.

**prof. dr hab. inż. Janusz Zachara**

Ponieważ moją specjalnością naukową jest chemia organiczna, specjalnie dokładnie przyjrzałem się zadaniom z tej dziedziny. W *Informatorze* jest mało zadań klasycznych, które można znaleźć w zestawach maturalnych z poprzednich lat, pojawiło się natomiast sporo nowych. Są one poprzedzone odpowiednim wprowadzeniem teoretycznym, którego przeczytanie i zrozumienie jest konieczne do rozwiązania zadania. Jestem gorącym zwolennikiem zadań tego typu, ponieważ sprawdzają one nie tylko zapamiętane wiadomości, ale również umiejętność czytania ze zrozumieniem i wykorzystania nowo poznanych informacji do rozwiązania konkretnego problemu. Z satysfakcją przyjąłem na przykład zadania dotyczące magnetycznego rezonansu jądrowego (NMR). Metody spektroskopowe pełnią bardzo ważną rolę we współczesnej chemii, a zadania, które ich dotyczą, sprawdzają ważną umiejętność analizy lub przewidywania budowy cząsteczek związków organicznych. Ważne są także zadania ze stereochemii, ponieważ moim zdaniem te zagadnienia – mimo ich fundamentalnego znaczenia – są ciągle słabo eksponowane w programach nauczania chemii.

**prof. dr hab. inż. Witold Danikiewicz**

Zadania stawiają na umiejętność myślenia krytycznego i analitycznego. Cechują się przy tym dużym zróżnicowaniem zarówno w odniesieniu do poziomu trudności, jak i wymaganych do ich rozwiązania kompetencji oraz wiedzy. Zadania mają na celu w pierwszej kolejności sprawdzić umiejętność rozumowania, argumentowania i wnioskowania chemicznego wraz z wykorzystaniem odpowiedniego aparatu matematycznego do opisu i analizy zjawisk i procesów. Tego typu zadania wymagają głębszego zastanowienia się nad postawionym problemem i jego rozwiązaniem, a nie tylko zwykłego dopasowania zapamiętanego wcześniej schematu rozwiązania. Można więc stwierdzić, że przedstawione w *informatorze* zadania promują i sprawdzają przede wszystkim myślenie naukowe w obszarze nauk przyrodniczych oraz umiejętność wykorzystania wiedzy o charakterze naukowym do identyfikowania i rozwiązywania problemów oraz formułowania wniosków dotyczących szeroko rozumianych procesów chemicznych i budowy materii. Dużą pomocą w przedstawianiu doświadczeń chemicznych jest pojawienie się po raz pierwszy kolorowych zdjęć ilustrujących daną reakcję, proces czy sprzęt laboratoryjny. Podobnie duży nacisk w prezentowanych zadaniach położony jest na ważne umiejętności związane przewidywaniem budowy i kształtu drobin chemicznych oraz wpływem ich budowy na właściwości makroskopowe substancji. Zagadnienia dotyczące wiązań chemicznych, oddziaływań międzycząsteczkowych i budowy materii, które są także podkreślone w podstawie programowej, wraz z wyraźnym odwołaniem się do modelu kwantowo-mechanicznego, liczb kwantowych i orbitali molekularnych stoją dzisiaj u podstaw zrozumienia współczesnej chemii.

**dr hab. inż. Maciej Dranka, prof. PW**

