



INFORMATOR o egzaminie maturalnym z chemii

od roku szkolnego 2024/2025



Centralna Komisja Egzaminacyjna
Warszawa 2024

Zespół redakcyjny:

dr inż. Anna Jedynak-Koczek (CKE)
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. 32 784 16 00
sekretariat@oke.jaworzno.pl

Okręgowa Komisja Egzaminacyjna w Krakowie
os. Szkolne 37, 31-978 Kraków
tel. 12 683 21 01
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. 42 664 80 60
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
ul. Józefa Bema 87, 01-233 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	8
2.	Przykładowe zadania z rozwiązaniami	13
	Budowa materii	14
	Chemia fizyczna	22
	Chemia nieorganiczna	38
	Równowagi w roztworach wodnych	61
	Elektrochemia	70
	Chemia organiczna	78
	Chemia praktyczna	102
3.	Informacja o egzaminie maturalnym z chemii dla absolwentów niesłyszących	111

1. Opis egzaminu maturalnego z chemii

WSTĘP

Chemia jest jednym z dodatkowych przedmiotów egzaminacyjnych 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 podstawowego i rozszerzonego określone w [podstawie programowej kształcenia ogólnego dla szkoły ponadpodstawowej](#).¹

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.

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-fałsz
- 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 zwartej, w tym zadania sprawdzające umiejętność zapisywania równania reakcji, tworzenia nazwy systematycznej lub wzoru substancji chemicznej, podawania oceny bądź rozstrzygnięcia, formułowania krótkiego uzasadnienia czy wyjaśnienia

¹ Rozporządzenie Ministra Edukacji z dnia 28 czerwca 2024 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie podstawy programowej kształcenia ogólnego dla liceum ogólnokształcącego, technikum oraz branżowej szkoły II stopnia (Dz.U. z 2024 r. poz. 1019).

- 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 minut².

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 w sprawie materiałów i przyborów pomocniczych, z których mogą korzystać zdający na egzaminie maturalnym w danym roku szkolnym.

Zadania w arkuszu egzaminacyjnym:

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

² 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.

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. Poniżej przedstawiono te czasowniki operacyjne, które są często wykorzystywane przy konstrukcji zadań. Należy zaznaczyć, że podany wykaz nie wyczerpuje wszystkich możliwych czynności, jakie mogą być sprawdzane na egzaminie za pomocą różnych typów zadań.

Czasownik operacyjny	Czynność
Wybierz podkreśl, zaznacz	W zadaniach zamkniętych zdający powinien dokonać wyboru oraz wskazać wybraną odpowiedź w sposób opisany w poleceniu.
Wymień, napisz, podaj, określ	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.
Opisz	Zdający powinien sformułować odpowiedź, która jest krótkim – ale zawierającym najważniejsze elementy – opisem, np. właściwości substancji, przebiegu procesu lub doświadczenia.
Porównaj	Zdający ma wskazać <u>podobieństwa i różnice</u> między np. procesami, zjawiskami, właściwościami substancji, budową cząsteczek.
Rozstrzygnij, uzasadnij	Zdający dokonuje wyboru („tak” albo „nie”) i formułuje krótką <u>wypowiedź argumentacyjną zawierającą</u> związek przyczynowo-skutkowy.

Wykaż, wyjaśnij	Zdający formułuje krótką <u>wypowiedź argumentacyjną</u> , w której – dla rozpatrywanego zjawiska, procesu, właściwości i w zakresie określonym w poleceniu – przedstawia właściwy związek przyczynowo-skutkowy, opisuje mechanizm danego procesu, odwołuje się do elementów budowy cząsteczki, przytacza argumenty naukowe, np. prawa chemiczne itp.
Oblicz	Zdający powinien przedstawić – w sposób zrozumiały dla osoby czytającej rozwiązanie – <u>tok rozumowania</u> prowadzący od wielkości podanych w treści zadania do wielkości szukanej wskazanej w poleceniu.

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 C₂H₅– zamiast CH₃–CH₂–. 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, dla grupy aldehydowej zapisu –COH zamiast poprawnego –CHO, a dla grupy nitrowej zapisu NO₂– zamiast poprawnego O₂N–). Ponadto dopuszcza się zapisy: CH₃– zamiast H₃C–, NH₂– zamiast H₂N–.
- 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 „ $\rightleftharpoons$ ”, użyty zamiast zapisu „ $\rightarrow$ ”, 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.

Jeżeli polecenie brzmi: „opisz zmiany możliwe do zaobserwowania”, zdający powinien opisać – w zakresie wskazanym w poleceniu – mieszaninę reakcyjną przed doświadczeniem i po jego zakończeniu. 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.

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. Wynika z tego, że w zapisie rozwiązania – niezależnie od zastosowanej metody – powinny zostać jednoznacznie określone dane wykorzystane w obliczeniach oraz 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 szukaną wyrażoną 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 szukaną.

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 maksymalną liczbę punktów 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 $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ cząstek} \cdot \text{mol}^{-1}$, 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

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).

W rozwiązaniach zadań problemowych została wyróżniona faza określona jako pokonanie zasadniczych trudności zadania. Jeżeli zdający pokona zasadnicze trudności zadania otrzyma co najmniej połowę punktów, jakie można otrzymać za bezbłędne rozwiązanie danego zadania. Przed pokonaniem zasadniczych trudności zadania wyodrębnia się jeszcze etap określany jako dokonanie postępu, który jest konieczny dla rozwiązania zadania.

Zatem w zadaniu za 4 punkty:

- 4 pkt – rozwiązanie poprawne.
- 3 pkt – rozwiązanie, w którym zostały pokonane zasadnicze trudności zadania, jednak dalsza część rozwiązania zadania zawiera usterki (np. błędy rachunkowe, brak wyboru właściwych rozwiązań).
- 2 pkt – rozwiązanie, w którym zostały pokonane zasadnicze trudności zadania, ale rozwiązanie nie zostało dokończone lub w dalszej części rozwiązania wystąpiły błędy merytoryczne.
- 1 pkt – rozwiązanie, w którym dokonany został postęp konieczny do rozwiązania zadania.
- 0 pkt – rozwiązanie, w którym nie ma niewielkiego postępu, albo brak rozwiązania

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.

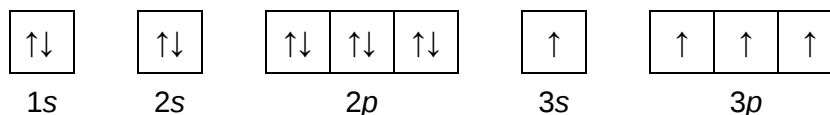
W zamieszczonych przykładach akcent położono na zadania sprawdzające wiadomości i umiejętności z zakresu zagadnień, które są nowe w podstawie programowej, a także – na zadania nowego typu.

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

Wymagania szczegółowe

Zakres rozszerzony

- II. Budowa atomu. Zdający:
- [...] stosuje pojęcia: powłoka, podpowłoka, stan orbitalny, spin elektronu;
 - 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	Si	14	<i>p</i>
pierwiastek Z	Fe	8	<i>d</i>

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:
- 1) 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	3	1

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:
- 3) 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 $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$

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

Zasady oceniania

1 pkt – poprawna odpowiedź.

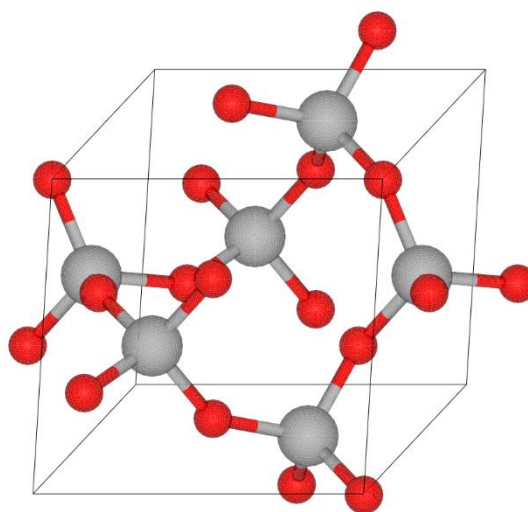
0 pkt – odpowiedź niespełniająca powyższego kryterium albo brak odpowiedzi.

Rozwiązanie

C

Zadanie 3. (0–1)

Tlenek krzemu (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

A.	metalicznych,	ponieważ	1.	składa się z cząsteczek SiO_2 połączonych oddziaływaniami międzycząsteczkowymi.
B.	jonowych,		2.	jego strukturę tworzą rdzenie atomowe otoczone wspólną „chmurą” elektronów zdelokalizowanych.
C.	kowalencyjnych,		3.	jest zbudowany z anionów tlenkowych (O^{2-}) i kationów krzemu (Si^{4+}).
D.	molekularnych,		4.	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:

- 7) 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.

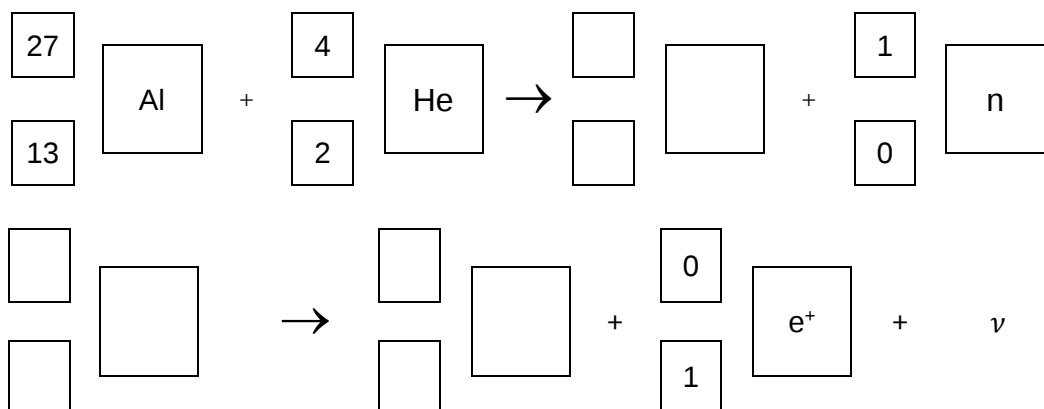
Rozwiązanie

C4

Zadanie 4. (0–2)

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 β^+ tego niestabilnego jądra, któremu towarzyszy emisja neutrino ν .

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:

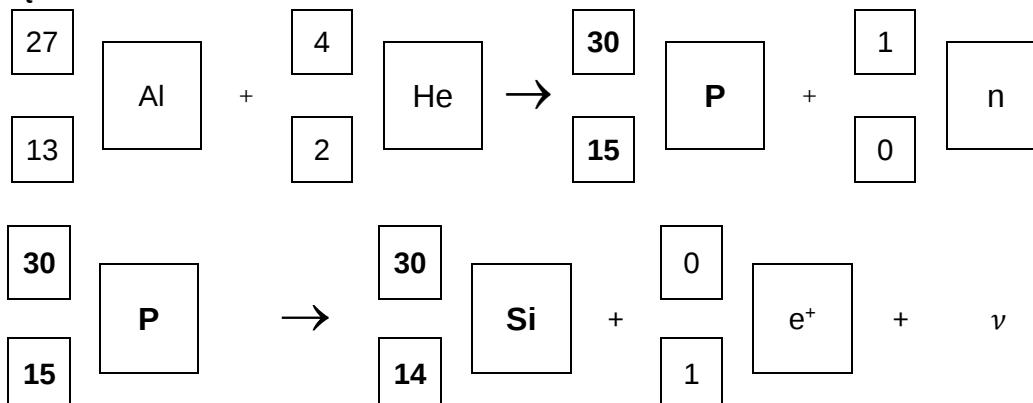
- 4) pisze równania naturalnych przemian promieniotwórczych (α , β^-) oraz sztucznych reakcji jądrowych.

Zasady oceniania

2 pkt – poprawne napisanie dwóch równań.

1 pkt – poprawne napisanie jednego równania.

0 pkt – odpowiedź niespełniająca powyższych kryteriów 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*, Wiley-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 SF_2 i SF_6 .

Zadanie 6.1. (0–1)

Narysuj wzór elektronowy cząsteczki SF_2 – zaznacz kreskami wspólne pary elektronowe oraz wolne pary elektronowe atomów siarki i fluoru. Określ kształt cząsteczki (liniowa, kątowa, 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 digonalna, trygonalna, tetraedryczna, piramidalna, V-kształtna).

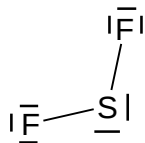
Zasady oceniania

1 pkt – poprawne narysowanie wzoru elektronowego cząsteczki.

0 pkt – odpowiedź niespełniająca powyższego kryterium albo brak odpowiedzi.

Rozwiązanie

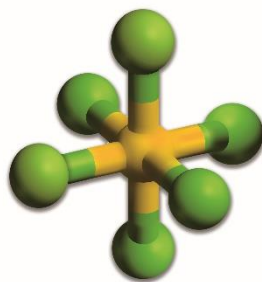
Wzór elektronowy:



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

Zadanie 6.2. (0–1)

Poniżej zamieszczono model ilustrujący kształt cząsteczki SF₆.



Wykaż na podstawie teorii VSEPR (odpychanie par elektronowych powłoki walencyjnej), że przedstawiony model jest poprawną ilustracją kształtu cząsteczki SF₆.

.....

.....

.....

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 SF₆: $L_{ew} = 48$

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 $L_p = 0 + 6 = 6$

$$\text{S}_2\text{O}_8^{2-}(\text{aq}) + 3\text{I}^{-}(\text{aq}) \rightarrow 2\text{SO}_4^{2-}(\text{aq}) + \text{I}_3^{-}(\text{aq})$$
$$v = k \cdot c_{\text{S}_2\text{O}_8^{2-}}^m \cdot c_{\text{I}^-}^n$$

Doświadczenie	Początkowe stężenie, mol · dm ⁻³		Początkowa szybkość, mol · dm ⁻³ · s ⁻¹
	S ₂ O ₈ ²⁻	I ⁻	
1.	0,15	0,21	1,14
2.	0,22	0,21	1,70
3.	0,22	0,12	0,98

Oblicz szybkość reakcji (wyrażoną w jednostce: $\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3} \cdot \text{s}^{-1}$) w doświadczeniu 1.
w chwili, gdy w wyniku zachodzącej reakcji stężenie jonów $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ obniży się do wartości $0,10 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$.

Obliczenia:

[illegible]



Wymaganie 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

- IV. Kinetyka i statyka chemiczna. Energetyka reakcji chemicznych. Zdający:
 - 1) definiuje i oblicza szybkość reakcji (jako zmianę stężenia reagenta w czasie);
 - 2) przewiduje wpływ: stężenia [...] substratów [...] na szybkość reakcji [...];
 - 3) na podstawie równania kinetycznego określa rząd reakcji względem każdego substratu; na podstawie danych doświadczalnych ilustrujących związek między stężeniem substratu a szybkością reakcji [...] pisze równanie kinetyczne.

Zasady oceniania

4 pkt – zastosowanie poprawnie wyznaczonego równania kinetycznego (określenie wykładników m i n) do obliczenia szybkości reakcji i poprawne obliczenie szybkości reakcji w doświadczeniu 1. w momencie, w którym stężenie jonów $S_2O_8^{2-}$ osiągnie wartość $0,1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ oraz podanie poprawnego wyniku.

3 pkt – zastosowanie poprawnie wyznaczonego równania kinetycznego (określenie wykładników m i n) do obliczenia szybkości reakcji i obliczenie szybkości reakcji w doświadczeniu 1. w momencie, w którym stężenie jonów $S_2O_8^{2-}$ osiągnie wartość $0,1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$, ale popełnienie błędów rachunkowych.

ALBO

– zastosowanie poprawnie wyznaczonego równania kinetycznego (określenie wykładników m i n) do obliczenia stałej szybkości reakcji k oraz uwzględnienie stechiometrii reakcji i poprawne obliczenie stężenia jonów I^- w doświadczeniu 1. W momencie, w którym stężenie jonów $S_2O_8^{2-}$ osiągnie wartość $0,1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ i podanie poprawnego wyniku.

2 pkt – zastosowanie poprawnie wyznaczonego równania kinetycznego (określenie wykładników m i n) do obliczenia stałej szybkości reakcji k .

ALBO

– poprawne wyznaczenie równania kinetycznego (określenie wykładników m i n) i poprawne obliczenie stężenia jonów I^- w doświadczeniu 1. w momencie, w którym stężenie jonów $S_2O_8^{2-}$ osiągnie wartość $0,1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$

1 pkt – uwzględnienie stechiometrii reakcji i poprawne obliczenie stężenia jonów I^- w doświadczeniu 1. w momencie, w którym stężenie jonów $S_2O_8^{2-}$ osiągnie wartość $0,1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ i podanie wyniku.

ALBO

– poprawne napisanie równania kinetycznego opisanej reakcji (poprawne określenie wykładników m i n).

0 pkt – zastosowanie błędnej metody rozwiązania LUB brak ustalenia równania kinetycznego albo brak rozwiązania.

Rozwiązanie

Wyznaczenie wykładników w równaniu kinetycznym:

$$v = k \cdot c_{S_2O_8^{2-}}^m \cdot c_{I^-}^n$$

Na podstawie doświadczeń 1. i 2.:

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{0,15^m}{0,22^m} = \frac{1,14}{1,70} \Rightarrow 0,68^m = 0,67 \Rightarrow m = 1$$

Na podstawie doświadczeń 2. i 3.:

$$\frac{v_2}{v_3} = \frac{0,21^n}{0,12^n} = \frac{1,70}{0,98} \Rightarrow 1,75^n = 1,73 \Rightarrow n = 1$$

Równanie kinetyczne: $v = k \cdot c_{S_2O_8^{2-}} \cdot c_{I^-}$

Stała szybkości reakcji:

obliczenia na przykładzie doświadczenia 1.:

$$k = \frac{1,14 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \cdot \text{s}^{-1}}{0,15 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \cdot 0,21 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}} = 36,19 (\text{dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{s}^{-1})$$

wartości uzyskane dla doświadczeń 2. i 3. to odpowiednio:

36,80 ($\text{dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$) oraz 37,12 ($\text{dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$)

Średnia wartość k : $36,7 \text{ dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$

Szybkość reakcji dla doświadczenia 1. w momencie, w którym stężenie jonów $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ osiągnie wartość $0,1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$:

stężenie $\text{S}_2\text{O}_8^{2-} = 0,1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$

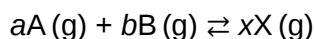
stężenie I^- po uwzględnieniu stosunku stechiometrycznego reagentów = $0,06 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$

$v = 36,19 \text{ dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{s}^{-1} \cdot 0,1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \cdot 0,06 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$

= **0,22 ($\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3} \cdot \text{s}^{-1}$)**

Zadanie 8. (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	ΔH° , kJ
1	$\text{N}_2(g) + \text{O}_2(g) \rightleftharpoons 2\text{NO}(g)$	182,6
2	$2\text{F}_2(g) + \text{O}_2(g) \rightleftharpoons 2\text{F}_2\text{O}(g)$	49,0
3	$\text{N}_2(g) + 3\text{H}_2(g) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(g)$	– 91,8
4	$\text{Cl}_2(g) + \text{H}_2(g) \rightleftharpoons 2\text{HCl}(g)$	– 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:

- 8) [...] 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**

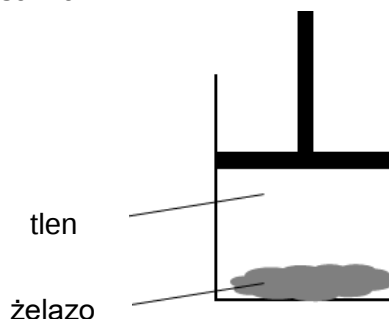
Uzasadnienie:

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 9. (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:
 - 4) stosuje pojęcia: egzoenergetyczny, endoenergetyczny [...] do opisu efektów energetycznych przemian [...].

Zasady oceniania

1 pkt – poprawne uzupełnienie zdań.

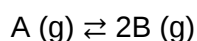
0 pkt – odpowiedź niespełniająca powyższego kryterium albo brak odpowiedzi.

Rozwiązanie

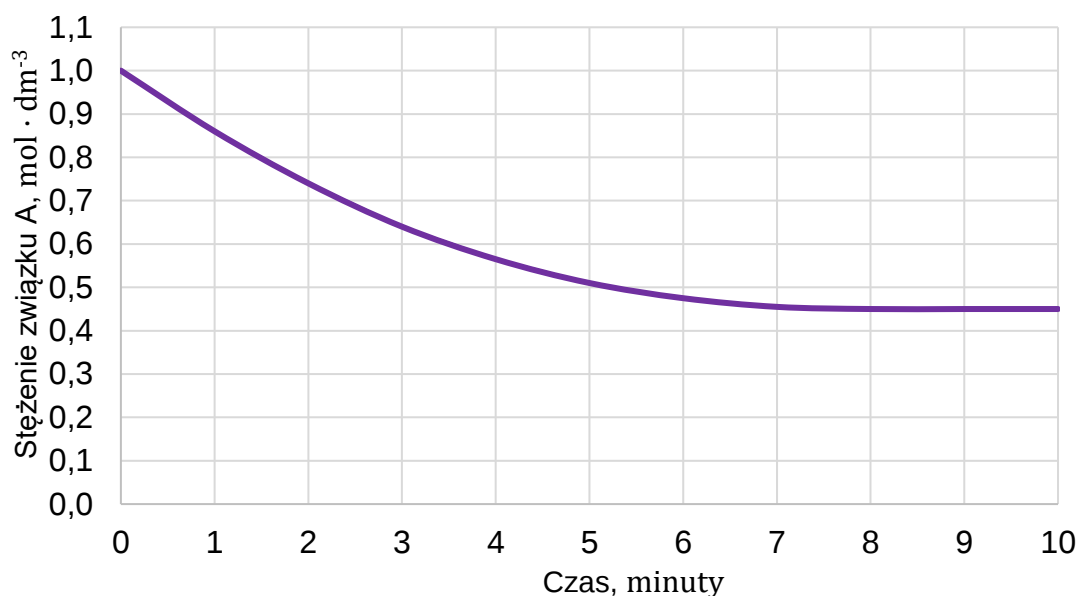
W wyniku przebiegu opisanego procesu tlen się zużywa, a tłok przesuwa się (w dół / w górę), wykonując pracę nad układem. Przemianie żelaza w tlenek żelaza(III) towarzyszyło odprowadzenie ciepła do otoczenia, co oznacza, że ta reakcja jest procesem (endoenergetycznym / egzoenergetycznym).

Zadanie 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:

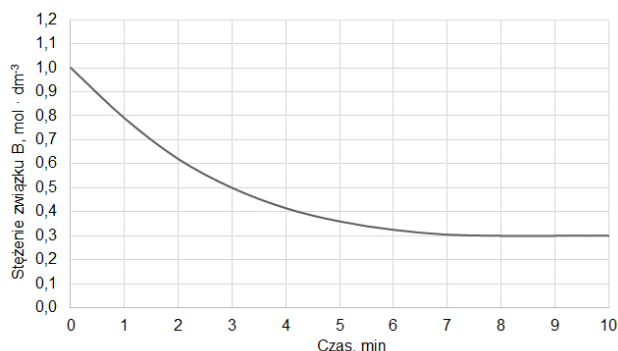


Mierzono stężenie związku A w czasie trwania reakcji. Tę zależność przedstawiono na poniższym wykresie:

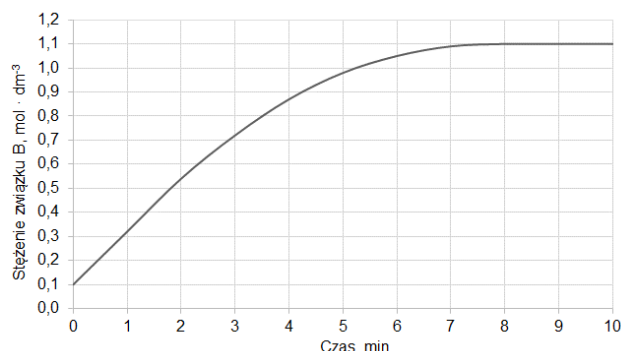


Z poniższych wykresów wybierz ten, który jest ilustracją zależności stężenia związku B od czasu trwania reakcji. Zaznacz wykres A, B, C albo D i uzasadnij swój wybór.

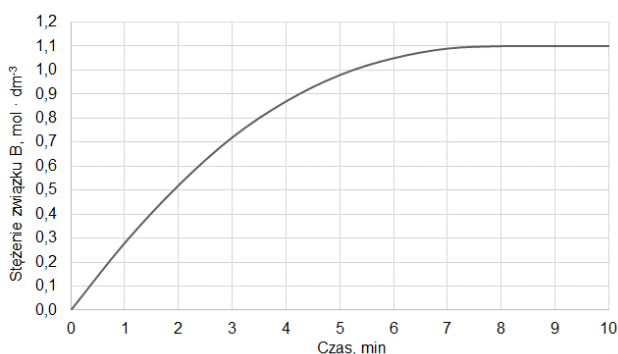
A.



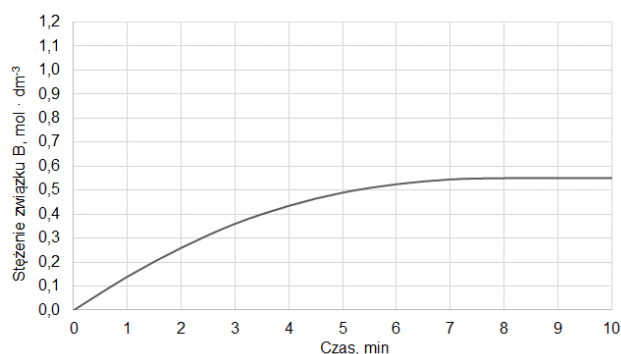
B.



C.



D.



Uzasadnienie:

.....

.....

.....

Wymagania ogólne

- I. Pozyskiwanie, przetwarzanie i tworzenie informacji. Zdający:
 - 1) [...] przetwarza informacje z różnorodnych źródeł;
 - 4) 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:
 - 6) wykazuje się znajomością i rozumieniem pojęć: stan równowagi dynamicznej [...].

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

Wykres C

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.

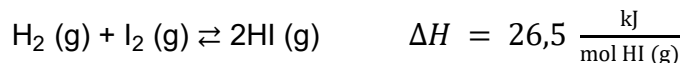
Uwaga: Zdający otrzymuje punkt za każde poprawne uzasadnienie odwołujące się do kształtu wybranego wykresu lub każde poprawne obliczenie.

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:

$$x_n(\text{A}) = \frac{n_{\text{A}}}{n_{\text{A}} + n_{\text{B}} + n_{\text{C}}}$$

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 $6,00 \text{ mol}$.

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:

[illegible]



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:
 - 6) wykazuje się znajomością i rozumieniem pojęć: stan równowagi dynamicznej i stała równowagi; pisze wyrażenie na stałą równowagi danej reakcji;
 - 7) 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.

ALBO

- 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:

$$n_R(\text{I}_2) = \frac{381 \text{ g}}{254 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 1,5 \text{ mol}$$

$$n_R(\text{H}_2) = 6 - 1,5 - 1,5 = 3,0 \text{ mol}$$

Obliczenie wartości stężeniowej stałej równowagi:

$$K_c = \frac{\frac{n_R(\text{HI})^2}{V^2}}{\frac{n_R(\text{H}_2)}{V} \cdot \frac{n_R(\text{I}_2)}{V}} = \frac{1,5^2}{3,0 \cdot 1,5} = 0,5$$

Ułożenie bilansu materiałowego i obliczenie początkowych liczb moli substratów:

	H ₂	I ₂	HI
n_0	a	b	0
Δn	$-x$	$-x$	$+2x$
n_R	3,0	1,5	1,5

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

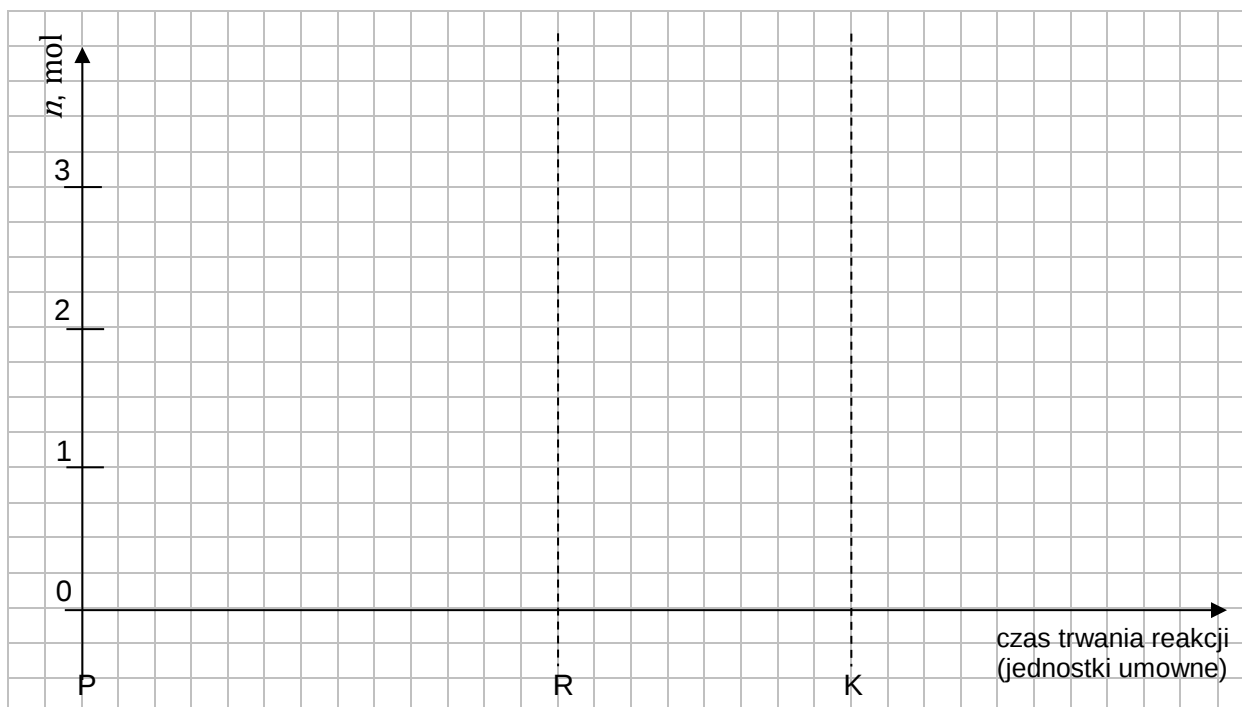
Obliczenie ułamków molowych mieszaniny substratów:

$$x_n(\text{H}_2) = \frac{a}{a+b} = \frac{3,75}{3,75+2,25} = \mathbf{0,625}$$

$$x_n(\text{I}_2) = \frac{b}{a+b} = \frac{2,25}{3,75+2,25} = \mathbf{0,375} \quad \text{ALBO} \quad x_n(\text{I}_2) = 1 - x_n(\text{H}_2) = \mathbf{0,375}$$

Zadanie 12. (0–2)

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 – K. 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;
 - 4) 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:
 - 6) wykazuje się znajomością i rozumieniem pojęć: stan równowagi dynamicznej [...].

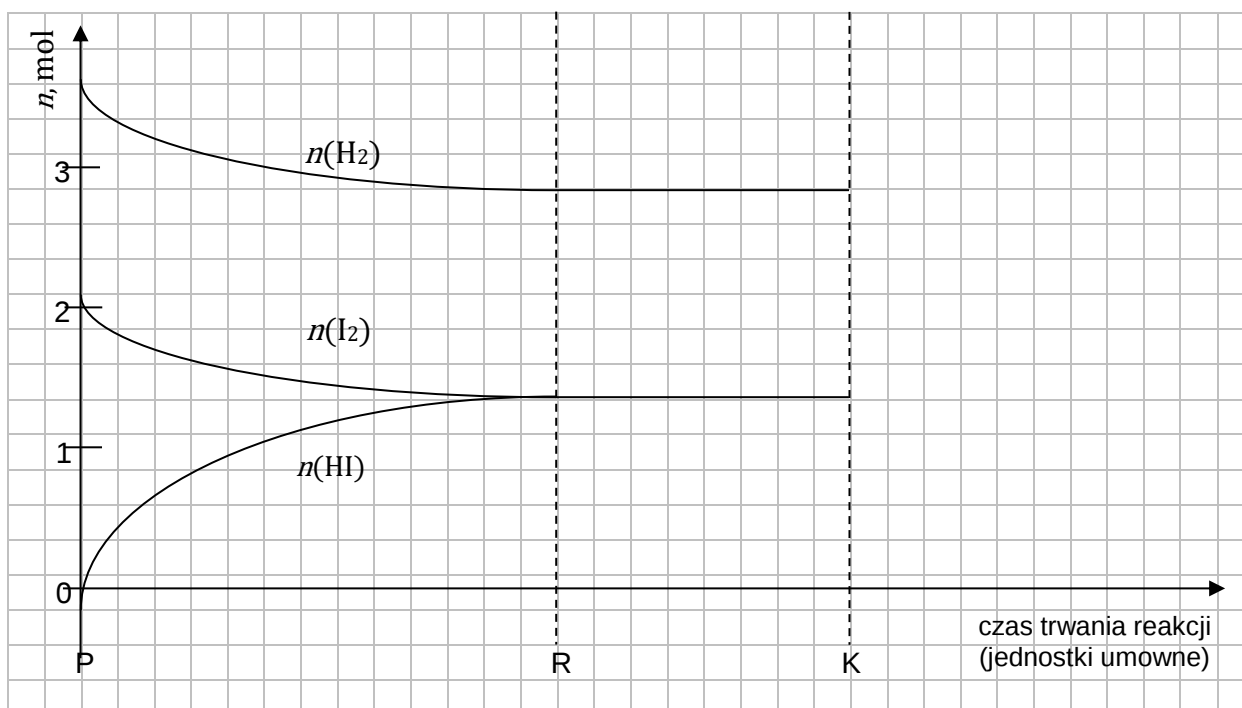
Zasady oceniania

- 2 pkt – poprawne narysowanie wykresu i opisanie trzech krzywych ilustrujących zmiany liczb moli reagentów w czasie.
- 1 pkt – poprawne narysowanie wykresu i opisanie dwóch krzywych ilustrujących zmiany liczb moli reagentów w czasie.
- 0 pkt – odpowiedź niespełniająca powyższych kryteriów 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 K krzywe mają być równoległe do osi OX. Za przedłużenie wykresów poza przedział od P do K 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. (0–2)

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;
 - 3) 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);
 - 4) stosuje pojęcia: egzoenergetyczny, endoenergetyczny [...];
 - 6) wykazuje się znajomością i rozumieniem pojęć: stan równowagi dynamicznej i stała równowagi;
 - 9) [...] interpretuje zapis $\Delta H < 0$ i $\Delta H > 0$; określa efekt energetyczny reakcji chemicznej na podstawie wartości entalpii.

Zasady oceniania

2 pkt – poprawne wskazanie trzech odpowiedzi.

1 pkt – poprawne wskazanie dwóch odpowiedzi.

0 pkt – odpowiedź niespełniająca powyższych kryteriów albo brak odpowiedzi.

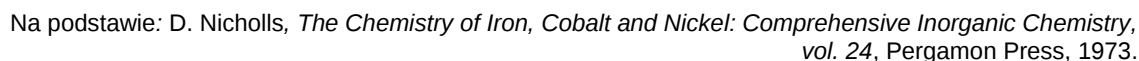
Rozwiązanie

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 $3 \cdot 10^{-4}$ mol 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 °C do 550 °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 wydzielą się tylko jeden rodzaj gazu, w każdym z etapów – inny. Uzyskany termogram przedstawiono na schemacie.

[illegible]

Równanie reakcji rozkładu w II etapie:

- 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 [...];
 - 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);
 - 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, $\text{CoCO}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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)

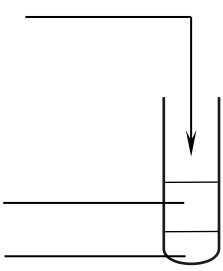
Uzupełnij schemat przeprowadzonego doświadczenia – zaznacz po jednym wzorze odczynnika w zestawach I i II.

Schemat doświadczenia:

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

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

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:

- 10) analizuje i porównuje właściwości fizyczne i chemiczne fluorowców.

Zasady oceniania

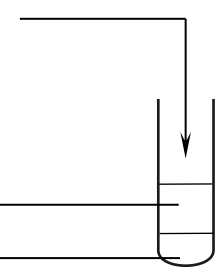
- 1 pkt – uzupełnienie schematu doświadczenia – poprawny wybór i zaznaczenie wzorów odczynników.
- 0 pkt – odpowiedź niespełniająca powyższego kryterium albo brak odpowiedzi.

Rozwiązanie

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

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

CHCl_3



Zadanie 15.2. (0–1)

Do probówki zawierającej kilka cm^3 bezbarwnego rozpuszczalnika 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.

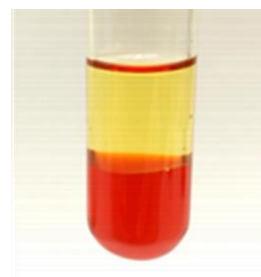
Po etapie 2.:



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:
- 10) analizuje i porównuje właściwości fizyczne i chemiczne fluorowców.

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

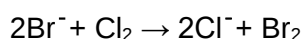
X. Metale, niemetale i ich związki. Zdający:

- 10) analizuje i porównuje właściwości fizyczne i chemiczne fluorowców.

Zasady oceniania

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

0 pkt – odpowiedź niespełniająca powyższego kryterium albo brak odpowiedzi.

Rozwiązanie

[illegible]

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:

- 6) wykazuje się znajomością i rozumieniem pojęć: stan równowagi dynamicznej i stała równowagi; pisze wyrażenie na stałą równowagi danej reakcji;
- 7) 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

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

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

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

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

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

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

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

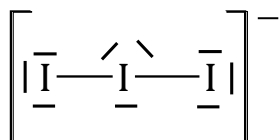
III. Wiązania chemiczne. Oddziaływania międzycząsteczkowe. Zdający:

- 1) określa rodzaj wiązania: [...] kowalencyjne (w tym koordynacyjne) [...] na podstawie elektroujemności według Paulinga [...];
- 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. (0–1)**

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:

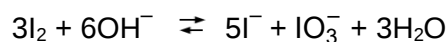
- 9) pisze równania reakcji ilustrujące typowe właściwości chemiczne niemetali [...].

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 97th Edition*, CRC Press 2017.

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

Stężenie, % masy	Gęstość, g·cm ⁻³
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 97th Edition*, CRC Press 2017.

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 °C.

A full-page view of a blank sheet of graph paper. The grid consists of thin, light gray horizontal and vertical lines forming small squares across the entire page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

Wymagania ogólne

I. Pozyskiwanie, przetwarzanie i tworzenie informacji. Zdający:

- 1) [...] przetwarza informacje z różnorodnych źródeł;
- 4) 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

- 4 pkt – poprawne narysowanie wykresu, poprawne odczytanie odpowiedniej wartości rozpuszczalności z wykresu, poprawne obliczenie stężenia procentowego KI, odczytanie gęstości z tabeli, zastosowanie poprawnej metody i poprawne obliczenie stężenia molowego KI.
- 3 pkt – poprawne narysowanie wykresu, poprawne odczytanie odpowiedniej wartości rozpuszczalności z wykresu, obliczenie stężenia procentowego KI, odczytanie gęstości z tabeli, zastosowanie poprawnej metody i obliczenie stężenia molowego KI, ale rozwiązanie zawiera błędy (arytmetyczne, odczytu danych, wynik jest podany z błędną jednostką lub bez jednostki).
- 2 pkt – poprawne narysowanie wykresu, poprawne odczytanie odpowiedniej wartości rozpuszczalności z wykresu i obliczenie stężenia procentowego KI.

ALBO

- poprawne narysowanie wykresu, poprawne odczytanie odpowiedniej wartości rozpuszczalności z wykresu, obliczenie stężenia procentowego KI, odczytanie gęstości z tabeli, obliczenie liczby moli KI, ale rozwiązanie zawiera błędy (arytmetyczne, odczytu danych, wynik jest podany z błędną jednostką lub bez jednostki).

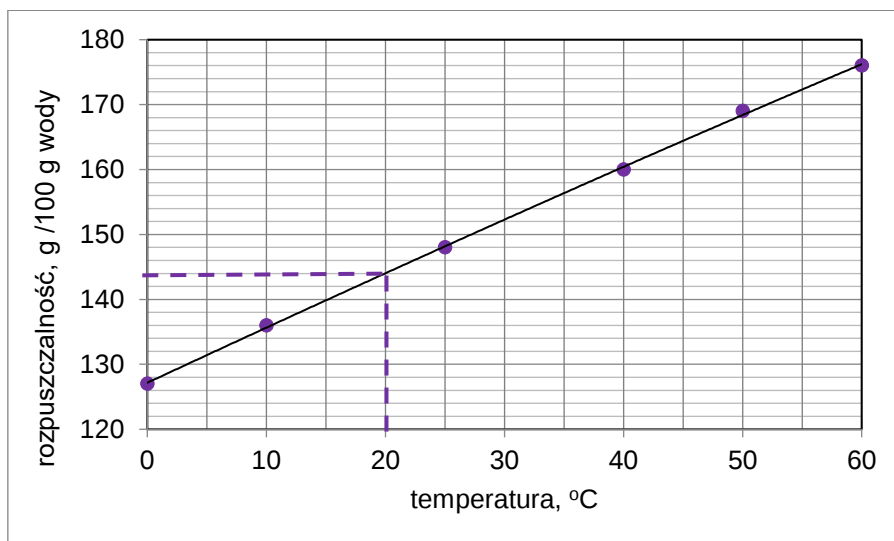
- 1 pkt – poprawne narysowanie wykresu i poprawne odczytanie odpowiedniej wartości rozpuszczalności z wykresu.

ALBO

- poprawne narysowanie wykresu, poprawne odczytanie odpowiedniej wartości rozpuszczalności z wykresu, obliczenie liczby moli KI, ale rozwiązanie zawiera błędy (arytmetyczne, odczytu danych, wynik jest podany z błędną jednostką lub bez jednostki).

- 0 pkt – rozwiązanie błędne albo brak rozwiązania.

Rozwiązanie



W temperaturze 20 °C rozpuszczalność jodku potasu wynosi 144 (± 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 $c_p = \frac{59}{295} \cdot 100 \% = 20 \%$

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

d (z Tabeli 2.) = 1,166 g·cm⁻³

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

Objętość roztworu: $V = \frac{295}{1,166}$ cm³ = 253 cm³ = 0,253 dm³

Stężenie molowe KI: $c_{KI} = \frac{0,36}{0,253}$ mol·dm⁻³ $\approx 1,4$ mol·dm⁻³

Dwa tlenki metali, oznaczone umownie wzorami A_2O i XO_3 , reagują ze sobą w stosunku molowym 1:1. Produktem reakcji jest jonowy związek Z, w którym masowa zawartość procentowa pierwiastka A wynosi 40,2%, natomiast dla pierwiastka X ta wielkość jest równa 26,8%.

Zadanie 21.1. (0–2)

Na podstawie obliczeń ustal symbole pierwiastków A i X.

[illegible]

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.

Wymaganie szczegółowe

Zakres rozszerzony

- I. Atomy, cząsteczki i stechiometria chemiczna. Zdający:
- 5) ustala wzór empiryczny i rzeczywisty związku chemicznego (nieorganicznego i organicznego) na podstawie jego składu i masy molowej.

Zasady oceniania

- 2 pkt – zastosowanie poprawnej metody, poprawne wykonanie obliczeń i napisanie symboli pierwiastków.
- 1 pkt – zastosowanie poprawnej metody, ale popełnienie błędów rachunkowych prowadzących do ustalenia błędnych symboli.
- 0 pkt – zastosowanie błędnej metody albo brak rozwiązania.

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, wodorków, 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:
- 1) opisuje właściwości substancji i wyjaśnia przebieg procesów chemicznych;
 - 5) wykorzystuje wiedzę i dostępne informacje do rozwiązywania problemów chemicznych [...].

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:
- 6) 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 ₂ SO ₄ (aq)
NaOH (aq)	NaNO ₂ (aq)
H ₂ SO ₄ (aq)	NaNO ₃ (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, 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:
- 6) 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

H₂SO₄ (aq)

NaNO₂ (aq)

Zadanie 22.3. (0–2)

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 obserwacje, wnioski oraz wyjaśnienia.

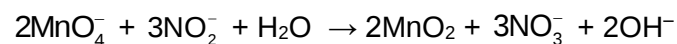
Wymagania szczegółowe

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, wodorków, wodorotlenków, kwasów, soli [...]
- X. Metale, niemetale i ich związki. Zdający:
- 6) przewiduje produkty redukcji jonów manganianowych(VII) w zależności od środowiska [...]; pisze odpowiednie równania reakcji.

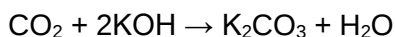
Zasady oceniania

- 2 pkt – poprawne napisanie dwóch równań.
 1 pkt – poprawne napisanie jednego równania.
 0 pkt – odpowiedź niespełniająca powyższych kryteriów albo brak odpowiedzi.

Rozwiązanie

Uwaga: Kolejność zapisu równań reakcji jest dowolna.

Uczniowie wykonywali doświadczenie, podczas którego działali kwasem solnym na węglan wapnia, w zestawie umożliwiającym pochłanianie wydzielającego się CO_2 w roztworze KOH. Naczynie z tym roztworem miało być zważone przed doświadczeniem i po jego zakończeniu. Reakcje wydzielania i pochłaniania CO_2 opisują równania:



Uczeń	Objętość roztworu HCl	Przyrost masy w naczyniu z KOH
I	10,0 cm ³	1,1 g
II	20,0 cm ³	11,0 g

Oblicz stężenie molowe badanego roztworu na podstawie wyników ucznia I i ucznia II. Wskaż ucznia, który poprawnie wykonał doświadczenie. Odpowiedź uzasadnij.

[illegible]

Uzasadnienie:

- I. Pozyskiwanie, przetwarzanie i tworzenie informacji. Zdający:
3) ocenia wiarygodność uzyskanych danych.
- II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający:
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 [...].
- V. Roztwory. Zdający:
 - 2) wykonuje obliczenia związane z przygotowaniem [...] roztworów z zastosowaniem pojęć: stężenie procentowe lub molowe [...].
- VII. Systematyka związków nieorganicznych. Zdający:
 - 6) klasyfikuje wodorki: [...] ze względu na ich charakter chemiczny (kwasowy, [...]) [...]; wnioskuje o charakterze chemicznym wodorku na podstawie wyników doświadczenia; [...].

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.

ALBO

- 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 CO₂: $m_{\text{CO}_2} = 1,1 \text{ g}$

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

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

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 CO₂: $m_{\text{CO}_2} = 11 \text{ g}$

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

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

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 mol 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, Li_3N , 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 $\text{pH} > 7$. Li_3N reaguje też z wodnymi roztworami kwasów.
- 2) Azotek boru, 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, B_2O_3 , w temperaturze 1000°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) 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 [...];
- 9) 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.

RozwiązanieRównanie syntezy azotku litu: $6\text{Li} + \text{N}_2 \rightarrow 2\text{Li}_3\text{N}$ Równanie reakcji otrzymywania azotku boru: $\text{CO}(\text{NH}_2)_2 + \text{B}_2\text{O}_3 \rightarrow 2\text{BN} + \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

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 cm³ i uzyskano bezbarwny, klarowny roztwór o gęstości 1,002 g·cm⁻³, który oznaczono symbolem S. Ustalono, że wartość pH roztworu S wynosi 11,7.

Na podstawie obliczeń wykaż, że pH otrzymanego roztworu S było równe 11,7.

[illegible]

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

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

7) wykonuje obliczenia dotyczące praw chemicznych.

7) wykonuje obliczenia [...] dotyczące: liczby moli oraz mas substratów i produktów (stechiometria wzorów i równań chemicznych) [...] po zmieszaniu substratów w stosunku stechiometrycznym i niestechiometrycznym;

2) wykonuje obliczenia związane z przygotowaniem, rozcieńczaniem [...] roztworów z zastosowaniem pojęć: stężenie [...] molowe [...].

4) wykonuje obliczenia z zastosowaniem pojęć: [...] pH, iloczyn jonowy wody [...].

Zasady oceniania

- 2 pkt – zastosowanie poprawnej metody, poprawne wykonanie obliczeń oraz potwierdzenie podanej wartości pH.
 1 pkt – zastosowanie poprawnej metody, ale popełnienie błędów rachunkowych prowadzących do błędnego wyniku liczbowego.
 0 pkt – zastosowanie błędnej metody albo brak rozwiązania.

Rozwiązanie

Obliczenie liczby moli LiOH powstającego w reakcji:

$$\begin{aligned} 43,75 \text{ mg Li}_3\text{N} &\text{ ————— } x \\ 35 \cdot 10^3 \text{ mg Li}_3\text{N} &\text{ ————— } 3 \text{ mol LiOH} \\ x &= 3,75 \cdot 10^{-3} \text{ mol LiOH} \end{aligned}$$

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:

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

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

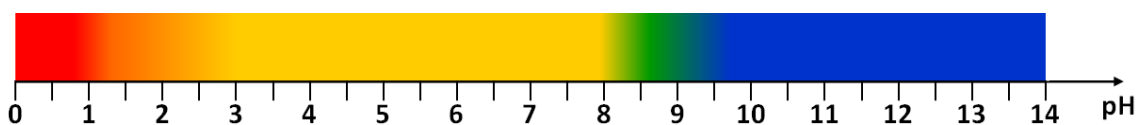
Zadanie 25.2. (0–2)

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.

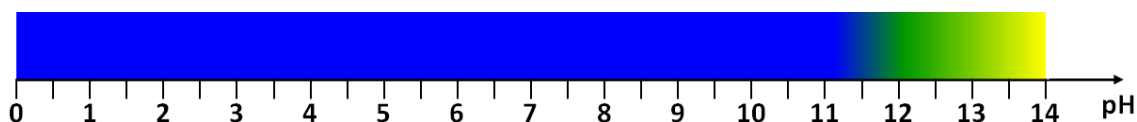
Wskaźnik I

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).



Uzupełnij tabelę, a następnie 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;
 - 3) 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.
- VI. Reakcje w roztworach wodnych. Zdający:
 - 3) interpretuje wartości [...] pH, [...].
 - 4) wykonuje obliczenia z zastosowaniem pojęć: [...] pH, iloczyn jonowy wody [...].

Zasady oceniania

2 pkt – poprawne uzupełnienie tabeli oraz poprawne określenie zakresu pH.

1 pkt – poprawne uzupełnienie tabeli

ALBO

– poprawne określenie zakresu pH.

0 pkt – odpowiedź niespełniająca powyższych kryteriów 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.

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 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 CH₃COOH

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_{aI} i K_{aII} – stałe dysocjacji kwasów

c_{I} i c_{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 cm³ wodnego roztworu kwasu metanowego (mrówkowego) o stężeniu 0,10 mol · dm⁻³ z 50,0 cm³ wodnego roztworu kwasu etanowego (octowego) o stężeniu 0,10 mol · dm⁻³. 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.

[illegible]

- 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 [...].

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 błędą jednostką lub niepoprawną dokładnością.

0 pkt – zastosowanie błędnej metody albo brak rozwiązania.

Rozwiązanie

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

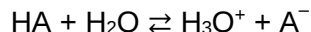
stężenie jonów H_3O^+ w mieszaninie kwasów jest równe:

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

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

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

NH₄Cl

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

NaOHNH₄Cl

NaCl

Oblicz pH uzyskanego roztworu buforowego.

Obliczenia:

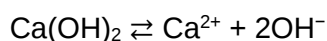
7) wykonuje obliczenia dotyczące praw chemicznych.

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

0 pkt – zastosowanie błędnej metody albo brak rozwiązania.

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

W kolbie umieszczono 1,0 g tlenku wapnia, dodano 100 cm³ 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:

[illegible]

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

Zakres rozszerzony

VI. Reakcje w roztworach wodnych. Zdający:

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

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.

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

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

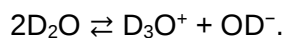
$$[\text{Ca}^{2+}] = 0,5 \quad [\text{OH}^{-}] = 0,0107 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$$

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

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

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 posługiwania 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.

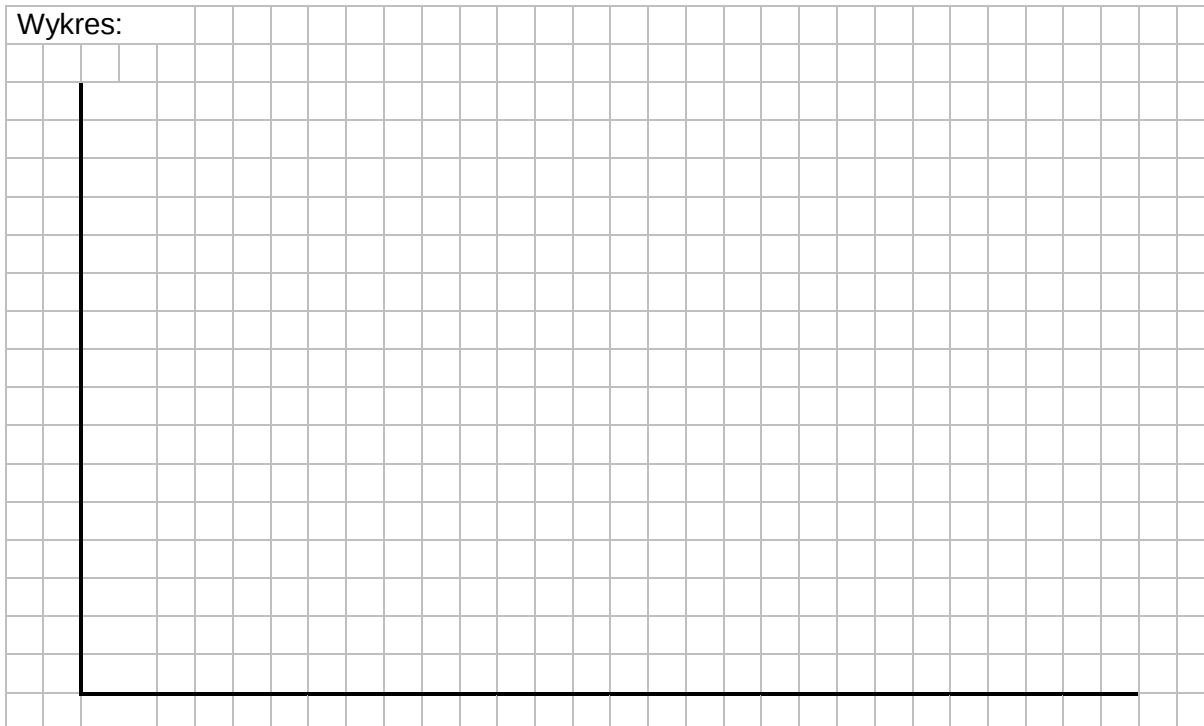
Temperatura, °C	10	20	30	40	50
pK_{D_2O}	15,44	15,05	14,70	14,39	14,10

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.

Wykres:



- I. Pozyskiwanie, przetwarzanie i tworzenie informacji. Zdający:
 - 4) [...] konstruuje wykresy.
- 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.

Zakres rozszerzony

- 3) interpretuje wartości pK_w , pH [...];
- 4) wykonuje obliczenia z zastosowaniem pojęć: [...] pH [...].

4 pkt – poprawne opisanie i wyskalowanie osi, poprawne narysowanie wykresu i odczytanie odpowiedniej wartości pK_{D_2O} z wykresu, poprawne obliczenie stężeń molowych jonów OD^- oraz jonów OH^- , porównanie stężeń oraz poprawne sformułowanie wniosku.

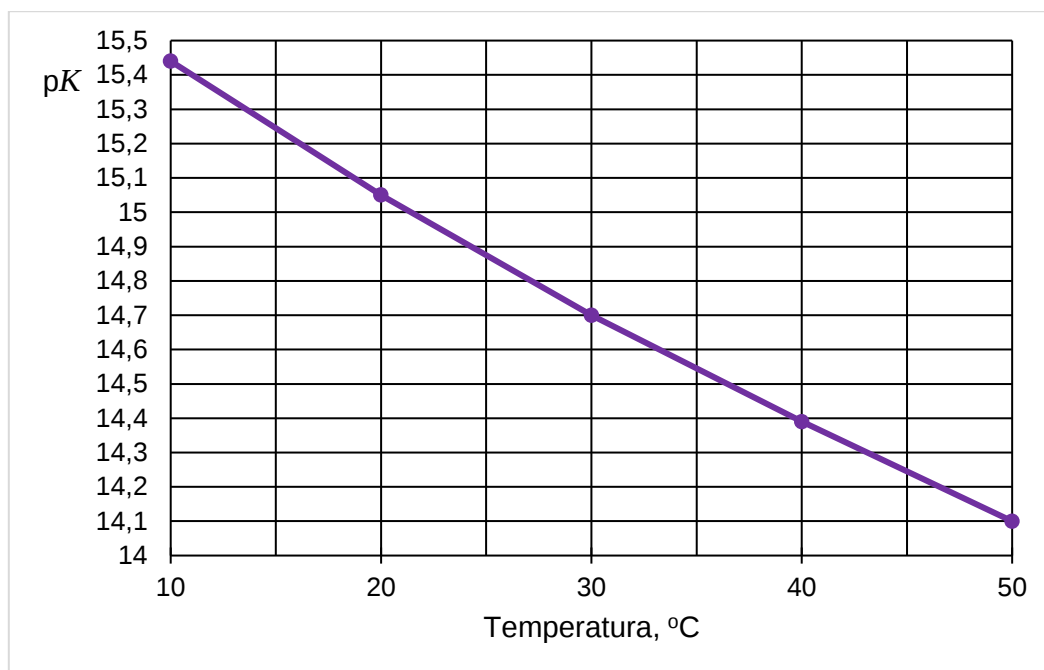
3 pkt – poprawne opisanie i wyskalowanie osi, narysowanie wykresu i odczytanie odpowiedniej wartości pK_{D_2O} z wykresu, obliczenie stężeń molowych jonów OD^- oraz jonów OH^- , porównanie stężeń i poprawne sformułowanie wniosku, ale rozwiązanie zawiera błędy (arytmetyczne, odczytu danych, wynik jest podany z błędną jednostką lub bez jednostki).

2 pkt – poprawne opisanie i wyskalowanie osi, poprawne narysowanie wykresu i odczytanie odpowiedniej wartości pK_{D_2O} z wykresu.

– poprawne opisanie i wyskalowanie osi, narysowanie wykresu i odczytanie odpowiedniej wartości pK_{D_2O} z wykresu, obliczenie stężeń molowych jonów OD^- oraz jonów OH^- , ale rozwiązanie zawiera błędy (arytmetyczne, odczytu danych, wynik jest podany z błędną jednostką lub bez jednostki).

0 pkt – zastosowanie błędnej metody rozwiązania albo brak rozwiązania.

Rozwiązanie



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

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

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

$$pOD = 7 + 0,425;$$

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

$$pK_w = 14,00$$

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

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

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. (0–2)

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. Ogniwa. 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

2 pkt – poprawne wskazanie trzech odpowiedzi.

1 pkt – poprawne wskazanie dwóch odpowiedzi.

0 pkt – odpowiedź niespełniająca powyższych kryteriów 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 97th 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. 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

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

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

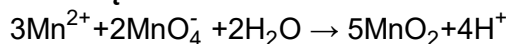
- IX. Elektrochemia. Ogniwa. Zdający:
 - 1) stosuje pojęcia: półogniwo, anoda, katoda, ogniwo galwaniczne, klucz elektrolityczny; potencjał standardowy półogniwa, szereg elektrochemiczny, SEM;
 - 3) pisze równania reakcji zachodzące na elektrodach (na katodzie i anodzie) ogniwa galwanicznego o danym schemacie; [...].

Zasady oceniania

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

0 pkt – odpowiedź niespełniająca powyższego kryterium albo brak odpowiedzi.

Rozwiązanie



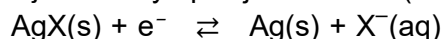
Informacja do zadań 33.–35.

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 33. (0–4)

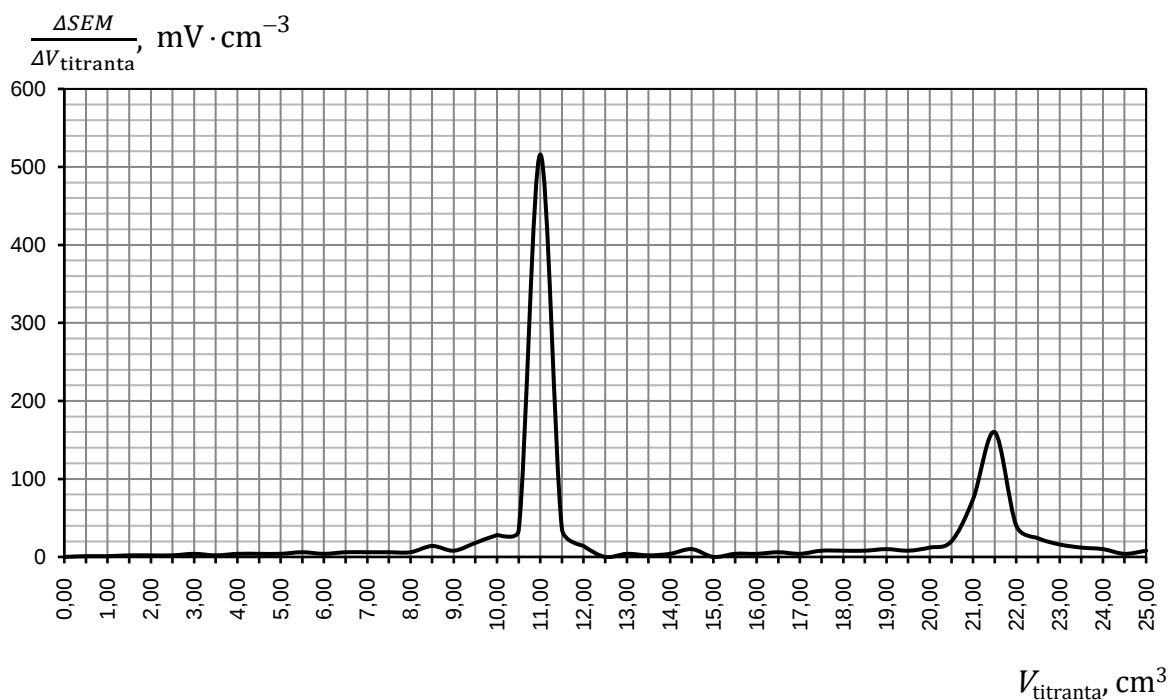
Jedną z metod potencjometrycznych jest miareczkowanie potencjometryczne.

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 wkrapiano 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 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.

ΔSEM , a następnie sporządzono wykres $\frac{\Delta SEM}{\Delta V_{titranta}}$ jako funkcji $V_{titranta}$.



W temperaturze 298 K iloczyn rozpuszczalności chlorku srebra $K_{so}[\text{AgCl}] = 1,6 \cdot 10^{-10}$, a jodku srebra – $K_{so}[\text{AgI}] = 1,5 \cdot 10^{-16}$.

Na podstawie: K.-H. Lautenschläger, W. Schröter, A. Wanninger, *Nowoczesne kompendium chemii*,
Warszawa 2007.

Oblicz stężenie molowe jonów chlorkowych w roztworze, którego próbkę o objętości $V_0 = 10,00 \text{ cm}^3$ pobrano do miareczkowania.

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

- 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:
 - 2) interpretuje wartości pK_w , pH , K_a , K_b , K_s .

Zasady oceniania

- 4 pkt – zastosowanie poprawnej metody prowadzącej do obliczenia liczby moli anionów chlorkowych na podstawie odczytanej z wykresu objętości titranta potrzebnej do strącenia tych jonów oraz poprawne obliczenie stężenia molowego anionów chlorkowych w roztworze, którego próbkę pobrano do miareczkowania.
- 3 pkt – zastosowanie poprawnej metody prowadzącej do obliczenia liczby moli anionów chlorkowych na podstawie odczytanej z wykresu objętości titranta potrzebnej do strącenia tych jonów oraz obliczenie stężenia molowego anionów chlorkowych w roztworze, którego próbkę pobrano do miareczkowania, ale rozwiązanie zawiera błędy (arytmetyczne, odczytu danych, wynik jest podany z błędną jednostką lub bez jednostki).
- 2 pkt – zastosowanie poprawnej metody prowadzącej do obliczenia liczby moli anionów chlorkowych poprawne obliczenie liczby jonów chlorkowych w próbce.
- 1 pkt – zastosowanie poprawnej metody prowadzącej do obliczenia liczby jonów chlorkowych w próbce – wykorzystanie w rozwiązaniu iloczynu rozpuszczalności – ale niewykonanie obliczeń (brak liczby jonów chlorkowych w próbce).
- 0 pkt – zastosowanie błędnej metody rozwiązania albo brak rozwiązania.

Rozwiązanie

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

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

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

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

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

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

ALBO

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

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

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

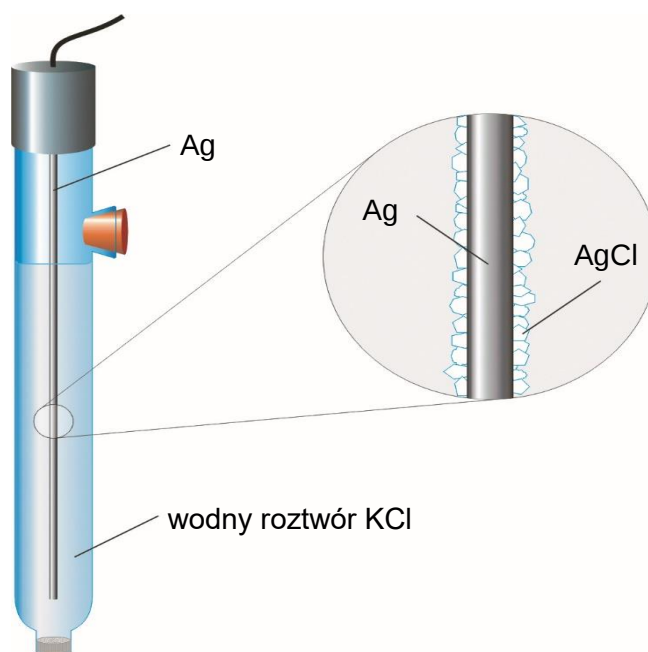
$$n_{\text{Cl}^-} = 0,525 \text{ mmol} = 0,525 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

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

Zadanie 34. (0–1)

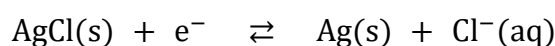
Przykładem elektrody halogenosrebrowej jest elektroda chlorosrebrowa:

Więcej materiałów na lern.one



Na podstawie: E. Generalic, <https://glossary.periodni.com/glossary.php?en=silver%2Fsilver-chloride+electrode> [dostęp: 15.07.2020]

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. 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

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

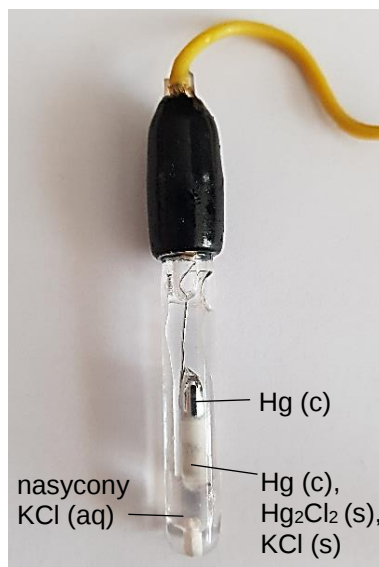
W roztworze II $c_{\text{Cl}^-} = 0,01 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$, więc

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

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

Zadanie 35. (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 chlorosrebowej.

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

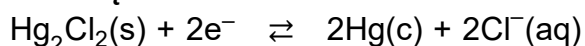
IX. Elektrochemia. Ogniwa. Zdający:

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

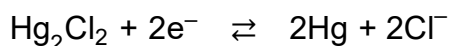
Zasady oceniania

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

0 pkt – odpowiedź niespełniająca powyższego kryterium albo brak odpowiedzi.

Rozwiązanie

ALBO



CHEMIA ORGANICZNA

Zadanie 36. (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:

- 6) analizuje zmiany właściwości fizycznych (np.: temperatura topnienia, temperatura wrzenia, rozpuszczalność w wodzie itp.) w szeregach homologicznych [...] 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	36,1 (°C)	27,8 (°C)	68,7 (°C)

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.

Zadanie 37.

Dwa węglowodory aromatyczne – A i B – mają wzór sumaryczny C_8H_{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 37.1. (0–2)

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

XII. Wstęp do chemii organicznej. Zdający:

- 1) na podstawie wzorów strukturalnych lub półstrukturalnych (grupowych) podaje nazwy systematyczne [...] jednofunkcyjnych pochodnych węglowodorów (fluorowcopochodnych [...]).

XIII. Węglowodory. Zdający:

- 9) opisuje właściwości chemiczne [...] na przykładzie reakcji: [...] nitrowania pochodnych benzenu uwzględniając wpływ kierujący podstawników (atom chlorowca, grupa alkilowa, grupa nitrowa, grupa hydroksylowa, grupa karboksylowa)

Zasady oceniania

2 pkt – napisanie poprawnego równania z zastosowaniem wzorów związków organicznych w postaci półstrukturalnej (grupowej) lub uproszczonej oraz podanie poprawnej nazwy.

1 pkt – napisanie poprawnego równania z zastosowaniem wzorów związków organicznych w postaci półstrukturalnej (grupowej) lub uproszczonej

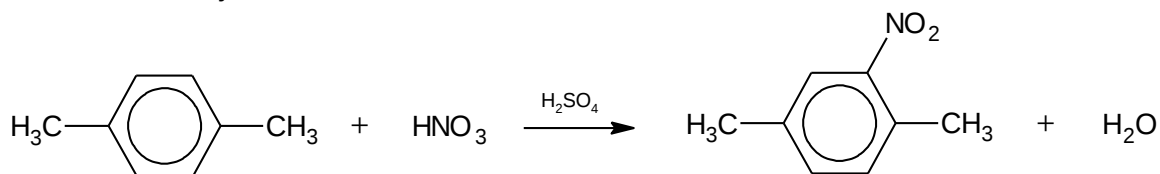
ALBO

– podanie poprawnej nazwy.

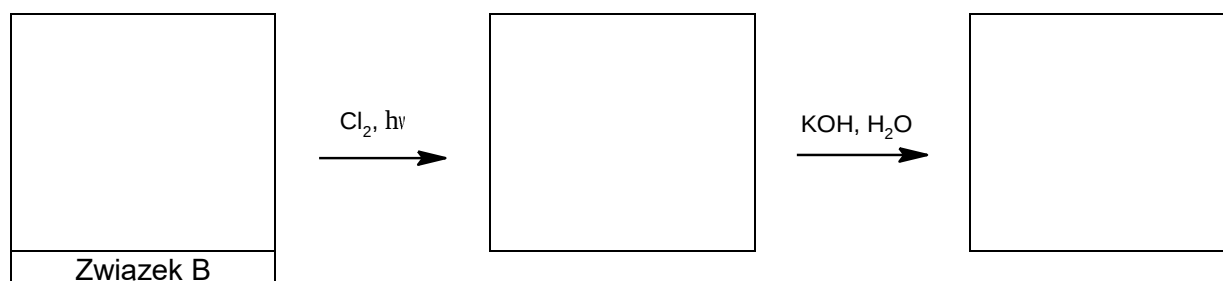
0 pkt – odpowiedź niespełniająca powyższych kryteriów albo brak odpowiedzi.

Rozwiązanie

Równanie reakcji:

Nazwa systematyczna produktu mononitrowania związku A: **1,4-dimetylo-2-nitrobenzen****Zadanie 37.2. (0–2)**

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

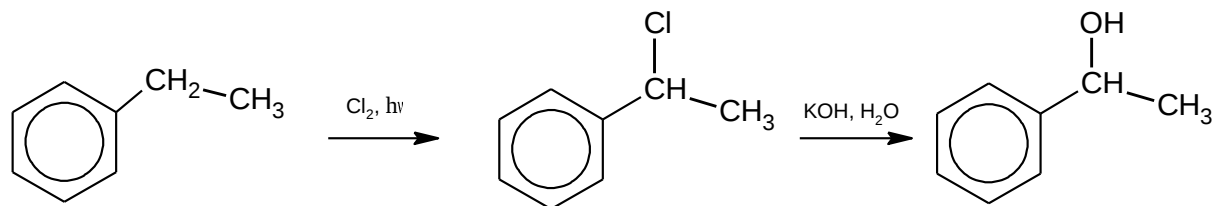
Zakres rozszerzony

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

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

Zasady oceniania

- 2 pkt – poprawne zapisanie schematu ciągu przemian z zastosowaniem wzorów związków organicznych w postaci półstrukturalnej (grupowej) lub uproszczonej.
- 1 pkt – poprawne zapisanie dwóch wzorów związków organicznych w postaci półstrukturalnej (grupowej) lub uproszczonej w schemacie ciągu przemian.
- 0 pkt – odpowiedź niespełniająca powyższych kryteriów albo brak odpowiedzi.

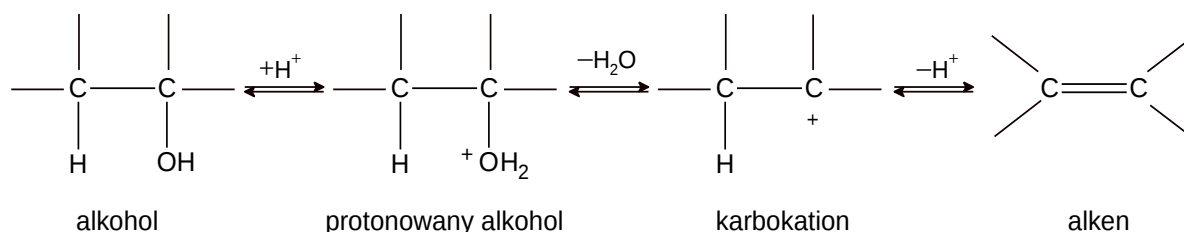
Rozwiązanie

Związek B

Zadanie 38.

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 38.1. (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:

- 7) [...] wyjaśnia mechanizmy reakcji [...].

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

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

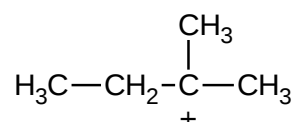
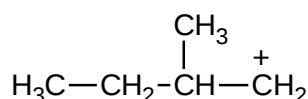
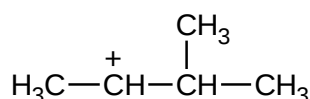
Zasady oceniania

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

0 pkt – odpowiedź niespełniająca powyższego kryterium albo brak odpowiedzi.

Rozwiązanie

etap II

Zadanie 38.2. (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

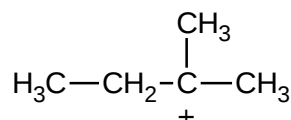
XIII. Węglowodory. Zdający:

- 1) ustala rządowość 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 38.3. (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:

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

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

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

Zasady oceniania

2 pkt – poprawne napisanie trzech wzorów alkenów.

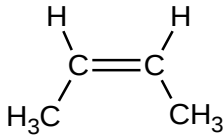
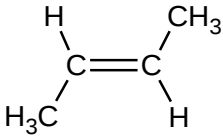
1 pkt – poprawne napisanie wzoru alkenu A.

ALBO

– poprawne napisanie wzorów alkenów B i C.

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 38.4. (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:

- 1) ustala rządowość atomów węgla w cząsteczce węglowodoru.

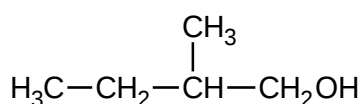
XIV. Hydroksylowe pochodne węglowodorów – alkohole i fenole. Zdający:

- 2) 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 39. (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:

- 4) opisuje zachowanie: alkoholi pierwszo-, drugo- i trzeciorzędowych wobec utleniaczy [...]; [...] przeprowadza 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

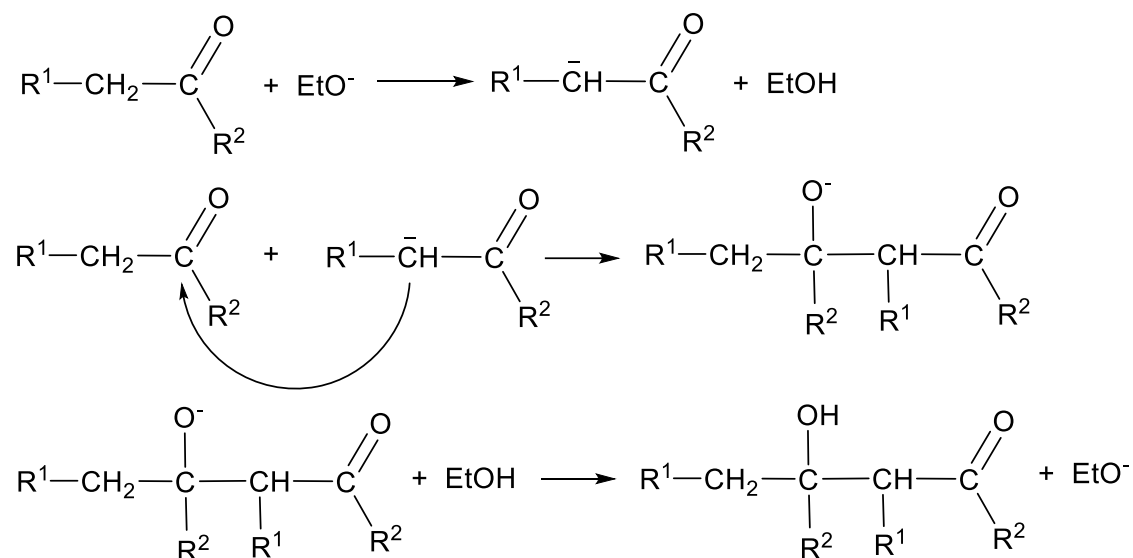
Uzasadnienie:

Jest to alkohol III-rzędowy, który w przeciwieństwie do alkoholu I-rzędowego nie ulega utlenieniu w roztworze KMnO_4 . Stąd brak odbarwienia roztworu w próbówce A.

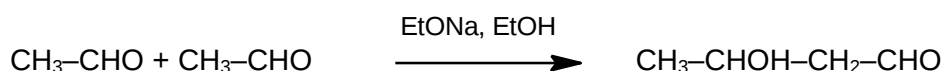
Zadanie 40.

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

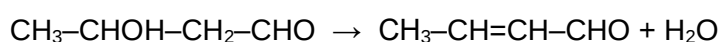


Przykładowo z dwóch cząsteczek etanal pod wpływem roztworu etanolanu sodu w etanolu powstaje 3-hydroksybutanal:



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 α .

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 40.1. (0–2)

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

XII. Wstęp do chemii organicznej. Zdający:

- 1) na podstawie wzorów strukturalnych lub półstrukturalnych (grupowych) podaje nazwy systematyczne [...] jednofunkcyjnych pochodnych węglowodorów ([...] ketonów [...]).

XVII. Estry i tłuszcze. Zdający:

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

Zasady oceniania

2 pkt – poprawne napisanie wzoru i nazwy systematycznej.

1 pkt – poprawne napisanie wzoru

ALBO

– poprawne napisanie nazwy systematycznej.

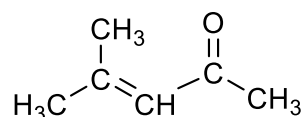
0 pkt – odpowiedź niespełniająca powyższych kryteriów albo brak odpowiedzi.

Rozwiązanie

Wzór tlenku mezytylu:



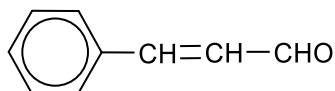
ALBO



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

Zadanie 40.2. (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 α .

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

XII. Wstęp do chemii organicznej. Zdający:

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

XV. Związki karbonylowe – aldehydy i ketony. Zdający:

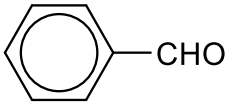
- 3) [...] prezentuje informacje o metodach otrzymywania, właściwościach i zastosowaniach aldehydów i ketonów.

Zasady oceniania

1 pkt – poprawne narysowanie wzorów aldehydów.

0 pkt – odpowiedź niespełniająca powyższego kryterium albo brak odpowiedzi.

Rozwiązanie

Wzór aldehydu A	Wzór aldehydu B
	CH ₃ –CHO

Zadanie 40.3. (0–1)

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

XII. Wstęp do chemii organicznej. Zdający:

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

XV. Związki karbonylowe – aldehydy i ketony. Zdający:

- 3) [...] prezentuje informacje o metodach otrzymywania, właściwościach i zastosowaniach aldehydów i ketonów.

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 41. (0–4)

Próbkę pewnego związku organicznego A o masie 4,4 g spalono w tlenie i otrzymano wyłącznie 8,8 g tlenku węgla(IV) oraz 3,6 g wody. Stwierdzono, że:

- łańcuch węglowy cząsteczki tego związku jest nierozgałęziony
- ten związek w roztworze wodnym dysocjuje z odsczepieniem jonu wodorowego
- całkowite spalanie 0,05 mol tego związku wymaga użycia 0,25 mol tlenu.

Ustalono także, że związki umownie oznaczone literami X i Y są izomerami związku organicznego A. Związek X jest kwasem karboksylowym. Cząsteczki związku Y o nierozgałęzionym łańcuchu węglowym nie są chiralne, a wynik reakcji tego związku z odczynnikiem Trommera przedstawiono na zdjęciu. Związek Y może brać udział w reakcjach estryfikacji.



Napisz wzór półstrukturalny (grupowy) opisanego związku organicznego A oraz wzory półstrukturalne (grupowe) związków X i Y.

Obliczenia:

Wzór związku organicznego A:

Wzór związku X	Wzór związku Y

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.

Wymaganie szczegółowe

Zakres rozszerzony

I. Atomy, cząsteczki i stechiometria chemiczna. Zdający:

- 1) stosuje pojęcia: [...] mol [...];
- 2) [...] oblicza masę molową związków chemicznych ([...] organicznych) o podanych wzorach lub nazwach;
- 4) ustala wzór empiryczny i rzeczywisty związku chemicznego ([...] organicznego) na podstawie jego składu (wyrażonego np. w procentach masowych) i masy molowej;
- 6) wykonuje obliczenia [...] dotyczące: liczby moli oraz mas substratów i produktów [...].

VIII. Reakcje utleniania i redukcji. Zdający:

- 1) stosuje pojęcia: stopień utlenienia [...] utlenianie, redukcja.

XII. Wstęp do chemii organicznej. Zdający:

- 1) na podstawie [...] opisu budowy lub właściwości fizykochemicznych klasyfikuje dany związek chemiczny do: [...] związków jednofunkcyjnych ([...] aldehydów [...] kwasów karboksylowych [...]) [...]; [...] rysuje wzory strukturalne lub półstrukturalne (grupowe).
- 2) stosuje pojęcia: [...] izomeria konstytucyjna (szkieletowa, położenia, grup funkcyjnych), stereoizomeria ([...] izomeria optyczna) [...];
- 3) rysuje wzory strukturalne i półstrukturalne (grupowe) izomerów konstytucyjnych o podanym wzorze sumarycznym [...].

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

- 2) opisuje właściwości chemiczne alkoholi na przykładzie [...] reakcji z [...] kwasami karboksylowymi; [...].

XV. Związki karbonylowe – aldehydy i ketony. Zdający:

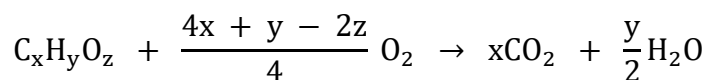
- 3) [...] prezentuje informacje o metodach otrzymywania, właściwościach i zastosowaniach aldehydów i ketonów.

Zasady oceniania

- 4 pkt – zastosowanie poprawnej metody, tj. wykorzystanie związku między danymi w zadaniu a szukanym wzorem elementarnym, poprawne wykonanie obliczeń, ustalenie wzoru sumarycznego związku A, podanie poprawnego wzoru półstrukturalnego (grupowego) związku A oraz podanie dwóch poprawnych wzorów półstrukturalnych (grupowych) opisanych związków X i Y.
- 3 pkt – zastosowanie poprawnej metody, tj. wykorzystanie związku między danymi w zadaniu a szukanym wzorem elementarnym, poprawne wykonanie obliczeń, ustalenie wzoru sumarycznego związku A, podanie poprawnego wzoru półstrukturalnego (grupowego) związku A oraz podanie jednego poprawnego wzoru półstrukturalnego (grupowego) opisanych związków X lub Y.
- 2 pkt – zastosowanie poprawnej metody, tj. wykorzystanie związku między danymi w zadaniu a szukanym wzorem elementarnym, poprawne wykonanie obliczeń, ustalenie wzoru sumarycznego związku A oraz podanie poprawnego wzoru półstrukturalnego (grupowego) związku A.
- 1 pkt – zastosowanie poprawnej metody, tj. wykorzystanie związku między danymi w zadaniu a szukanym wzorem elementarnym, poprawne wykonanie obliczeń, ustalenie wzoru sumarycznego związku A.

ALBO

- zastosowanie poprawnej metody, tj. wykorzystanie związku między danymi w zadaniu a szukanym wzorem elementarnym, ale popełnienie błędów rachunkowych lub błędów nieuwagi, które w konsekwencji mogą doprowadzić do podania niepoprawnego wzoru półstrukturalnego (grupowy) związku A
- 0 pkt – zastosowanie błędnej metody albo brak rozwiązania.

Rozwiązanie

$$n_{CO_2} = \frac{8,8 \text{ g}}{44 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,2 \text{ mol} \quad n_{H_2O} = \frac{3,6 \text{ g}}{18 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,2 \text{ mol}$$

$$\frac{y}{2} = 0,2 \Rightarrow y = 0,4 \text{ mol}$$

$$\frac{4x + y - 2z}{4} = 0,25 \Rightarrow z = 0,1 \text{ mol}$$

Stosunek liczb moli: $n_C : n_H : n_O = 0,2 : 0,4 : 0,1 = 2 : 4 : 1$

Wzór sumaryczny: **C₄H₈O₂**

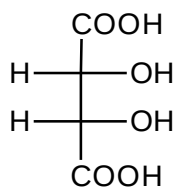
Wzór półstrukturalny (grupowy) związku A: CH₃CH₂CH₂COOH

Wzór związku X: CH₃CH(CH₃)COOH

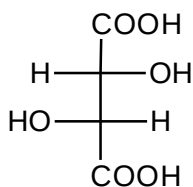
Wzór związku Y: CH₂(OH)CH₂CH₂CHO

Zadanie 42.

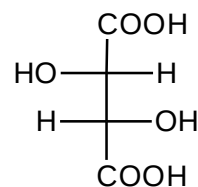
Poniżej przedstawiono wzory Fischera trzech stereoizomerów kwasu winowego (2,3-dihydroksybutanodiowego).



I



II



III

Zadanie 42.1. (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:

- 5) 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 42.2. (0–2)

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 ₂ 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:

- 5) 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;
- 6) [...] porównuje właściwości stereoizomerów (enancjomerów i diastereoizomerów).

Zasady oceniania

2 pkt – poprawne uzupełnienie tabeli.

1 pkt – poprawne uzupełnienie ostatniego wiersza w tabeli.

ALBO

– poprawne uzupełnienie pierwszej kolumny w tabeli.

0 pkt – odpowiedź niespełniająca powyższego kryterium albo brak odpowiedzi.

Rozwiązanie

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

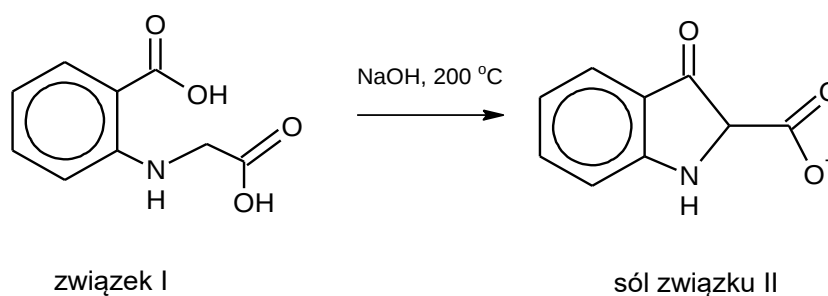
Zadanie 43.

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-karboksyfenyl)glicyna (związek I). Ten substrat w pierwszym etapie syntezy ogrzewano z NaOH, co prowadziło do zamknięcia pierścienia pięciocłonowego.



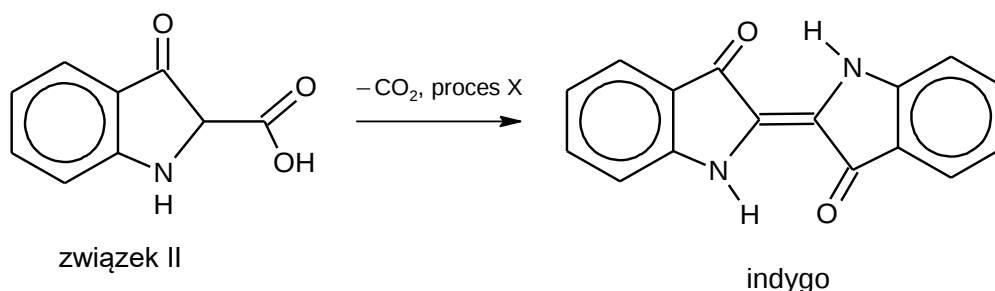
Tę reakcję opisuje schemat:

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 indyga, zgodnie ze schematem:

Etap II

**Zadanie 43.1. (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

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

H₂O

Zadanie 43.2. (0–1)

Podaj stosunek molowy tlenu O₂ 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 [...].
- 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

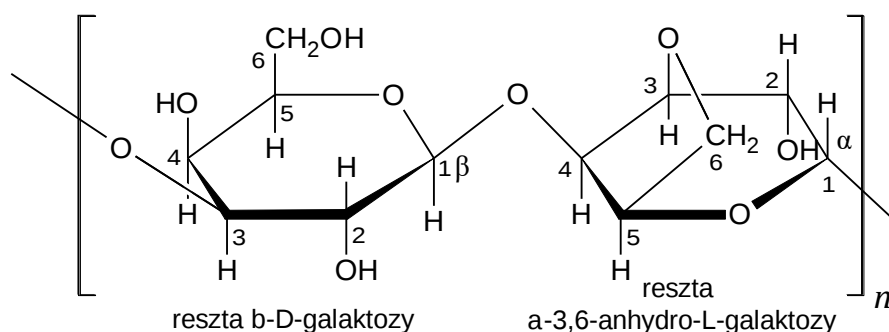
Zadanie 44.

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

Zadanie 44.1. (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 α -3,6-anhydrogalaktozy.



Wzór sumaryczny α -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

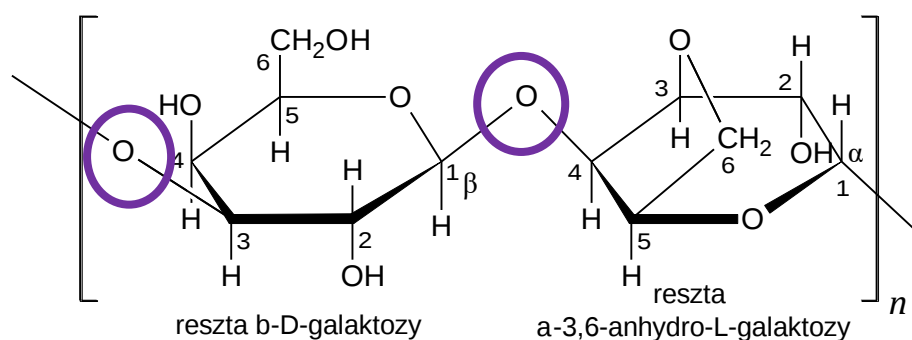
XX. Cukry. Zdający:

- 3) [...] rysuje wzory taflowe (Hawortha) anomerów α i β [...];
- 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.

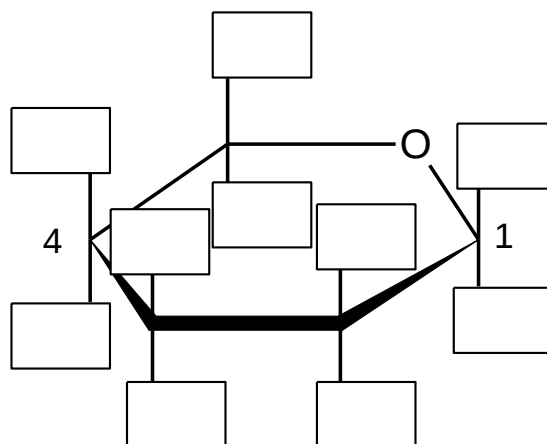
Rozwiązanie



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

Zadanie 44.2. (0–1)

Uzupełnij poniższy schemat tak, aby przedstawiał wzór β -D-galaktozy (β -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:
 - 3) wykorzystuje wiedzę i dostępne informacje do rozwiązywania problemów chemicznych [...].

Wymaganie szczegółowe

Zakres rozszerzony

XX. Cukry. Zdający:

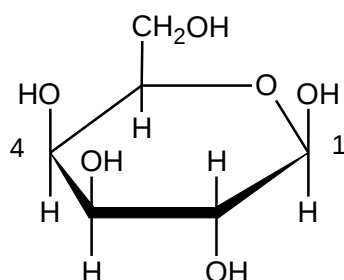
- 3) [...] rysuje wzory taflowe (Hawortha) anomerów α i β [...].

Zasady oceniania

1 pkt – poprawne uzupełnienie schematu.

0 pkt – odpowiedź niespełniająca powyższego kryterium albo brak odpowiedzi.

Rozwiązanie



Zadanie 44.3. (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 otrzymywana 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) rozróżnia układy homogeniczne i heterogeniczne [...].

XIX. Białka. Zdający:

- 1) [...] prezentuje informacje o budowie [...] 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**). 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 otrzymywana z kości i skór zwierząt rzeźnych żelatyna, która jest (**białkiem** / dekstryną / polisacharydem).

CHEMIA PRAKTYCZNA

Zadanie 45. (0–2)

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

I	II	III	IV
			

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.		A. żrąca lub korodująca metale B. utleniająca C. wybuchowa D. toksyczna
Przechowywać z dala od odzieży i innych materiałów zapalnych.		A. żrąca lub korodująca metale B. utleniająca C. wybuchowa D. 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.

Warunki bezpieczeństwa	Piktogram	Znaczenie piktogramu: substancja
Pracować w rękawicach i odzieży ochronnej; stosować ochronę oczu i twarzy	II	A. żrąca lub korodująca metale
Przechowywać z dala od odzieży i innych materiałów zapalnych	IV	B. utleniająca

Superfosfat jest nawozem sztucznym zawierającym diwodoroortofosforan(V) wapnia ($\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$), siarczan(VI) wapnia (CaSO_4) oraz zanieczyszczenia niezawierające wapnia i siarki. W superfosfacie zawartość procentowa siarki wynosi 11,9%, a zawartość procentowa wapnia jest równa 22,2%.

[illegible]

- 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.

Zakres rozszerzony

- I. Atomy, cząsteczki i stechiometria chemiczna. Zdający:
 - 5) ustala wzór empiryczny i rzeczywisty związku chemicznego (nieorganicznego [...]) na podstawie jego składu (wyrażonego np. w procentach masowych) i masy molowej;
 - 7) wykonuje obliczenia, [...] dotyczące: liczby moli oraz mas substratów i produktów (stechiometria wzorów i równań chemicznych) [...].

Zasady oceniania

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

1 pkt – zastosowanie poprawnej metody, ale:

– popełnienie błędów rachunkowych prowadzących do błędnego wyniku liczbowego.

LUB

– niepodanie wyniku w procentach.

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

Przykładowe rozwiązaniaSposób I

W 100 g próbki 11,9 g S $\Rightarrow$ 0,372 mol S $\Rightarrow$ 0,372 mol CaSO₄

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

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

W 100 g próbki $0,555 - 0,372 = 0,183 \text{ mol Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \Rightarrow 0,183 \cdot 234 = 42,8 \text{ g}$

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

Sposób II

Należy przyjąć do obliczeń masę nawozu równą 100 g

$234 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ – masa molowa Ca(H₂PO₄)₂

$136 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ – masa molowa CaSO₄

$136 \text{ g CaSO}_4 \text{ — } 32 \text{ g S}$

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

$136 \text{ g CaSO}_4 \text{ — } 40 \text{ g Ca}$

$50,575 \text{ g CaSO}_4 \text{ — } y \Rightarrow y = 14,875 \text{ g Ca}$

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

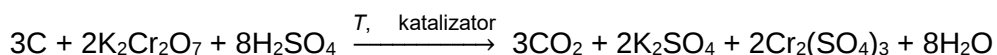
$234 \text{ g Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \text{ — } 40 \text{ g Ca}$

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

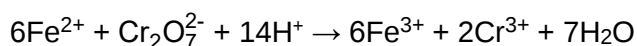
Informacja do zadań 47.–48.

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 Fe²⁺ jako reduktorem (reakcja 2.).



Zadanie 47. (0–1)

Oblicz masę próbki soli Mohra, którą trzeba odważyć, żeby w kolbie miarowej o pojemności 100 cm³ przygotować roztwór o stężeniu jonów Fe²⁺ równym 0,1 mol · dm⁻³.

[illegible]

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

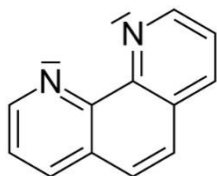
5) pisze wzory hydratów i soli bezwodnych [...].

0 pkt – odpowiedź niespełniająca powyższego kryterium albo brak odpowiedzi.

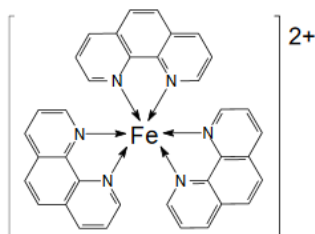
$$m_{\text{solí Mohra}} = 0,01 \text{ mol} \cdot 392 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 3,92 \text{ g}$$

Zadanie 48.

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 Fe^{2+} kompleks (wzór 2.) o intensywnej czerwonej barwie.



wzór 1.



wzór 2.

Zadanie 48.1. (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

- 1) określa rodzaj wiązania: jonowe, kowalencyjne (w tym koordynacyjne) [...]
- 2) pisze wzory elektronowe typowych cząsteczek związków kowalencyjnych i jonów złożonych, z uwzględnieniem wolnych par elektronowych;

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 48.2. (0–3)

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

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

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

1 pkt – poprawne przyporządkowanie jednego numeru roztworu i poprawne uzasadnienie

ALBO

– 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 Cr^{3+} powstających w wyniku redukcji jonów dichromianowych(VI).

W punkcie końcowym miareczkowania – kolba II.

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

Zadanie 49. (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 50. (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_2 , CH_4 , NH_3 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:

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

XXII. Elementy ochrony środowiska. Zdający:

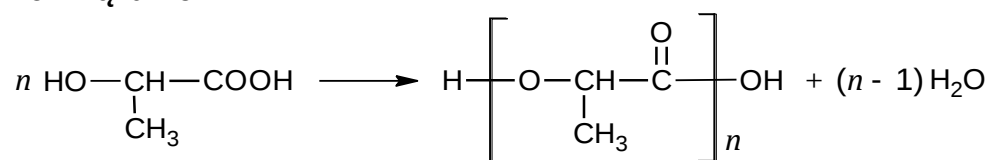
- 2) proponuje sposoby ochrony środowiska naturalnego przed zanieczyszczeniem i degradacją [...].

Zasady oceniania

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

0 pkt – odpowiedź niespełniająca powyższego kryterium albo brak odpowiedzi.

Rozwiązanie



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

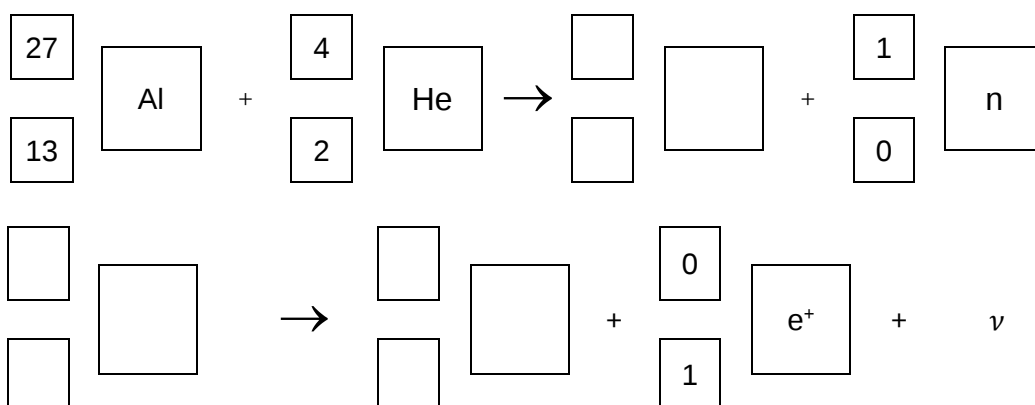
Zadanie 4. (0–2)

Poniżej przedstawiono przemianę jądrową, reakcję glinu z cząstkami α .

Przemiana jest dwuetapowa:

- w pierwszej reakcji jądrowej powstają niestabilne jądro i neutron,
- w drugiej reakcji jądrowej następuje rozpad β^+ niestabilnego jądra, emisja pozytonu i neutrino ν .

Napisz równania opisanej przemiany jądrowej. Uzupełnij poniższe schematy.



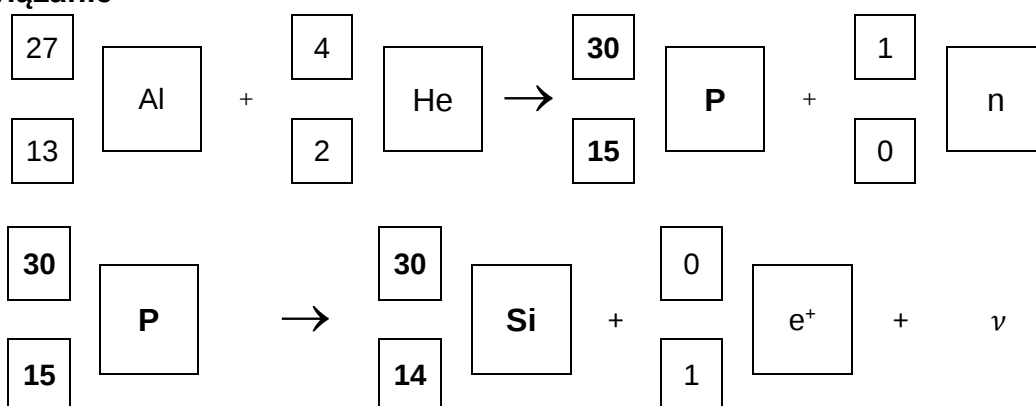
Zasady oceniania

2 pkt – poprawne napisanie dwóch równań.

1 pkt – poprawne napisanie jednego równania.

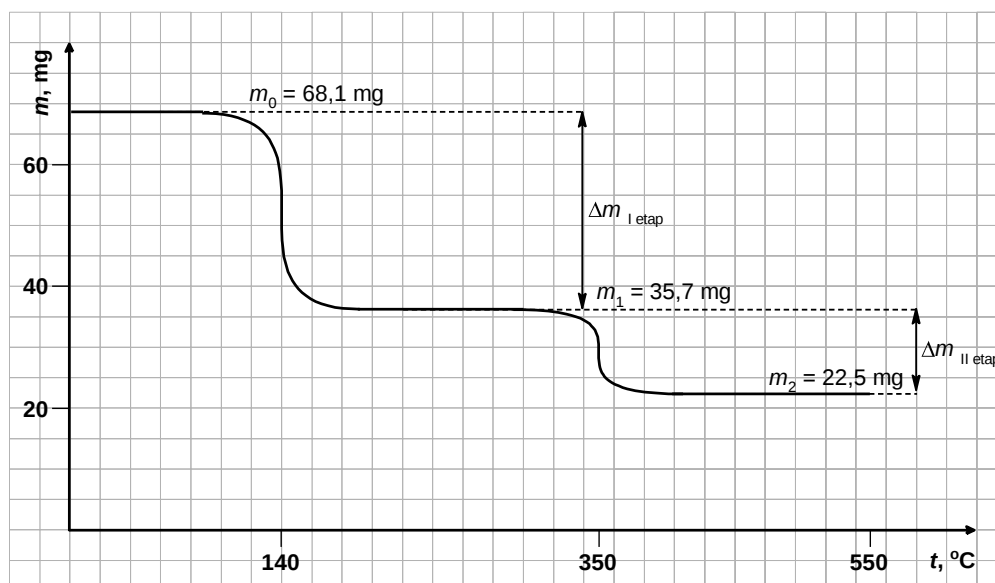
0 pkt – odpowiedź niespełniająca powyższych kryteriów albo brak odpowiedzi.

Rozwiązanie



Zadanie 14. (0–3)

Otrzymany termogram przedstawiono na poniższym schemacie.



Zapisz równania reakcji przebiegających w I i II etapie rozkładu hydratu węglanu kobaltu(II).

Obliczenia:

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.

1pkt – 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, $\text{CoCO}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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.

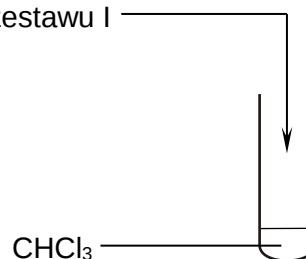
Wykonano doświadczenie, w którym pokazano, że chlor jest silniejszym utleniaczem niż brom.

Etap 1.

Do probówki z bezbarwnym rozpuszczalnikiem CHCl_3 wiano odczynnik, wybrany z zestawu I, zawartość probówki wymieszano. Ciecz w probówce rozdzieliła się na dwie warstwy.

Zestaw I:
 KBr (aq) / KCl (aq)

Odczynnik wybrany z zestawu I

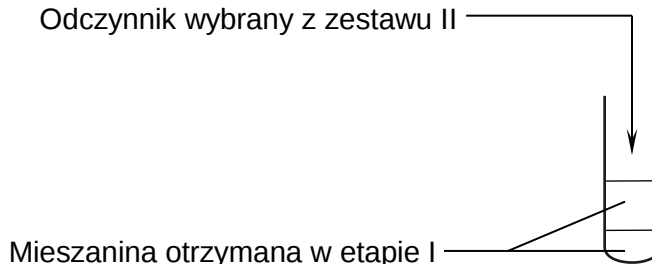


Etap 2.

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

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

Odczynnik wybrany z zestawu II



Zadanie 15.1. (0–1)

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

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

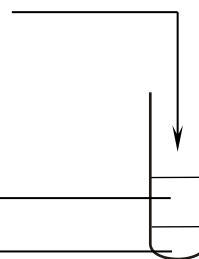
Zestaw I: KBr (aq) / KCl (aq)

CHCl_3

Zasady oceniania

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

0 pkt – odpowiedź niespełniająca powyższego kryterium albo brak odpowiedzi.

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

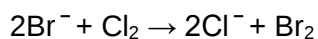
Napisz w formie jonowej skróconej równanie reakcji zachodzącej w czasie wykonanego doświadczenia.

.....

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

KMnO₄(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 ₂ SO ₄ (aq)
NaOH (aq)	NaNO ₂ (aq)
H ₂ SO ₄ (aq)	NaNO ₃ (aq)

Zasady oceniania

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

0 pkt – odpowiedź niespełniająca powyższego kryterium albo brak odpowiedzi.

Rozwiązanie

Odczynniki

H₂SO₄ (aq)

NaNO₂ (aq)

Zadanie 22.3. (0–2)

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

.....

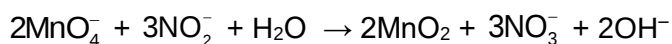
.....

Zasady oceniania

2 pkt – poprawne napisanie dwóch równań.

1 pkt – poprawne napisanie jednego równania.

0 pkt – odpowiedź niespełniająca powyższych kryteriów albo brak odpowiedzi.

Rozwiązanie

Uwaga: Kolejność zapisu równań reakcji jest dowolna.

CHEMIA ORGANICZNA**Zadanie 39. (0–1)**

W dwóch probówkach są dwa alkohole A i B.

Do obu probówek 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 probówkach 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 KMnO_4 . Stąd brak odbarwienia roztworu w próbówce A.

Zadanie 43.

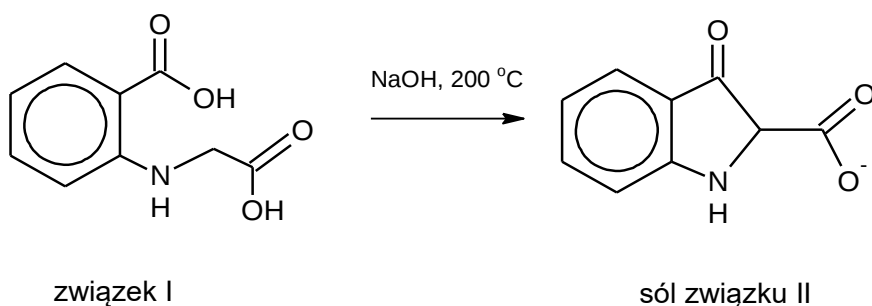
Indygo jest naturalnym barwnikiem. Substratem do syntezy tego związku jest *N*-(2-karboksyfenylo)glicyna (związek I).

W I etapie syntezy związek I ogrzewano z NaOH i zamykał się pierścień pięcioczłonowy.



Tę reakcję opisuje schemat:

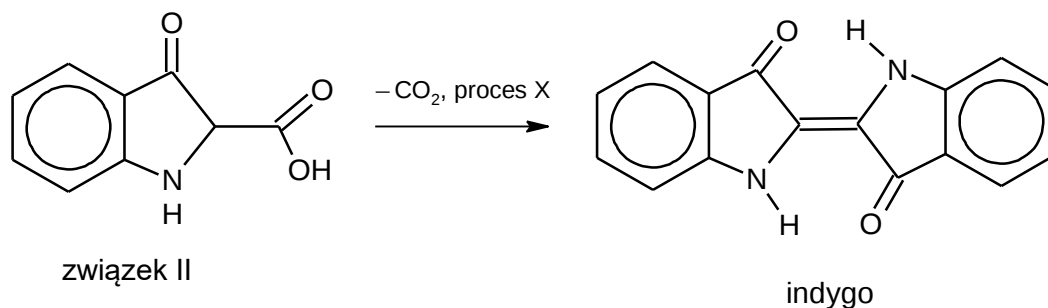
Etap I



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 indyga, zgodnie ze schematem:

Etap II



Zadanie 43.1. (0–1)

Napisz wzór nieorganicznego produktu ubocznego¹ I etapu syntezy.

.....

¹Produkt 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

H₂O

Zadanie 43.2. (0–1)

Podaj stosunek molowy związku II do tlenu O₂ w II etapie syntezy indygo.

.....

Zasady oceniania

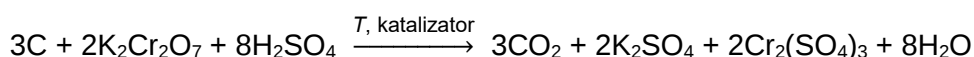
1 pkt – poprawne podanie stosunku molowego.

0 pkt – odpowiedź niespełniająca powyższego kryterium albo brak odpowiedzi.

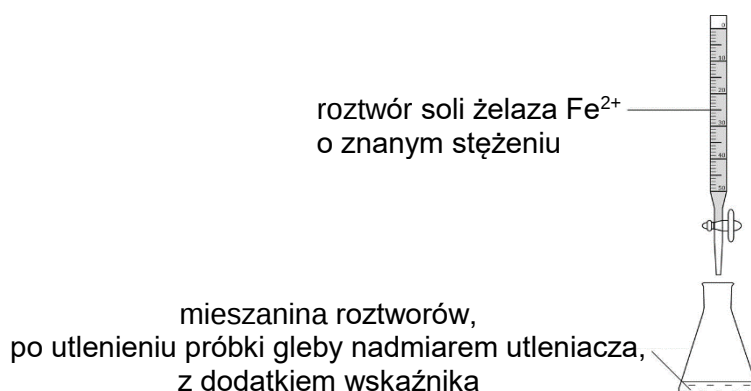
Rozwiązanie

1 : 2

Do utleniania węgla w próchnicy wykorzystuje się dichromian(VI) potasu, w środowisku kwasu siarkowego(VI) z dodatkiem katalizatora (reakcja 1.):


$$6 \text{Fe}^{2+} + \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{H}^+ \rightarrow 6 \text{Fe}^{3+} + 2 \text{Cr}^{3+} + 7 \text{H}_2\text{O}$$

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.



Zadanie 47. (0–1)

Do przygotowania roztworu soli żelaza(II) najczęściej stosuje się tzw. sól Mohra o wzorze $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot \text{FeSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$.

Oblicz masę próbki soli Mohra, którą trzeba odważyć, żeby w kolbie miarowej o pojemności 100 cm^3 przygotować roztwór o stężeniu jonów Fe^{2+} równym $0,1\text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$.

[illegible]

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

$$M_{\text{soli Mohra}} = 392 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

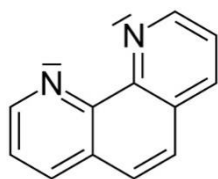
$$n_{\text{Fe}^{2+}} = 0,1 \text{ dm}^{-3} \cdot 0,1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} = 0,01 \text{ mol}$$

$$n_{\text{soli Mohra}} = n_{\text{Fe}^{2+}} = 0,01 \text{ mol}$$

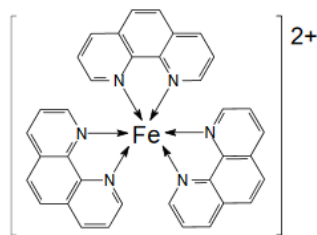
$$m_{\text{soli Mohra}} = 0,01 \text{ mol} \cdot 392 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 3,92 \text{ g}$$

Zadanie 48.

Wskaźnikiem w opisanym miareczkowaniu jest o-fenantrolina (wzór 1.). Wskaźnik jest bezbarwny, ale tworzy z jonami żelaza Fe^{2+} kompleks (wzór 2.) o czerwonej barwie.



wzór 1.



wzór 2.

Zadanie 48.1. (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 48.2. (0–3)

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

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

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

1 pkt – poprawne przyporządkowanie jednego numeru roztworu i poprawne uzasadnienie

ALBO

– 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 Cr^{3+} powstających w wyniku redukcji jonów dichromianowych(VI).

W punkcie końcowym miareczkowania – kolba **II**.

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

CHEMIA

Poziom rozszerzony



CHEMIA

Poziom rozszerzony



CHEMIA

Poziom rozszerzony

