CENTRALNA KOMISJA EGZAMINACYJNA

Arkusz zawiera informacje prawnie chronione do momentu rozpoczęcia egzaminu.

WYPEŁNIA ZDAJĄCY

KOD

PESEL

Miejsce na naklejkę.
Sprawdź, czy kod na naklejce to **M-100**.
Jeżeli tak – przyklej naklejkę.
Jeżeli nie – zgłoś to nauczycielowi.

Egzamin maturalny ***Formuła 2023***

CHEMIA

Poziom rozszerzony

Symbol arkusza
MCHP-R0-**100**-2606

DATA: **9 czerwca 2026 r.**

GODZINA ROZPOCZĘCIA: **9:00**

CZAS TRWANIA: **180 minut**

LICZBA PUNKTÓW DO UZYSKANIA: **60**

Przed rozpoczęciem pracy z arkuszem egzaminacyjnym

1. Sprawdź, czy nauczyciel przekazał Ci **właściwy arkusz egzaminacyjny**, tj. arkusz we **właściwej formule**, z **właściwego przedmiotu** na **właściwym poziomie**.
2. Jeżeli przekazano Ci **niewłaściwy** arkusz – natychmiast zgłoś to nauczycielowi. Nie rozrywaj banderol.
3. Jeżeli przekazano Ci **właściwy** arkusz – rozerwij banderole po otrzymaniu takiego polecenia od nauczyciela. Zapoznaj się z instrukcją na stronie 2.

Układ graficzny
© CKE 2022

Instrukcja dla zdającego

1. Sprawdź, czy arkusz egzaminacyjny zawiera 33 strony (zadania 1–30). Ewentualny brak zgłoś przewodniczącemu zespołu nadzorującego egzamin.
2. Na pierwszej stronie arkusza oraz na karcie odpowiedzi wpisz swój numer PESEL i przyklej naklejkę z kodem.
3. Symbol zamieszczony przy zadaniu zamkniętym oznacza, że rozwiązanie tego zadania musisz przenieść na kartę odpowiedzi. Ocenie podlegają wyłącznie odpowiedzi zaznaczone na karcie odpowiedzi.
4. Odpowiedzi do zadań zamkniętych oznaczonych symbolem zaznacz na karcie odpowiedzi w części przeznaczonej dla zdającego:
   - zamaluj pola do tego przeznaczone
   - błędne zaznaczenie otocz kółkiem i zaznacz właściwe.
5. Odpowiedzi do pozostałych zadań zapisz w miejscu na to przeznaczonym przy każdym zadaniu.
6. W rozwiązaniach zadań rachunkowych przedstaw tok rozumowania prowadzący do ostatecznego wyniku oraz pamiętaj o jednostkach.
7. Pisz czytelnie. Używaj długopisu/pióra tylko z czarnym tuszem/atramentem.
8. Nie używaj korektora, a błędne zapisy wyraźnie przekreśl.
9. Nie wpisuj żadnych znaków w tabelkach przeznaczonych dla egzaminatora. Tabelki są umieszczone na marginesie przy wybranych zadaniach.
10. Pamiętaj, że zapisy w brudnopisie nie będą oceniane.
11. Możesz korzystać z *Wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych na egzamin maturalny z biologii, chemii i fizyki*, z linijki oraz z kalkulatora naukowego. Upewnij się, czy przekazano Ci broszurę z okładką taką jak widoczna poniżej.



Zadania egzaminacyjne są wydrukowane na następnych stronach.

Zadanie 1.

O dwóch pierwiastkach oznaczonych literami A i Q wiadomo, że:

- należą do tego samego bloku konfiguracyjnego
- atom każdego z nich w stanie podstawowym ma niesparowany elektron, którego stan energetyczny opisują następujące wartości liczb kwantowych:

główna liczba kwantowa $n = 4$ poboczna liczba kwantowa $l = 0$

Ponadto wiadomo, że w atomie A jest tylko jeden niesparowany elektron, a atom Q ma ich więcej, ale są one opisane innym zestawem liczb kwantowych.

1.1. 0–1

Zadanie 1.1. (0–1)

Uzupełnij tabelę. Wpisz dla pierwiastków A oraz Q:

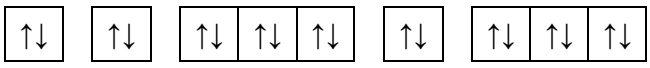
- **symbol chemiczny**
- **symbol bloku konfiguracyjnego.**

	Symbol chemiczny	Symbol bloku konfiguracyjnego
Pierwiastek A		
Pierwiastek Q		

1.2. 0–1

Zadanie 1.2. (0–1)

Uzupełnij schemat tak, aby przedstawiał klatkowy (graficzny) zapis konfiguracji elektronowej jonu A^{2+} w stanie podstawowym. W zapisie uwzględnij numer powłoki i symbol podpowłoki.



1*s* 2*s* 2*p* 3*s* 3*p*

……

Zadanie 2. (0–1)

Potas występuje w przyrodzie w postaci mieszaniny trzech izotopów. Jeden z nich jest promieniotwórczy. Jego liczba masowa wynosi 40 i stanowi on ok. $0{,}01\ \%$ naturalnego potasu.

Na podstawie: P. Atkins, L. Jones, L. Laverman, *Chemia ogólna*, Warszawa 2020.

Rozpad promieniotwórczy nuklidu ^{40}K przebiega dwiema drogami. Około $90\ \%$ rozpadów polega na emisji pewnej naładowanej cząstki i na powstaniu jądra pierwiastka X.
W stanie podstawowym elektrony walencyjne w atomach X oraz w atomach potasu znajdują się na orbitalach opisywanych tymi samymi wartościami głównej i pobocznej liczby kwantowej.

Uzupełnij tabelę. Wpisz symbol pierwiastka X i symbol cząstki naładowanej, która zostanie wyemitowana z jądra ^{40}K w wyniku opisanej przemiany.

2.
0–1

Symbol pierwiastka X	Symbol cząstki wyemitowanej

Zadanie 3. (0–1)

W tabeli podano dane dotyczące trzech drobin, w których orbitalom walencyjnym ich atomów centralnych można przypisać ten sam typ hybrydyzacji.

Wzór	NCl_3	NH_4^+	OF_2
Miara kąta między wiązaniami	$\alpha \approx 107°$	$\alpha \approx 109°$	$\alpha \approx 103°$

Na podstawie: A. Bielański, *Podstawy chemii nieorganicznej*, Warszawa 2018.

Uzupełnij zdania. Wybierz odpowiedź spośród oznaczonych literami A–C oraz odpowiedź spośród oznaczonych literami D i E.

A. *sp* **B.** sp^2 **C.** sp^3 **D.** najmniejsza **E.** największa

W wymienionych drobinach orbitalom walencyjnym atomów centralnych przypisuje się hybrydyzację typu [A | B | C].

W cząsteczce OF_2 jest obecna [D | E] liczba wolnych par elektronowych atomu centralnego, dlatego wartość kąta między wiązaniami w cząsteczce tego związku jest najmniejsza.

Zadanie 4. (0–1)

Tlen cząsteczkowy występuje naturalnie w postaci dwóch odmian alotropowych: ditlenu (O_2) i ozonu (O_3). W warunkach normalnych do dwóch szklanych strzykawek wprowadzono: do jednej 1,00 g ditlenu, a do drugiej 1,00 g ozonu.

Uzupełnij zdania tak, aby powstały poprawne informacje. Wpisz w wyznaczone miejsca oznaczenie literowe A–C.

4.
0–1

A. mniejsza niż **B.** większa niż **C.** taka sama jak

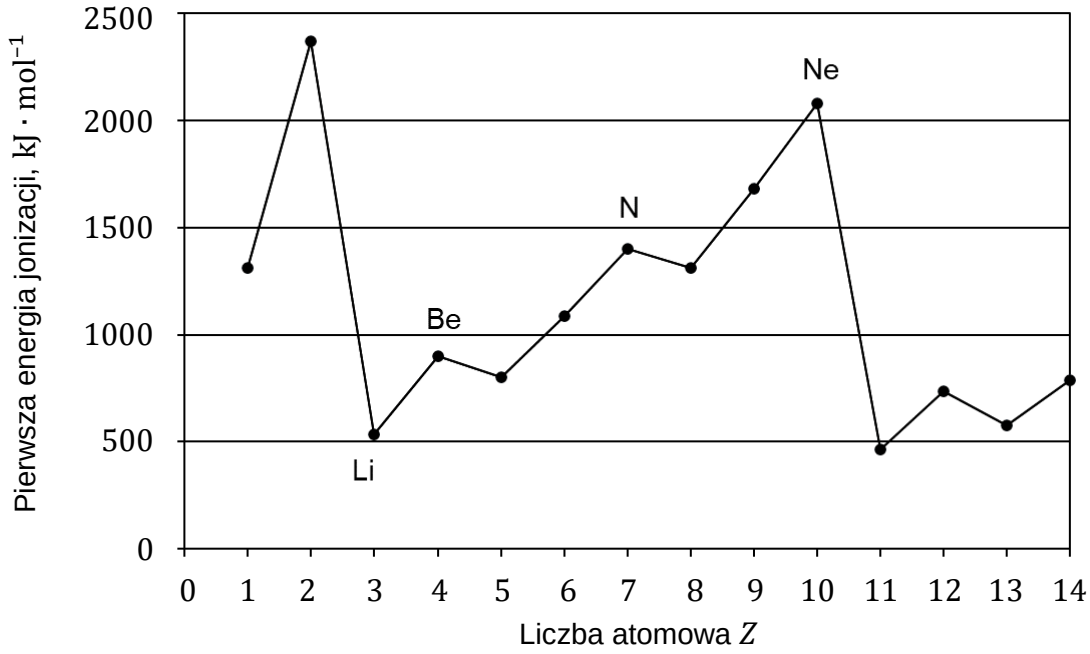
Liczba atomów tlenu w próbce ditlenu jest …….. liczba atomów tlenu w próbce ozonu.

Objętość próbki ditlenu jest …….. objętość próbki ozonu.

Gęstość próbki ditlenu jest …… gęstość próbki ozonu.

Zadanie 5. (0–1)

Na wykresie przedstawiono zmiany wartości pierwszej energii jonizacji – połączone odcinkami – wybranych pierwiastków uszeregowanych według rosnącej liczby atomowej.



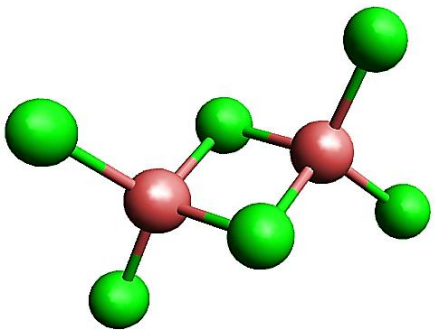
Na podstawie: P. Atkins, *Chemia fizyczna*, Warszawa 2007.

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

Tlen ma mniejszą wartość pierwszej energii jonizacji niż azot, ponieważ promień atomowy tlenu jest większy niż promień atomowy azotu.	**P**	**F**
Beryl ma wyższą wartość pierwszej energii jonizacji niż bor, ponieważ atom berylu ma całkowicie zapełnioną podpowłokę 2*s*, a atom boru uzyskuje taką konfigurację po odłączeniu jednego elektronu.	**P**	**F**

Informacja do zadań 6.–7.

Pewien metal należy do tego samego okresu i do tego samego bloku konfiguracyjnego co chlor. W reakcji tego metalu z chlorem powstaje biała substancja stała, która sublimuje w temperaturze ok. 180 °C. W fazie gazowej ta substancja występuje w postaci dimerów, których strukturę dimeryczną przedstawiono na rysunku.



Na podstawie: A. Bielański, *Podstawy chemii nieorganicznej*, Warszawa 2018.

Zadanie 6. (0–2)

6.
0–1–2

a) Zidentyfikuj metal tworzący opisany chlorek i narysuj wzór elektronowy <u>monomerycznej cząsteczki</u> tego związku. Zaznacz kreskami pary elektronowe wiązań chemicznych oraz wolne pary elektronowe.

b) Wyjaśnij, dlaczego monomery opisanego związku w fazie gazowej dimeryzują. Odwołaj się do budowy elektronowej cząsteczki monomeru.

Wyjaśnienie: …...……...……...

……....

……

Zadanie 7. (0–1)

Dokończ zdanie. Wybierz odpowiedź A albo B oraz odpowiedź 1., 2. albo 3.

Reakcja chloru z opisanym metalem

A.	jest	reakcją utleniania-redukcji, ponieważ następuje	**1.**	przyjmowanie elektronów przez atom metalu.
B.	nie jest		**2.**	oddawanie elektronów przez atom chloru.
			3.	zmiana stopni utlenienia atomów metalu i chloru.

8.
0–1–2–3

Zadanie 8. (0–3)

Badano kinetykę reakcji utleniania tlenku azotu(II) zachodzącej zgodnie z równaniem:

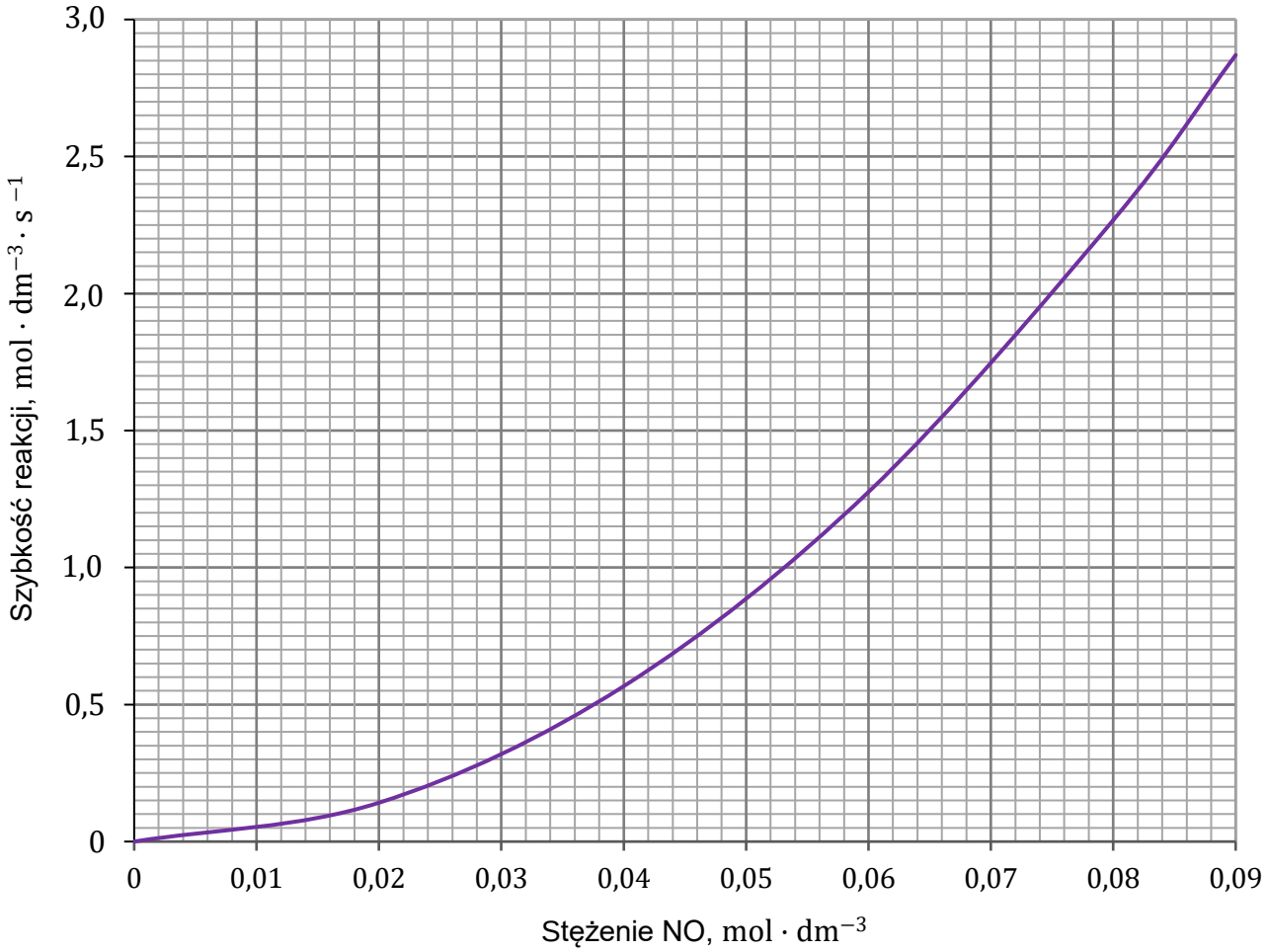
$$2NO\,(g) + O_2\,(g) \rightleftarrows 2NO_2\,(g)$$

Stwierdzono, że:

- jest to reakcja pierwszego rzędu względem tlenu
- zależność szybkości reakcji od stężenia opisuje poniższe równanie kinetyczne.

$$v = k \cdot c_{\mathrm{NO}}^{\boldsymbol{a}} \cdot c_{\mathrm{O_2}}^{\boldsymbol{b}}$$

W temperaturze $298\ \mathrm{K}$ zbadano zależność początkowej szybkości reakcji od stężenia tlenku azotu(II). Pomiary prowadzono przy stałym stężeniu tlenu wynoszącym $0{,}050\ \mathrm{mol \cdot dm^{-3}}$. Wykres przedstawia uzyskaną zależność.



Na podstawie: J. Głowiński, J. Hoffmann, M. Wilk, *Polish Journal of Chemical Technology*, 23 (2021) 31.

a) Uzupełnij tabelę. Wpisz brakujące wartości stężenia NO i szybkości reakcji.

Stężenie NO, $\mathrm{mol \cdot dm^{-3}}$	Szybkość reakcji, $\mathrm{mol \cdot dm^{-3} \cdot s^{-1}}$
0,034	
	1,10

b) Ustal i napisz wartości wykładników a i b w równaniu kinetycznym.

$$v = k \cdot c_{\mathrm{NO}}^{\square} \cdot c_{\mathrm{O_2}}^{\square}$$

Obliczenia pomocnicze:

c) Oblicz wartość stałej szybkości opisanej reakcji w temperaturze $298\ \mathrm{K}$. Wynik zapisz z właściwą jednostką.

Obliczenia:

Zadanie 9.

W tabeli zestawiono wartości temperatury wrzenia wodorków pierwiastków grupy 17. pod ciśnieniem $1013\ \text{hPa}$.

HF	HCl	HBr	HI
$20\ ^\circ\text{C}$	$-85\ ^\circ\text{C}$	$-67\ ^\circ\text{C}$	$-35\ ^\circ\text{C}$

Te wodorki dobrze rozpuszczają się w wodzie, a ich wodne roztwory to kwasy fluorowcowodorowe.

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

Zadanie 9.1. (0–1)

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

Wyższa temperatura wrzenia fluorowodoru niż pozostałych fluorowcowodorów jest wynikiem występowania wiązań wodorowych między cząsteczkami tego związku.	**P**	**F**
Moc kwasów HF, HCl, HBr i HI maleje ze wzrostem promienia atomowego fluorowca.	**P**	**F**

Zadanie 9.2. (0–1)

Podczas tworzenia – w fazie gazowej – $3{,}01 \cdot 10^{23}$ cząsteczek jednego z wodorków pierwiastków grupy 17. wydziela się $18{,}15\ \text{kJ}$ energii.

9.2. 0–1

Zidentyfikuj ten wodorek i napisz jego wzór.

……

Zadanie 9.3. (0–1)

Jeden z kwasów fluorowcowodorowych HX reaguje z tlenkiem krzemu(IV), a produktem reakcji jest m.in. związek SiX_4.

9.3. 0–1

Zidentyfikuj ten kwas i napisz w <u>formie cząsteczkowej</u> równanie reakcji tlenku krzemu(IV) z tym kwasem.

……

Zadanie 10. (0–2)

10.
0–1–2

Poniższe zdjęcia, ustawione w przypadkowej kolejności, pokazują wygląd probówek podczas doświadczenia, którego celem było zbadanie właściwości związków manganu.



1 2 3 4

a) Uzupełnij opis doświadczenia. Wpisz we właściwe miejsca odpowiedni numer zdjęcia.

W jednej probówce przygotowano wodny roztwór manganianu(VII) potasu (zdjęcie ……), a w kolejnej probówce – roztwór siarczanu(VI) manganu(II) z dodatkiem kwasu siarkowego(VI) (zdjęcie ……). Zawartość tych probówek wymieszano i zaobserwowano pojawienie się barwy charakterystycznej dla jonów Mn^{3+}. Po chwili wygląd mieszaniny reakcyjnej zaczął się zmieniać, co potwierdziło obecność w niej związku manganu(IV) (zdjęcie ……).

b) Napisz w <u>formie jonowej skróconej</u> równanie reakcji, w wyniku której powstał jon Mn^{3+}.

……

Informacja do zadań 11.–12.

W tabeli podano wartości (zaokrąglone do liczb całkowitych) rozpuszczalności bezwodnego siarczanu(VI) miedzi(II) w wodzie w zakresie temperatury 0 °C–100 °C.

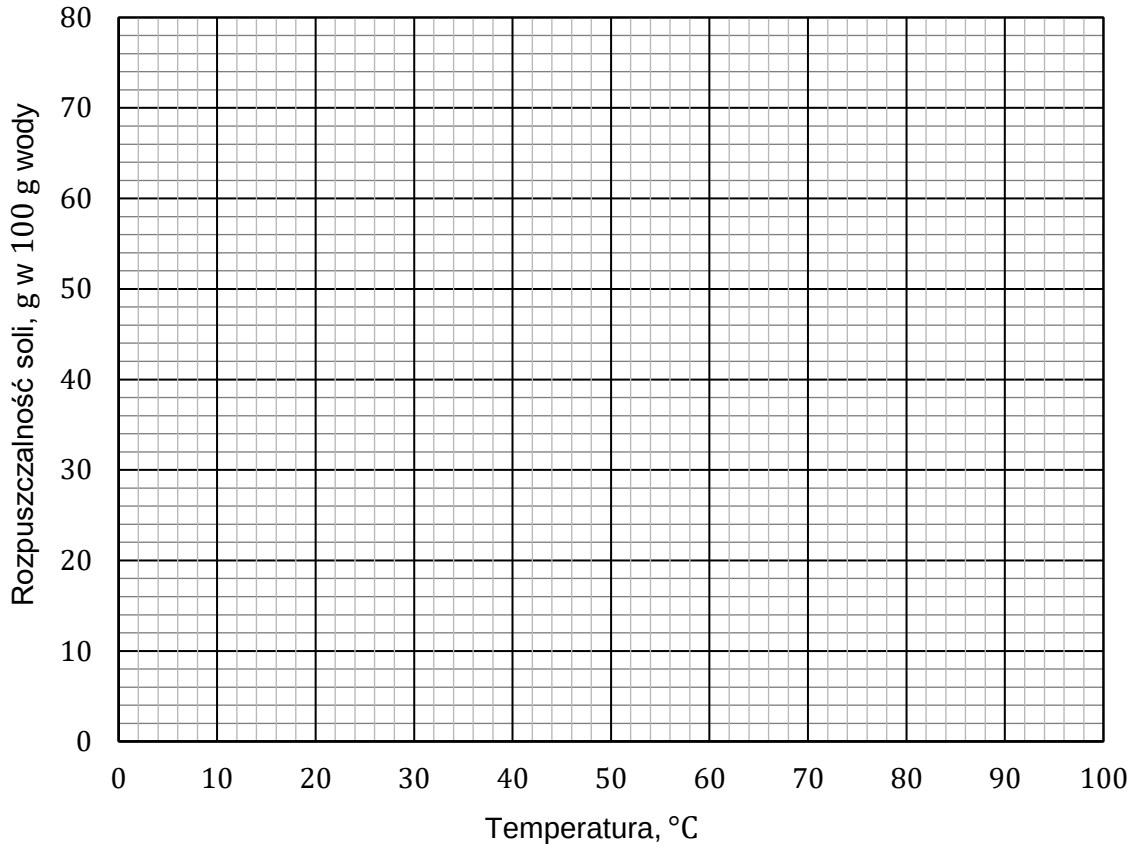
Temperatura, °C	0	20	40	60	80	100
Rozpuszczalność, g w 100 g wody	14	20	29	41	57	77

Na podstawie: J. Sawicka i in., *Tablice chemiczne*, Gdańsk 2016.

11.1. 0–1

Zadanie 11.1. (0–1)

Narysuj krzywą rozpuszczalności bezwodnego siarczanu(VI) miedzi(II) w wodzie w zakresie temperatury od 0 °C do 100 °C. Odczytaj – w zaokrągleniu do jedności – wartość rozpuszczalności tej soli w temperaturze 72 °C.



Rozpuszczalność soli w temperaturze 72 °C: ..... g w 100 g wody.

11.2. 0–1–2

Zadanie 11.2. (0–2)

Do 150 g wody o temperaturze 20 °C dodano 70 g bezwodnego siarczanu(VI) miedzi(II).

a) Rozstrzygnij, jaki roztwór otrzymano – nasycony w równowadze z osadem czy nienasycony.

Rozstrzygnięcie: ……

b) Oblicz stężenie procentowe otrzymanego roztworu siarczanu(VI) miedzi(II).

Obliczenia:

Zadanie 12. (0–1)

Przeprowadzono doświadczenie, w którym próbkę stałego hydratu o wzorze $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ – zdjęcie A – zważono i poddano prażeniu. Wygląd próbki w trakcie prażenia i bezpośrednio po jego zaprzestaniu przedstawiono na zdjęciach B i C.



Zdjęcie A



Zdjęcie B



Zdjęcie C

Po zakończeniu prażenia próbkę ponownie zważono i stwierdzono, że jej masa się zmieniła. Dodatkowo zaobserwowano, że powstała substancja – pozostawiona przez pewien czas na powietrzu – przyjęła niebieską barwę.

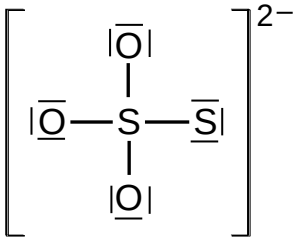
Oceń prawdziwość zdań. Wybierz P, jeśli zdanie jest prawdziwe, albo F – jeśli jest fałszywe.

Podczas doświadczenia masa próbki się zmniejszyła, ponieważ hydrat w trakcie prażenia traci wodę krystalizacyjną.	**P**	**F**
Otrzymaną białą substancją jest odwodniony $CuSO_4 \cdot 5H_2O$, który ma właściwości higroskopijne.	**P**	**F**

Informacja do zadań 13.–16.

Kwas tiosiarkowy (kwas trioksotiosiarkowy) to związek o wzorze $H_2S_2O_3$. Wartości jego stałych dysocjacji wynoszą – odpowiednio – $\mathrm{p}K_{\mathrm{a}1} = 0{,}6$ i $\mathrm{p}K_{\mathrm{a}2} = 1{,}74$.

Jon $S_2O_3^{2-}$ ma strukturę analogiczną do jonu SO_4^{2-}. Poniżej przedstawiono jeden z możliwych wzorów elektronowych opisujących strukturę tego anionu.



Kwas tiosiarkowy jest substancją nietrwałą, w przeciwieństwie do jego soli – tiosiarczanów. Tiosiarczan sodu można otrzymać w wyniku ogrzewania wodnego roztworu Na_2SO_3 z zawiesiną koloidalnej siarki. Zachodzi wówczas reakcja opisana równaniem:

$$Na_2SO_3\ (aq) + S\ (s) \longrightarrow Na_2S_2O_3\ (aq)$$

Ten związek krystalizuje z roztworu jako sól uwodniona.

Na podstawie: A. Bielański, *Podstawy chemii nieorganicznej*, Warszawa 2018;
C. Housecroft, A.G. Sharpe, *Inorganic chemistry*, Harlow 2018.

Zadanie 13. (0–1)

Jeden z anionów kwasu tiosiarkowego ulega dysocjacji zasadowej. Stała K_{b} tego procesu jest równa $5{,}49 \cdot 10^{-13}$.

13. 0–1

Uzupełnij schemat tak, aby powstało równanie procesu dysocjacji zasadowej opisanego anionu kwasu tiosiarkowego. Zastosuj definicję kwasu i zasady Brønsteda.

kwas 1		zasada 2		zasada 1		kwas 2
	+		⇄		+	

Zadanie 14. (0–1)

Zmieszano $100\ \mathrm{cm}^3$ roztworu $AgNO_3$ o stężeniu $0{,}10\ \mathrm{mol \cdot dm^{-3}}$ i $50\ \mathrm{cm}^3$ roztworu $Na_2S_2O_3$ o takim samym stężeniu. Strącił się biały osad tiosiarczanu srebra(I), który szybko zaczął żółknąć, a następnie zmienił barwę na czarną. Powstały osad odsączono. Po dodaniu roztworu wodorotlenku baru do przesączu pojawił się biały osad. Stwierdzono, że otrzymane stałe substancje to $\underline{Ag_2S}$ (czarny osad) i $\underline{BaSO_4}$ (biały osad).

14. 0–1

Napisz w <u>formie jonowej</u> równanie reakcji rozkładu tiosiarczanu srebra(I). Uwzględnij udział wody w tym procesie.

.....

Zadanie 15. (0–2)

W reakcji syntezy tiosiarczanu sodu z $1{,}26$ g bezwodnego siarczanu(IV) sodu i nadmiaru siarki powstało $2{,}48$ g uwodnionego tiosiarczanu sodu.

Oblicz masę wody hydratacyjnej zawartej w wydzielonym tiosiarczanie sodu. Wynik napisz w zaokrągleniu do $0{,}01$ g. Następnie wyznacz i napisz wzór wydzielonego hydratu. Przyjmij, że wydajność reakcji otrzymywania tiosiarczanu sodu wynosi 100 %.

15.
0–1–2

Obliczenia:

Wzór hydratu: ……

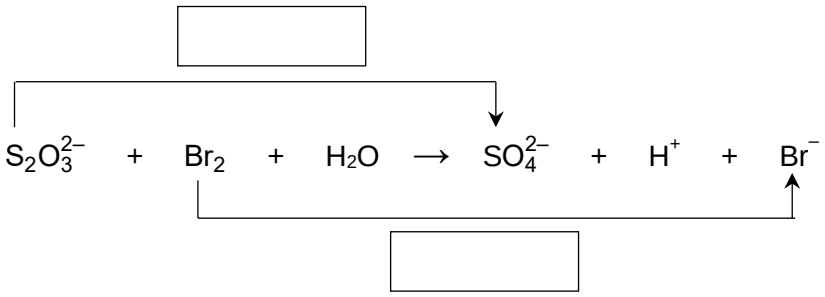
16.
0–1–2

Zadanie 16. (0–2)

Tiosiarczan sodu reaguje z bromem i jest stosowany do jego neutralizacji. Reakcja zachodzi zgodnie ze schematem:

$$S_2O_3^{2-} + Br_2 + H_2O \longrightarrow SO_4^{2-} + H^+ + Br^-$$

a) Uzupełnij schemat. Wpisz liczbę elektronów pobranych oraz liczbę elektronów oddanych przez 1 mol substratu. Wartości zapisz z odpowiednim znakiem (+, –).



b) Uzupełnij współczynniki stechiometryczne w poniższym schemacie.

$$\ldots\ldots S_2O_3^{2-} + \ldots\ldots Br_2 + \ldots\ldots H_2O \longrightarrow \ldots\ldots SO_4^{2-} + \ldots\ldots H^+ + \ldots\ldots Br^-$$

Zadanie 17. (0–1)

Większość kationów metali występuje w roztworze wodnym w postaci jonów kompleksowych, tzw. akwakompleksów, w których cząsteczki wody otaczają jon metalu (są ligandami). Dodanie do roztworu reagenta, który z kationami danego metalu tworzy trwalsze kompleksy niż woda, powoduje wymianę ligandów.

W roztworach wodnych jony miedzi(II) występują jako jony uwodnione (akwakompleksy) o wzorze $[Cu(H_2O)_6]^{2+}$. Taki kompleks jest mniej trwały niż kompleks miedzi(II) z amoniakiem, dlatego w obecności amoniaku o odpowiednim stężeniu w roztworze związku miedzi(II) tworzy się aminakompleks, w którym liczba koordynacyjna jonu Cu^{2+} także jest równa 6, ale cztery cząsteczki wody są zastąpione czterema cząsteczkami amoniaku.

Na podstawie: A. Bielański, *Podstawy chemii nieorganicznej*, Warszawa 2018;
M. Cieślak-Golonka, J. Starosta, M. Wasielewski, *Wstęp do chemii koordynacyjnej*, Warszawa 2010.

Napisz w <u>formie jonowej skróconej</u> równanie opisanej reakcji jonu heksaakwamiedzi(II) i tworzenia jonu diakwatetraaminamiedzi(II). Zaznacz zdjęcie (I, II albo III) przedstawiające wygląd zawartości probówki po zajściu opisanej przemiany.

17.
0–1

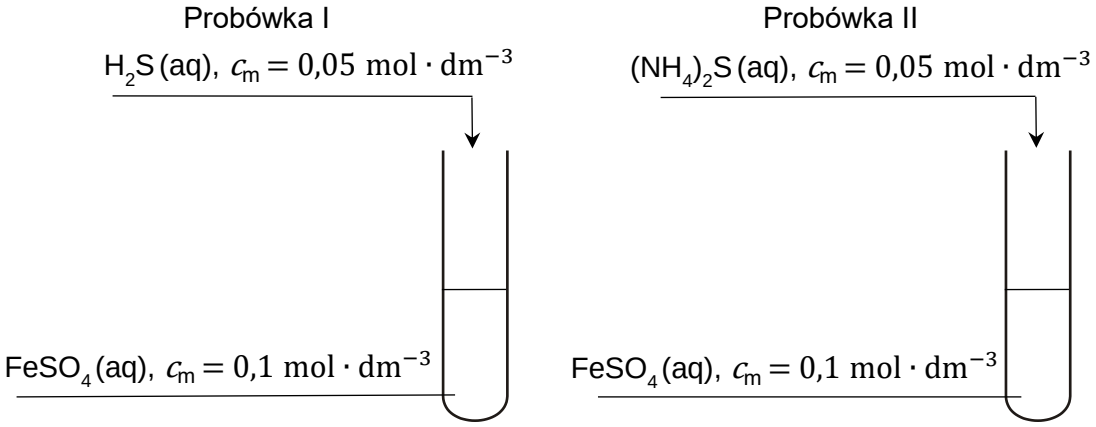
……



I II III

Zadanie 18. (0–2)

Zadanie uczniów polegało na zaprojektowaniu doświadczenia, za pomocą którego można otrzymać osad siarczku żelaza(II). Uczniowie przedstawili dwa projekty zgodne ze schematem:



Po wykonaniu – zgodnie z zaproponowanymi projektami – doświadczenia okazało się, że osad siarczku żelaza(II) powstał tylko w jednej probówce.

Napisz, w której probówce (I albo II) powstał osad siarczku żelaza(II). Uzasadnij odpowiedź. Odwołaj się do stężeń jonów niezbędnych do powstania osadu w <u>obu</u> probówkach.

18.
0–1–2

Osad powstał w probówce: ……

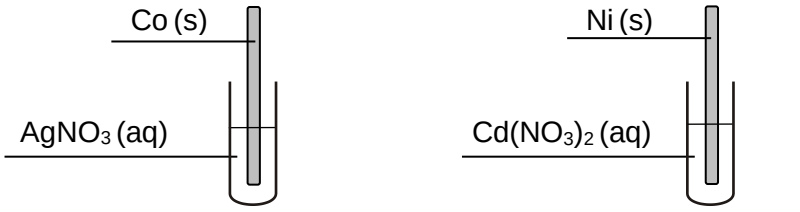
Uzasadnienie: ……

……

……

Zadanie 19.

Przeprowadzono doświadczenie zilustrowane schematem:



Probówka I Probówka II

Zadanie 19.1. (0–1)

Dokończ zdanie. Wybierz odpowiedź A albo B oraz odpowiedź 1. albo 2.

Reakcja chemiczna zaszła tylko

A.	w probówce I,	a masa roztworu w tej probówce	**1.**	wzrosła.
B.	w probówce II,		**2.**	zmalała.

19.2.
0–1

Zadanie 19.2. (0–1)

Napisz w formie jonowej skróconej równanie reakcji, która zachodzi podczas doświadczenia.

……

Zadanie 20.

O dwóch węglowodorach X i Y wiadomo, że:

- są izomerami
- cząsteczka każdego z nich zawiera łącznie 15 atomów węgla i wodoru.

W tabeli podano informacje dotyczące budowy cząsteczki węglowodoru X.

Liczba wiązań		Liczba atomów węgla		
σ	π	I-rzędowych	II-rzędowych	III-rzędowych
15	0	1	3	1

Węglowodór Y reaguje z wodnym roztworem manganianu(VII) potasu, a organicznym produktem tej reakcji jest 2-metylobutano-1,2-diol. W reakcji tego węglowodoru z wodą powstaje mieszanina produktów.

Zadanie 20.1. (0–1)

20.1.
0–1

Napisz wzór półstrukturalny (grupowy) lub uproszczony węglowodoru X.

Zadanie 20.2. (0–1)

20.2.
0–1

Napisz wzory produktów opisanej reakcji węglowodoru Y z <u>wodą</u>. Zastosuj wzory półstrukturalne (grupowe) związków organicznych.

produkt główny

produkt uboczny

Zadanie 20.3. (0–1)

Dokończ zdanie. Wybierz odpowiedź A albo B oraz odpowiedź 1., 2. albo 3.

Reakcja węglowodoru Y z wodą to reakcja

A.	substytucji,	która przebiega według mechanizmu	**1.**	elektrofilowego.
B.	addycji,		**2.**	nukleofilowego.
			3.	rodnikowego.

Zadanie 21. (0–4)

Aby wyznaczyć równanie kinetyczne reakcji utleniania etanolu jonami $Cr_2O_7^{2-}$, do wodnego roztworu zawierającego $K_2Cr_2O_7$ i kwas siarkowy(VI) dodano nadmiar alkoholu etylowego. Z mieszaniny reakcyjnej w równych odstępach czasu pobierano po $10\ cm^3$ roztworu i oznaczano stężenie nieprzereagowanych anionów metodą jodometryczną. Ta metoda polega na dodaniu nadmiaru jonów I^- do roztworu zawierającego utleniacz, a następnie – na oznaczeniu ilości wydzielonego jodu. W tym celu mieszaninę reakcyjną miareczkuje się roztworem $Na_2S_2O_3$ o znanym stężeniu, w obecności skrobi jako wskaźnika. Zachodzą wówczas reakcje opisane równaniami:

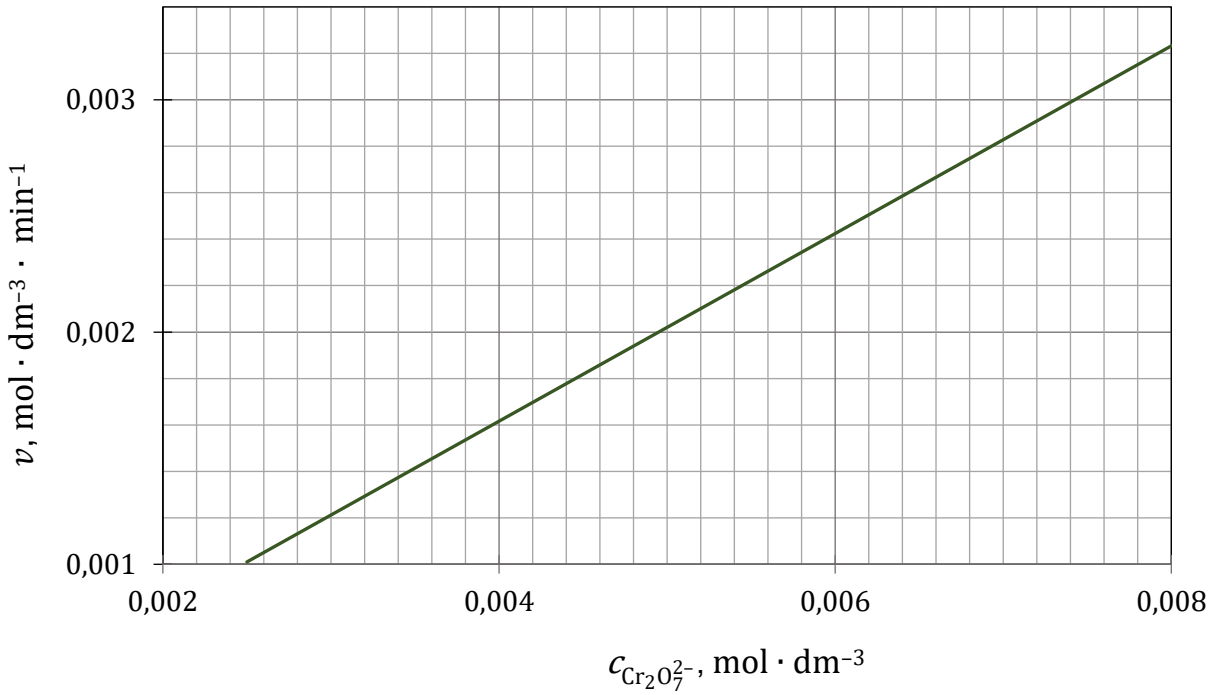
$$Cr_2O_7^{2-} + 6I^- + 14H^+ \rightarrow 2Cr^{3+} + 3I_2 + 7H_2O$$

$$2S_2O_3^{2-} + I_2 \rightarrow S_4O_6^{2-} + 2I^-$$

Po wykonaniu opisanego doświadczenia ustalono, że w warunkach doświadczenia utlenianie etanolu przez $Cr_2O_7^{2-}$ przebiega według równania kinetycznego:

$$v = k \cdot c_{Cr_2O_7^{2-}}$$

Na wykresie przedstawiono zależność szybkości reakcji v od stężenia molowego jonów $Cr_2O_7^{2-}$.



Na podstawie: M. Hassan, A.N. Al-Hakimi, M.D. Alahmadi, *S. Afr. J. Chem.*, 64 (2011) 237.

Stężenie jonów $Cr_2O_7^{2-}$ w dowolnym momencie trwania reakcji obliczano z zależności:

$$\log c_{Cr_2O_7^{2-}} = \log c_0 - \frac{k \cdot t}{2{,}303}$$

We wzorze c_0 oznacza początkowe stężenie jonów $Cr_2O_7^{2-}$, k jest stałą szybkości reakcji, a t to czas (wyrażony w minutach).

Do wykonania opisanego doświadczenia użyto roztworu, w którym początkowe stężenie jonów $Cr_2O_7^{2-}$ było równe $0{,}025\ mol \cdot dm^{-3}$.

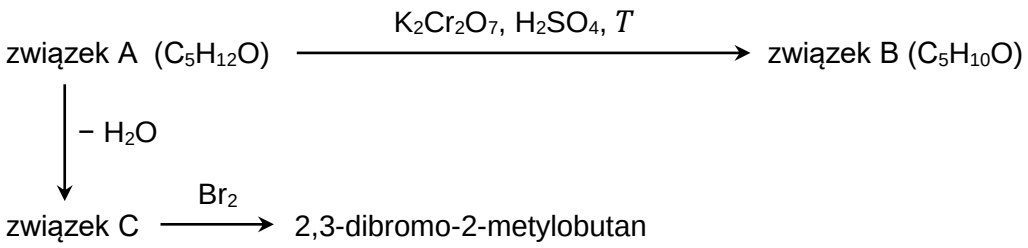
Oblicz, jaką objętość roztworu $Na_2S_2O_3$ o stężeniu $0,0010\ mol \cdot dm^{-3}$ zużyto do zmiareczkowania $10\ cm^3$ roztworu pobranego po 10 minutach trwania reakcji utleniania etanolu jonami dichromianowymi(VI).

21.
0–1–2–3–4

Obliczenia:

Zadanie 22. (0–2)

Przeprowadzono doświadczenie zgodnie z poniższym schematem.



22. 0–1–2

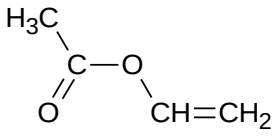
Napisz wzory półstrukturalne (grupowe) związków organicznych oznaczonych na schemacie literami A, B oraz C.

Związek A	Związek B

Związek C

Zadanie 23. (0–2)

Poli(alkohol winylowy) jest polimerem stosowanym m.in. do produkcji klejów i farb emulsyjnych. Proces otrzymywania tego polimeru prowadzi się w dwóch etapach.
W pierwszym etapie powstaje poli(octan winylu). Jest to produkt polimeryzacji octanu winylu, związku o wzorze:



W drugim etapie poli(octan winylu) ulega hydrolizie wobec mocnych zasad.

Na podstawie: C.M. Hassan, N.A. Peppas w: *Biopolymers. PVA Hydrogels, Anionic Polymerisation Nanocomposites*. Advances in Polymer Science, Berlin 2000.

Napisz wzory półstrukturalne (grupowe) opisanych polimerów.

23.
0–1–2

Poli(octan winylu)	Poli(alkohol winylowy)

Zadanie 24. (0–1)

Przeprowadzono dwuetapowe doświadczenie. W pierwszym etapie do probówki z wodnym roztworem siarczanu(VI) miedzi(II) dodano nadmiar wodnego roztworu wodorotlenku sodu. Zaobserwowano zmianę wyglądu zawartości probówki.
W drugim etapie do tak otrzymanej mieszaniny wprowadzono związek Q i zawartość probówki ogrzano. Końcowy efekt doświadczenia pokazano na zdjęciu:



Poniżej przedstawiono wzory substancji, wśród których znajduje się wzór związku Q, użytego w drugim etapie opisanego doświadczenia.

$CH_3-CH_2-CH_2-OH$ CH_3-CH_2-CHO

$CH_3-CO-CH_3$ CH_3-CH_2-COOH

24.
0–1

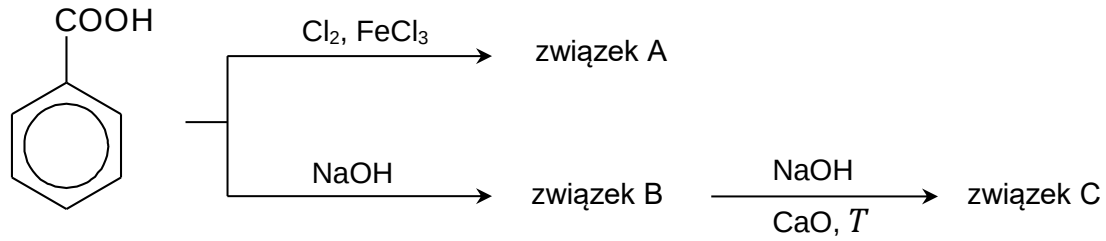
Wybierz wzór związku Q i napisz w formie jonowej skróconej równanie reakcji, która zaszła z jego udziałem podczas ogrzewania mieszaniny. Uwzględnij zasadowe środowisko reakcji.

……

Zadanie 25. (0–2)

25.
0–1–2

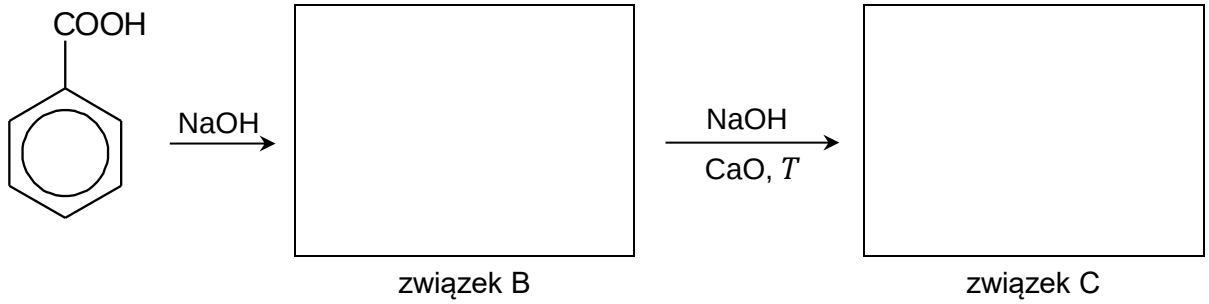
Kwas benzoesowy (benzenokarboksylowy) w obecności odpowiedniego katalizatora ulega reakcji substytucji elektrofilowej.
W reakcji kwasu benzoesowego z NaOH powstaje sól – związek B – stosowana jako konserwant E211. Ta sól w postaci stałej, ogrzewana z NaOH w obecności tlenku wapnia, ulega dekarboksylacji. Związek A jest produktem głównym reakcji kwasu benzoesowego z chlorem w stosunku molowym $1 : 1$.
Opisane przemiany przedstawiono na schemacie:



a) Napisz równanie reakcji otrzymywania związku A. Zastosuj wzory półstrukturalne (grupowe) związków organicznych.

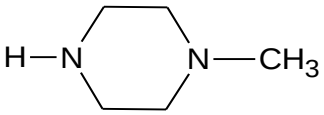
……

b) Uzupełnij schemat. Napisz wzory półstrukturalne (grupowe) lub uproszczone związków organicznych B i C.



Zadanie 26.

N-metylopiperazyna (1-metylopiperazyna) to rozpuszczalna w wodzie słaba zasada o wzorze:



Ta zasada ulega dwustopniowej dysocjacji, w której uczestniczą oba atomy azotu. Atom azotu niezwiązany z grupą metylową ma silniejszy charakter zasadowy.
W tabeli podano wartości pK_{b1} oraz pK_{b2} opisanej reakcji dysocjacji *N*-metylopiperazyny, wyznaczone w różnych temperaturach.

Temperatura	25 °C	30 °C	40 °C	50 °C
pK_{b1}	4,86	5,01	5,21	5,35
pK_{b2}	9,37	9,60	9,69	9,82

Na podstawie: F. Khalili, A. Henni, A.L.L. East, *J. Chem. Eng.*, 54 (2009) 2914.

26.1. 0–1

Zadanie 26.1. (0–1)

Rozstrzygnij, czy dysocjacja *N*-metylopiperazyny jest procesem egzo- czy endotermicznym. Uzasadnij odpowiedź.

Rozstrzygnięcie: ……..

Uzasadnienie: ……

……..

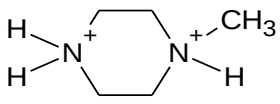
……

26.2. 0–1

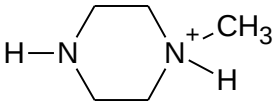
Zadanie 26.2. (0–1)

Na podstawie informacji wstępnej spośród podanych form kationowych *N*-metylopiperazyny wybierz tę, która praktycznie <u>nie występuje</u> w roztworze wodnym, i napisz jej oznaczenie (I, II albo III). Uzasadnij odpowiedź.

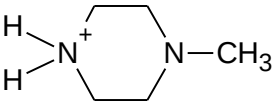
I



II



III



Oznaczenie: ……

Uzasadnienie: ……..

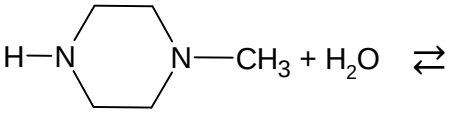
……

……

Zadanie 26.3. (0–1)

26.3.
0–1

Uzupełnij zapis tak, aby powstało równanie pierwszego etapu dysocjacji zasadowej *N*-metylopiperazyny. Zastosuj wzory półstrukturalne (grupowe) lub uproszczone związków organicznych.



.....

Zadanie 26.4. (0–2)

26.4.
0–1–2

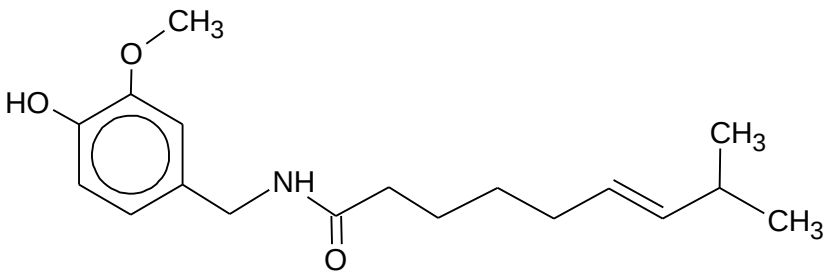
Oblicz pH wodnego roztworu *N*-metylopiperazyny o stężeniu molowym równym $0,20\ \mathrm{mol \cdot dm^{-3}}$ w temperaturze $25\ ^{\circ}\mathrm{C}$. W obliczeniach pomiń drugi etap dysocjacji.

Obliczenia:

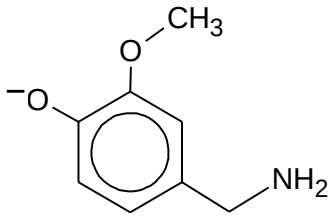
27.
0–1–2

Zadanie 27. (0–2)

Kapsaicyna, której wzór przedstawiono poniżej, jest odpowiedzialna za ostry smak papryki chili.



Ten związek w określonych warunkach, pod wpływem nadmiaru pewnego odczynnika, hydrolizuje. Produktem tej reakcji jest m.in. związek o wzorze:



a) Z podanych odczynników wybierz ten, którego użyto do reakcji hydrolizy kapsaicyny, i zaznacz jego wzór.

$HCl\,(aq)$ $NaCl\,(aq)$ $FeCl_3\,(aq)$ $NaOH\,(aq)$

b) Narysuj wzór półstrukturalny (grupowy) lub uproszczony <u>jonu</u> – drugiego produktu organicznego hydrolizy kapsaicyny.

Zadanie 28.

W trzech zlewkach znajdowały się w przypadkowej kolejności wodne roztwory następujących związków:

alanyloglicyna fenyloalanina kwas salicylowy (2-hydroksybenzenokarboksylowy)

W celu ich identyfikacji przeprowadzono dwuetapowe doświadczenie.

Zadanie 28.1. (0–1)

W etapie 1. do trzech probówek oddzielnie wprowadzono badane roztwory i dodano po kilka kropel wodnego roztworu $FeCl_3$. W jednej z probówek zaobserwowano efekt przedstawiony na zdjęciu.



Napisz wzór półstrukturalny (grupowy) lub uproszczony związku, którego obecność zidentyfikowano w etapie 1. doświadczenia. Uzasadnij odpowiedź.

28.1.
0–1

Uzasadnienie: ……

……

……

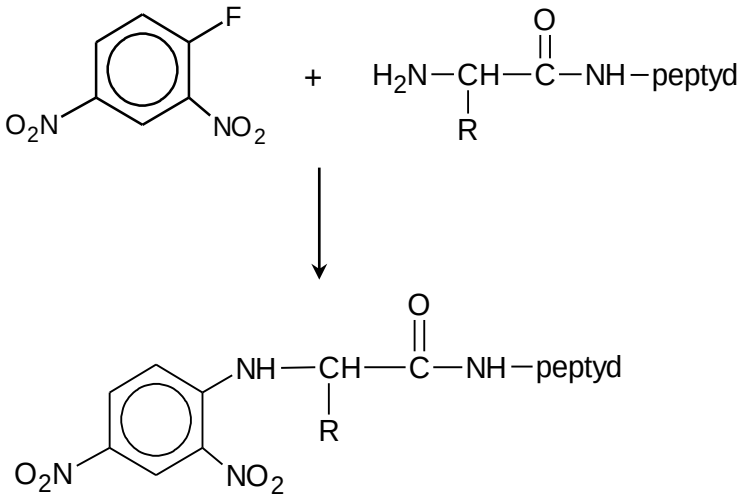
Zadanie 28.2. (0–1)

28.2.
0–1

Ze względu na usterkę merytoryczną wszyscy zdający za to zadanie otrzymują 1 punkt.

Zadanie 29. (0–3)

Konwencja zapisu wzorów peptydów wymaga umieszczenia po lewej stronie reszty aminokwasu z wolną grupą aminową związaną z atomem węgla α – reszty *N*-końcowej. Aby zidentyfikować taką resztę w peptydzie, do jej grupy aminowej wprowadza się podstawnik, który pozostaje z nią związany podczas hydrolizy peptydu. Z powstałej mieszaniny wydziela się związek znakowany tym podstawnikiem i identyfikuje się aminokwas. W opisanej metodzie stosuje się np. 1-fluoro-2,4-dinitrobenzen, który reaguje z peptydem zgodnie z poniższym schematem.



Na podstawie: R.T. Morisson, R.N. Boyd, *Chemia organiczna*, Warszawa 2012.

Przeprowadzono analizę reszty *N*-końcowej pewnego peptydu opisaną metodą. Wydzielono – w postaci obojętnej – produkt połączenia reszty *N*-końcowej z grupą 2,4-dinitrofenylową. Ustalono, że masa molowa tego związku jest równa $271{,}19\ \mathrm{g \cdot mol^{-1}}$. W tym związku tlen stanowi $41{,}30\ \%$, a azot – $15{,}49\ \%$ jego masy.

29. 0–1–2–3

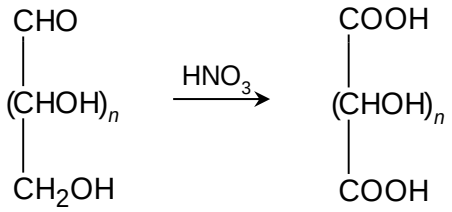
Na podstawie obliczeń ustal masę molową aminokwasu, którego reszta stanowiła *N*-koniec badanego peptydu. Napisz wzór półstrukturalny (grupowy) tego aminokwasu.

Obliczenia:

Wzór aminokwasu:

Zadanie 30.

Działanie kwasem azotowym(V) na aldozę skutkuje utlenieniem zarówno grupy aldehydowej, jak i grupy $–CH_2OH$. Reakcja przebiega zgodnie ze schematem:



Dikarboksylowy kwas powstający w tej reakcji to kwas aldarowy.

Na podstawie: R.T. Morisson, R.N. Boyd, *Chemia organiczna*, Warszawa 2012.

30.1. 0–1

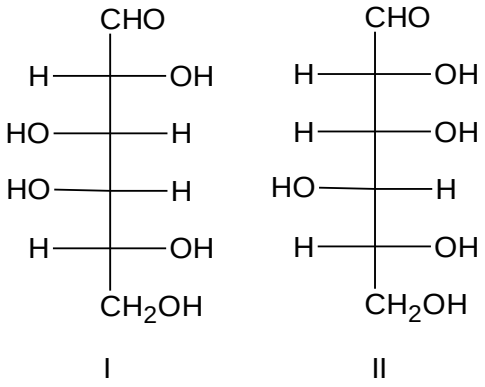
Zadanie 30.1. (0–1)

Napisz liczbę moli elektronów oddawanych przez $1\ mol$ dowolnej aldozy w reakcji utleniania opisaną metodą.

……

Zadanie 30.2. (0–1)

Do probówek zawierających osobno dwie aldoheksozy (I i II) o wzorach podanych niżej dodano kwas azotowy(V).



W obu probówkach otrzymano odpowiednie kwasy aldarowe. Cząsteczki tylko jednego z nich były chiralne.

30.2. 0–1

Napisz, z której aldoheksozy (I czy II) powstał kwas aldarowy o cząsteczkach chiralnych. Uzasadnij odpowiedź. Odwołaj się do budowy cząsteczek <u>obu</u> kwasów aldarowych.

Aldoheksoza: ……

Uzasadnienie: ……..

……

……

BRUDNOPIS (nie podlega ocenie)

CHEMIA

Poziom rozszerzony

Formuła 2023

CHEMIA

Poziom rozszerzony

Formuła 2023

CHEMIA

Poziom rozszerzony

Formuła 2023