

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-R0-100-2605

DATA: 13 maja 2026 r.

GODZINA ROZPOCZĘCIA: 9:00

CZAS TRWANIA: 180 minut

LICZBA PUNKTÓW DO UZYSKANIA: 60

*PROPOZYCJE
ROZWIĄZAŃ*

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.



Informacja do zadań 1.–3.

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

- pierwiastek A jest metalem o liczbie atomowej mniejszej od 36
- pierwiastek Q jest niemetalem, który występuje w postaci dwuatomowych cząsteczek i jest głównym składnikiem powietrza.

W atomie pierwiastka A w stanie podstawowym wszystkie elektrony biorące udział w tworzeniu wiązań są niesparowane, a ich liczba jest o jeden większa od liczby elektronów walencyjnych w atomie pierwiastka Q.

1.1.

0–1–2

Zadanie 1.1. (0–2)

Uzupełnij tabelę. Wpisz dla każdego z pierwiastków A i Q:

- symbol chemiczny
- symbol bloku konfiguracyjnego
- maksymalny stopień utlenienia.

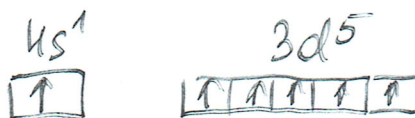
	Symbol chemiczny	Symbol bloku konfiguracyjnego	Maksymalny stopień utlenienia
Pierwiastek A	Cr	d	+VI
Pierwiastek Q	N	p	+V

1.2.

0–1

Zadanie 1.2. (0–1)

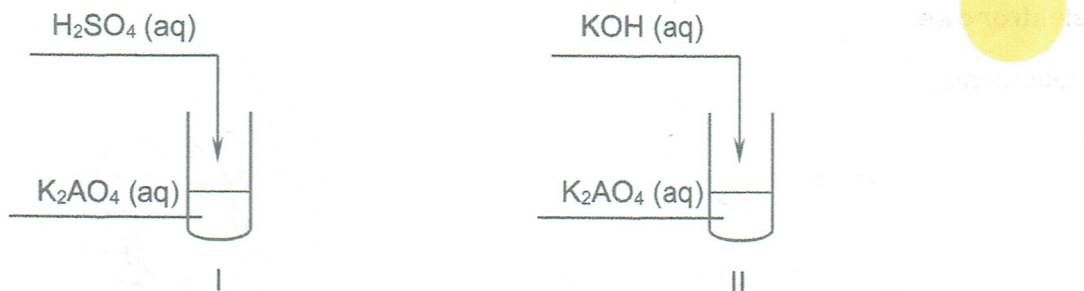
Napisz konfigurację tych elektronów atomu A w stanie podstawowym, które mogą uczestniczyć w tworzeniu wiązań. Zastosuj schemat klatkowy (graficzny) konfiguracji elektronowej. Uwzględnij numery powłok i symbole podpowłok.



Zadanie 2. (0-2)

Na zdjęciu jest pokazana probówka z wodnym roztworem zawierającym jony AO_4^{2-} pochodzące z soli pierwiastka A o wzorze K_2AO_4 .

Przeprowadzono doświadczenie. Do dwóch probówek z roztworem soli wprowadzono: do pierwszej wodny roztwór kwasu siarkowego(VI), a do drugiej – wodny roztwór wodorotlenku potasu, zgodnie z poniższym schematem.



Zmiany świadczące o przebiegu reakcji zaobserwowano tylko w jednej próbówce.

Rozstrzygnij, w której próbówce – I czy II – zaszła reakcja. Napisz, co zaobserwowano podczas tego doświadczenia. Sformułuj wniosek dotyczący trwałości jonów AO_4^{2-} w roztworze o odczynie kwasowym i w roztworze o odczynie zasadowym.

Rozstrzygnięcie: Reakcja zenig w probowce I

Obserwacje: W pierwszej próbce kółców zmei zabawie z żółtego ma pomarańczowy / białe w prob

Wniosek: Jon chromianowy (VI) jest twardy
w środowisku rozpuszczonym

Zadanie 3. (0–1)

Uzupełnij tabelę. Dla cząsteczki Q₂ określ i napisz liczbę:

- wiązań σ
- wiązań π
- wolnych par elektronowych.

Liczba		
wiązań σ	wiązań π	wolnych par elektronowych
1	2	2

Zadanie 4. (0–2)

Pewien jonowy związek X składa się z wapnia, z węgla i z azotu. Masa wapnia stanowi 50 % masy całego związku, a masa węgla – 15 % jego masy. Wzór empiryczny związku X jest też wzorem rzeczywistym. Anion związku X ma taką samą strukturę elektronową jak tlenek węgla(IV).

4.

0–1–2

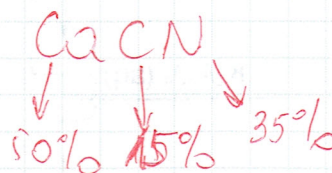
Na podstawie obliczeń ustal i napisz wzór sumaryczny związku X. Narysuj wzór elektronowy anionu tego związku. Zaznacz kreskami wiązania chemiczne i wolne pary elektronowe.

Obliczenia:

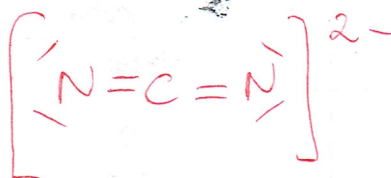
$$\frac{50}{40} = 1,25 \quad 1$$

$$\frac{15}{12} = 1,25 \quad 1$$

$$\frac{35}{14} = 2,5 \quad 2$$

Wzór sumaryczny związku X: CaCN_2

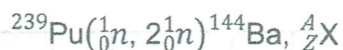
Wzór elektronowy anionu:



Zadanie 5. (0–2)

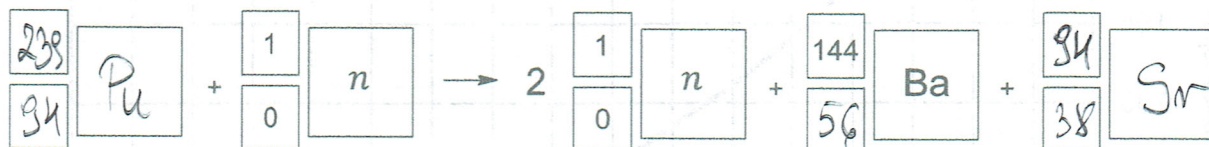
Przebieg reakcji jądrowych można przedstawić w postaci zapisu skróconego. Na pierwszym miejscu podaje się symbol jądra bombardowanego, następnie w nawiasie – kolejno – symbole cząstki bombardującej i lekkiej cząstki emitowanej, a na końcu – symbole jąder produktów.

Jądro izotopu plutonu ^{239}Pu po pochłonięciu neutronu rozszczepia się na mniejsze fragmenty, czemu towarzyszy emisja neutronów. Jeden z możliwych przebiegów rozszczepienia tego izotopu przedstawiono na schemacie:



Na podstawie: A. Bielański, *Podstawy chemii nieorganicznej*, Warszawa 2018; L. Jones, P. Atkins, *Chemia ogólna. Cząsteczki, materia, reakcje*, Warszawa 2016.

Uzupełnij schemat tak, aby otrzymać równanie opisanej reakcji. Napisz, ile neutronów jest w jednym molu izotopu ^A_ZX . Uwzględnij wartość stałej Avogadro.



Liczba neutronów w jednym molu izotopu ^A_ZX : $56 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 3,37 \cdot 10^{25}$

Zadanie 6. (0–1)

Dwie krystaliczne substancje – A i B – tworzą różnego typu kryształy. W tabeli podano wybrane właściwości tych substancji.

Substancja	Temperatura topnienia, °C	Rozpuszczalność w wodzie	Przewodnictwo elektryczne	
			w stanie stałym	po stopieniu
A	185	bardzo dobrze rozpuszczalna	nie wykazuje	nie wykazuje
B	1710	nierozpuszczalna	nie wykazuje	nie wykazuje

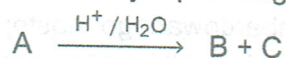
Napisz, jakiego typu kryształy – kowalencyjne, molekularne, metaliczne albo jonowe – są tworzone przez każdą z substancji.

Substancja A: molekularny

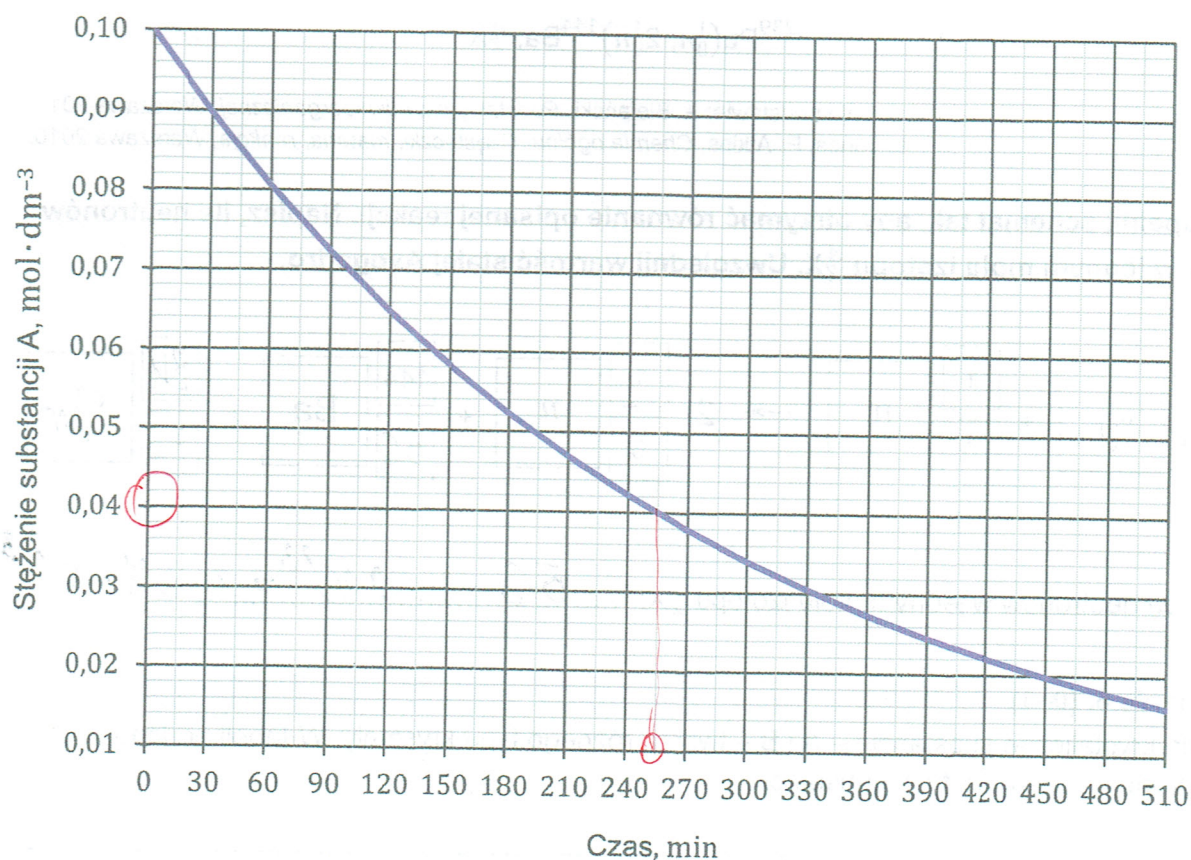
Substancja B: kowalencyjny

Zadanie 7. (0–1)

Hydroliza substancji A w środowisku kwasowym przebiega zgodnie ze schematem:



Wykonano doświadczenie, podczas którego badano szybkość tej reakcji. Przygotowano wodny roztwór substancji A o stężeniu $0,10 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$, który zakwaszono kwasem solnym, i utrzymywano temperaturę roztworu równą 25°C . Co 30 minut mierzono stężenie substancji A w tym roztworze. Wyniki pomiarów przedstawiono na poniższym wykresie.



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

7.

0–1

Oblicz łączne stężenie molowe substancji B i substancji C w chwili $t = 255 \text{ min}$ opisanego doświadczenia.

Obliczenia:

$$C_A^0 = 0,1 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$$

A	B	C
$0,1$	$+x$	$+x$
$x = 0,06 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$	$0,06$	$0,06$

$$+ \underbrace{\quad}_{0,12 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}}$$



Zadanie 8. (0–3)

Zdjęcie A ilustruje wygląd probówki z wodnym roztworem pewnej soli potasu zawierającej mangan. Do tej probówki dodano wodny roztwór siarczanu(IV) potasu, a następnie jej zawartość wymieszano. Wygląd probówki po reakcji przedstawiono na zdjęciu B.



Zdjęcie A



Zdjęcie B

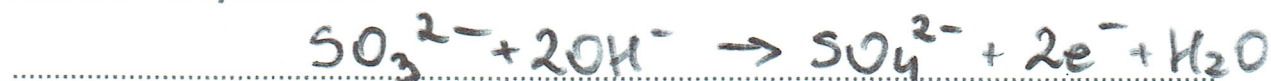
Napisz w formie jonowej skróconej, z uwzględnieniem liczby oddawanych lub pobieranych elektronów (zapis jonowo-elektronowy), równania reakcji redukcji i utleniania zachodzących podczas opisanej przemiany. Uwzględnij, że reakcja zachodzi w środowisku obojętnym. Uzupełnij wzory reagentów i współczynniki stechiometryczne w poniższym schemacie.

8.
0–1–
2–3

Równanie reakcji redukcji:



Równanie reakcji utleniania:



Zadanie 9.

Potencjały półogniw zależą od stężeń reagentów biorących udział w procesach elektrochemicznych. Jeżeli metal Me jest zanurzony w roztworze zawierającym jony tego metalu o ładunku $n+$ i o stężeniu $c_{\text{Me}^{n+}}$, to potencjał takiego półogniwa można obliczyć za pomocą równania Nernsta. Dla układu Me^{n+}/Me w temperaturze 298 K to równanie ma postać:

$$E = E^\circ + \frac{0,059}{n} \cdot \log c_{\text{Me}^{n+}}$$

gdzie E° jest potencjałem standardowym redukcji tego półogniwa.

Na podstawie: M.J. Sienko, R.A. Plane, *Chemia. Podstawy i zastosowania*, Warszawa 2002.

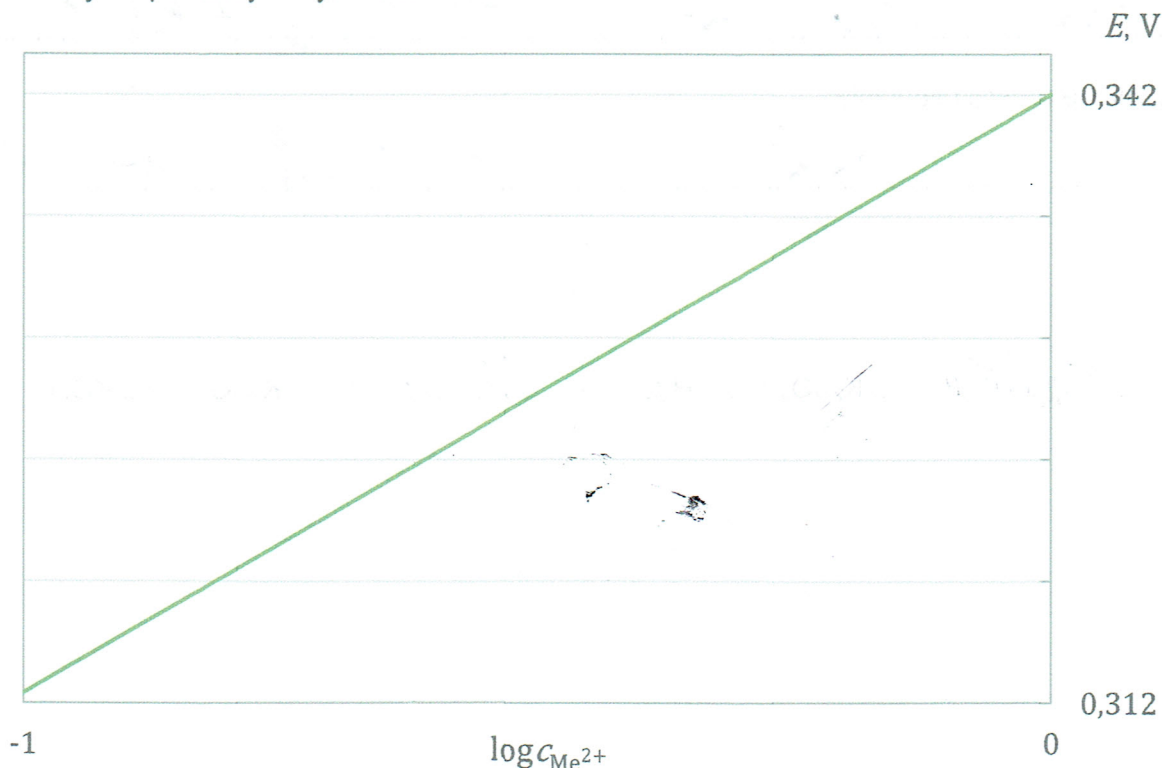
Zadanie 9.1. (0–4)

Zbudowano ogniwo galwaniczne, którego siła elektromotoryczna (SEM) w temperaturze 298 K była równa 1,084 V. Ogniwo składało się z półogniw zawierających metale zanurzone w roztworach swoich soli. Każdy roztwór miał objętość 500 cm^3 .

Anoda było półogniwo złożone z blaszki cynkowej, zanurzonej w roztworze chlorku cynku o stężeniu $1,0 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$, a katoda – półogniwo, w którym blaszka z metalu Me była zanurzona w roztworze zawierającym jony Me^{2+} .

Roztwór katodowy otrzymano w wyniku rozpuszczenia w wodzie równomolowej mieszaniny dwóch uwodnionych soli o łącznej masie 22,05 g. Jedną z nich był siarczan(VI) o wzorze $\text{MeSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, a drugą – chlorek, którego wzór zapisano jako $\text{MeCl}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$, gdyż nie była znana liczba moli wody w jednym molu hydratu.

Zgodnie z równaniem Nernsta potencjał takiego półogniwa jest liniową funkcją logarytmu stężenia jonów w roztworze i dla opisanego układu Me^{2+}/Me ta zależność ma przebieg pokazany na poniższym wykresie.

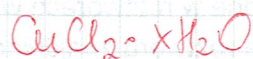
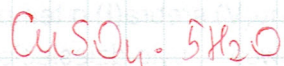


Wykonaj obliczenia i napisz wzór hydratu chlorku metalu użytego do sporządzenia roztworu katodowego w opisanym ogniwie. Do obliczenia stężenia kationów metalu Me^{2+} zastosuj wzór Nernsta. Użyj wartości mas molowych z dokładnością do drugiego miejsca po przecinku.

9.1.

0-1-2-
3-4

Obliczenia:



$$SEM = E_K - E_A$$

$$E_A = 1,084 - 0,762 = 0,322$$

$$E = E^0 + \frac{0,059}{n} \cdot \log C_{Me^{n+}}$$

$$0,322 = 0,342 + \frac{0,059}{2} \cdot \log Cu^{2+} / -0,342$$

$$-0,02 = 0,0295 \log C_{Cu^{2+}} / : (0,0295)$$

$$\log Cu^{2+} = -0,678$$

$$C_{Cu^{2+}} = 10^{-0,678} = 0,210 \frac{mol}{dm^3} \quad V = 0,5 dm^3$$

$$n_{Cu^{2+}} = C \cdot V = 0,21 \cdot 0,5 = 0,105 mol$$

$$n_{CuSO_4 \cdot 5H_2O} = n_{CuCl_2 \cdot xH_2O} = \frac{0,105}{2} = 0,0525 mol$$

$$M_{CuSO_4 \cdot 5H_2O} = 249,71 \frac{mol}{dm^3} \quad m_s = 0,0525 \cdot 249,71 = 13,11 g$$

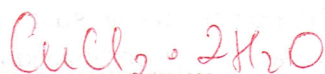
$$m_{CuCl_2 \cdot xH_2O} = 22,05 - 13,11 = 8,94 g$$

$$M_{CuCl_2 \cdot xH_2O} = \frac{m_s}{n} = \frac{8,94}{0,0525} = 170,29 g/mol$$

$$M_{CuCl_2} = 134,45 \frac{mol}{dm^3}$$

$$x = \frac{170,29 - 134,45}{18,02} \approx 2$$

Wzór hydratu:



Zadanie 9.2. (0–1)

Ogniwo stężeniowe to ogniwo galwaniczne zbudowane z dwóch takich samych półogniw, tyle że różniących się stężeniem składnika biorącego udział w reakcjach elektrochemicznych.

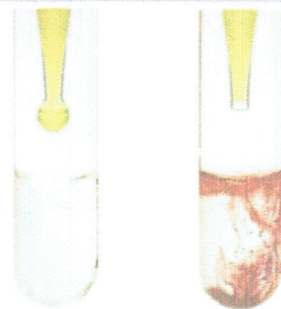
Zbudowano ogniwo stężeniowe, w którym półogniwami były blaszki ze srebra o jednakowych masach, zanurzone w roztworach wodnych azotanu(V) srebra(I) o temperaturze 298 K. Stężenie molowe roztworu znajdującego się w zlewce 1. było dziesięciokrotnie mniej niż roztworu w zlewce 2.

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

W opisanym ogniwie anodą było półogniwo zbudowane z blaszki srebrnej, zanurzonej w roztworze AgNO_3 znajdującym się w zlewce 1.	☒ P	☐ F
Po zakończeniu pracy ogniwa masa blaszki wyjętej ze zlewki 2. była <u>większa</u> od masy blaszki ze zlewki 1.	☒ P	☐ F

Zadanie 10. (0–2)

Na zdjęciach obok przedstawiono przebieg doświadczenia, w którym do wodnego roztworu soli znajdującego się w probówce wkraplano pipetą wodny roztwór innej soli (zdjęcie 1.) i zaobserwowano zmianę pokazaną na zdjęciu 2.



Zdjęcie 1. Zdjęcie 2.

10.

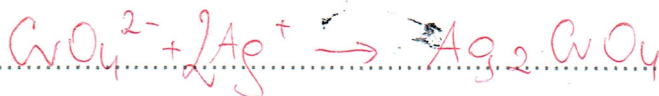
0–1–2

Spośród substancji wymienionych niżej wybierz te, których roztwory zostały użyte w opisanym doświadczeniu. Zaznacz wzory odpowiednich soli. Następnie napisz w formie jonowej skróconej równanie zachodzącej reakcji.

Sól w roztworze w pipecie: KCl ☒ K_2CrO_4 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$

Sól w roztworze w probówce: CuSO_4 $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3$ ☒ AgNO_3 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$

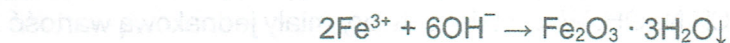
Równanie zachodzącej reakcji:

**Zadanie 11.**

W celu oznaczenia stężenia określonych jonów w roztworze należy strącić je całkowicie w postaci trudno rozpuszczalnego osadu, który po odsączeniu suszy się i praży do uzyskania stałej masy. Tę metodę stosuje się m.in. w oznaczaniu zawartości jonów żelaza(III) w badanej próbce.



W wyniku reakcji strącania jonów Fe^{3+} za pomocą nadmiaru jonów wodorotlenkowych z roztworu wydzieli się uwodniony tlenek żelaza(III):



Wyodrębniony ilościowo osad praży się w temperaturze ok. 1000°C do uzyskania bezwodnego Fe_2O_3 .

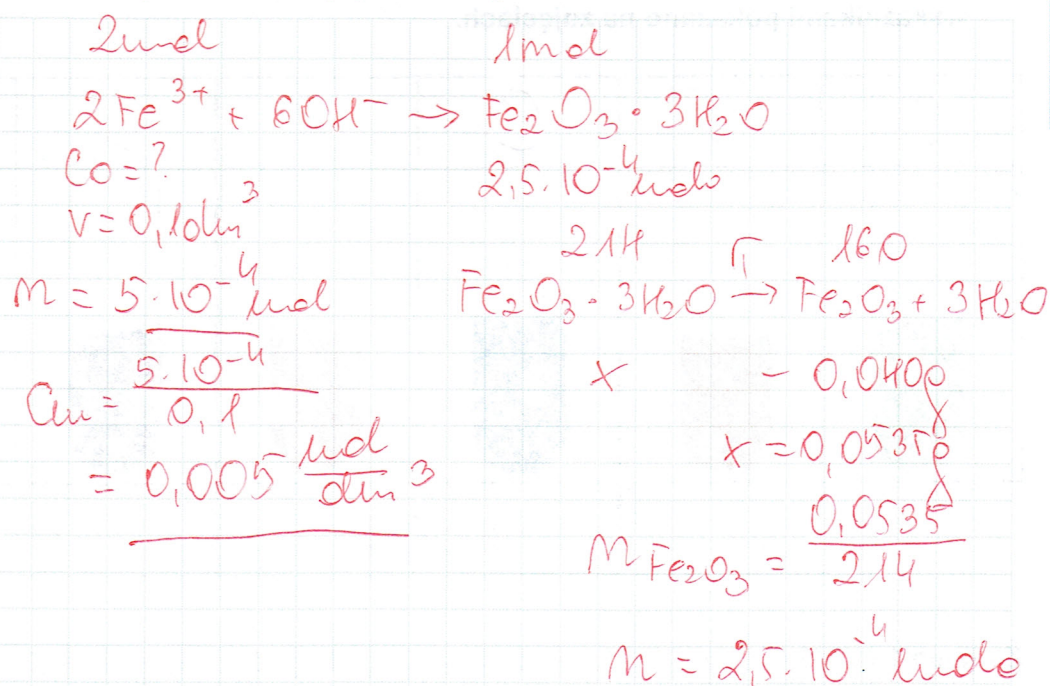
Na podstawie: J. Minczewski, Z. Marczenko, *Chemia analityczna*, Warszawa 2022.

Zadanie 11.1. (0–2)

Aby oznaczyć stężenie jonów żelaza(III), z próbki roztworu o objętości 100 cm^3 całkowicie strącono uwodniony tlenek żelaza(III). Osad wyodrębniono ilościowo, przeniesiono do tygla i prażono do uzyskania stałej masy tlenku żelaza(III), równej $0,040\text{ g}$.

Oblicz stężenie molowe jonów żelaza(III) w badanym roztworze.

Obliczenia:



11.1.

0–1–2

Zadanie 11.2. (0–1)

Dokończ zdanie. Wybierz właściwą odpowiedź spośród podanych.

Aby ilościowo wyodrębnić uwodniony tlenek żelaza(III) z badanego roztworu, należy wykonać

A. dekantację.

B. destylację.

C. sączenie.

D. odparowanie pod wyciągiem.

Zadanie 12. (0–3)

Uczniowie wykonali doświadczenie, w którym porównywali barwy różnych wskaźników pH w wodnych roztworach HCl, NaCl i NaOH. Wszystkie roztwory miały jednakową wartość stężenia, równą $0,1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$. W doświadczeniu użyto:

- wskaźnika A – fenoloftaleiny – dodanego do jednej probówki
- wskaźnika B – czerwieni Kongo – dodanego do dwóch probówek
- wskaźnika C – błękitu bromotymolowego – dodanego do trzech probówek.

Każdy roztwór badano z zastosowaniem dwóch wybranych wskaźników.

Wyniki doświadczenia pokazano na zdjęciach zamieszczonych w tabeli.

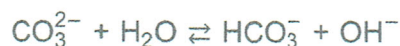
Uzupełnij tabelę. Wpisz:

- nad zdjęciem każdej probówki literę A, B albo C, odpowiadającą wskaźnikowi, który wprowadzono do tej probówki
- w dolnym wierszu tabeli wzór każdej z substancji, której roztwory z dodanymi wskaźnikami pokazano na zdjęciach.

C	B	C	A	B	C
					
NaCl		NaOH		HCl	

Zadanie 13. (0–2)

Jon CO_3^{2-} reaguje z cząsteczką wody zgodnie z równaniem:



Równowagę tej reakcji opisuje stała dysocjacji zasadowej K_b , wyrażona równaniem:

$$K_b = \frac{[\text{HCO}_3^-] \cdot [\text{OH}^-]}{[\text{CO}_3^{2-}]}$$

Iloczyn stałej dysocjacji kwasowej jonu HCO_3^- i stałej dysocjacji zasadowej sprzężonej z nim zasady CO_3^{2-} jest równy iloczynowi jonowemu wody:

$$K_a \cdot K_b = K_w$$

W temperaturze 25°C iloczyn jonowy wody wynosi $K_w = 1,00 \cdot 10^{-14}$.

Na podstawie: J. Minczewski, Z. Marczenko, *Chemia analityczna*, Warszawa 2022;
Z. Galus (red.), *Ćwiczenia rachunkowe z chemii analitycznej*, Warszawa 2013.

Oblicz pH – w temperaturze 25 °C – roztworu K_2CO_3 o stężeniu molowym równym $0,10 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$. W obliczeniach pomin drugi etap dysocjacji zasadowej.

13.

0-1-2

Obliczenia:

$$K_b = \frac{K_w}{K_a} = \frac{10^{-14}}{4,68 \cdot 10^{-11}} = 2,137 \cdot 10^{-4}$$

$$K_b = \frac{[OH^-]^2}{C_0}$$

$$2,137 \cdot 10^{-4} = \frac{x^2}{0,1}$$

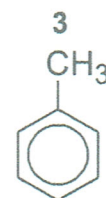
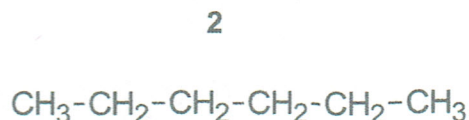
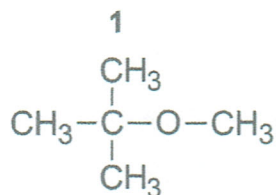
$$x = \sqrt{2,137 \cdot 10^{-4} \cdot 0,1} = 4,62 \cdot 10^{-3} \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$$

$$pOH = -\log [OH^-] = 2,335$$

$$pH = 14 - pOH = \underline{11,665}$$

Zadanie 14. (0–1)

Poniżej przedstawiono w przypadkowej kolejności wzory trzech związków: dwa z nich występują w produktach rafinacji ropy naftowej, a jeden jest stosowany jako dodatek do paliwa, bo zapobiega zbyt gwałtownemu spalaniu w komorze silnika (antydetonator).



14.

0–1

Uzupełnij tabelę. Wpisz numery, którymi oznaczono opisane związki.

Produkt reformingu	Antydetonator
3	1

Zadanie 15.

Źródłem informacji o budowie związku jest m.in. indeks niedoboru wodoru, czyli liczba równa sumarycznej liczbie pierścieni i liczbie wiązań π w strukturze związku organicznego. Wartość indeksu to także liczba cząsteczek wodoru, które należy dodać do cząsteczki danego związku organicznego, aby przekształcić ją w acykliczną cząsteczkę nasyconą.

Na podstawie: T.W.G. Solomons, C.B. Fryhle, S.A. Snyder, *Chemia organiczna*, Warszawa 2022.

15.1.

0–1

Zadanie 15.1. (0–1)

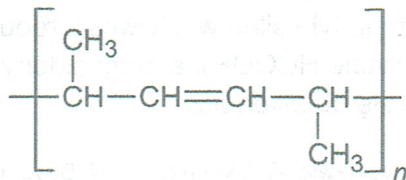
Uzupełnij tabelę. Wpisz wartości indeksu niedoboru wodoru dla dwóch węglowodorów: cykloheksanu i heks-1-enu.

	Cykloheksan	Heks-1-en
Indeks niedoboru wodoru	1	1

Zadanie 15.2. (0–2)

Dwa węglowodory – A i B – mają po 6 atomów węgla w cząsteczkach i taki sam wzór sumaryczny oraz jednakowy indeks niedoboru wodoru równy 2. W obecności katalizatora platynowego te związki reagują z wodorem i tworzą związki nasycone. Do reakcji jednego mola węglowodoru B potrzeba dwa razy więcej wodoru niż do reakcji jednego mola węglowodoru A. Ponadto wiadomo, że:

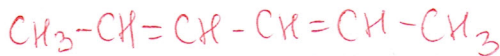
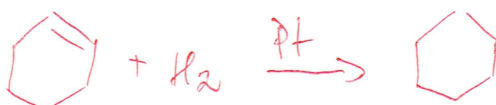
- w cząsteczkach węglowodoru A nie występują trzeciorzędowe atomy węgla
- łańcuch węglowodoru B jest nierozgałęziony i zawiera cztery atomy węgla o hybrydyzacji orbitali walencyjnych sp^2 . W wyniku polimeryzacji węglowodoru B można otrzymać związek o wzorze:



Napisz równanie reakcji węglowodoru A z wodorem oraz wzór węglowodoru B.

Zastosuj wzory półstrukturalne (grupowe) lub uproszczone związków organicznych.

Równanie reakcji:



Wzór węglowodoru B:

15.2.

0–1–2

Zadanie 16.

Niektóre aldehydy w obecności mocnych zasad ulegają reakcji dysproporcjonowania, prowadzącej do powstania alkoholu i soli kwasu karboksylowego. Dotyczy to związków, których cząsteczki nie zawierają atomów wodoru związanych z atomem węgla połączonym z grupą aldehydową – np. 2,2-dimetylopropanal. Opisana reakcja z udziałem tego aldehydu przebiega zgodnie z równaniem:



Jeżeli do reakcji użyje się mieszaniny dwóch aldehydów, na ogół powstaną cztery produkty: dwa alkohole i sole dwóch kwasów. Wyjątek stanowią reakcje, w których jednym z substratów jest metanal. Ma on na tyle silne właściwości redukujące, że w warunkach reakcji utlenia się do kwasu (powstaje HCOOK), a drugi aldehyd wchodzący w skład mieszaniny substratów redukuje się do alkoholu.

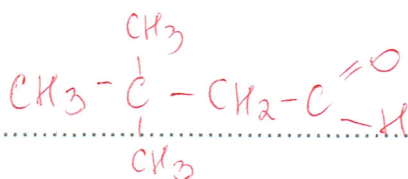
Na podstawie: R.T. Morrison, R.N. Boyd, *Chemia organiczna*, Warszawa 2012.

16.1.

0-1

Zadanie 16.1. (0-1)

Napisz wzór półstrukturalny (grupowy) jednego z izomerycznych dimetylobutanali, który nie ulega opisanej reakcji z KOH.



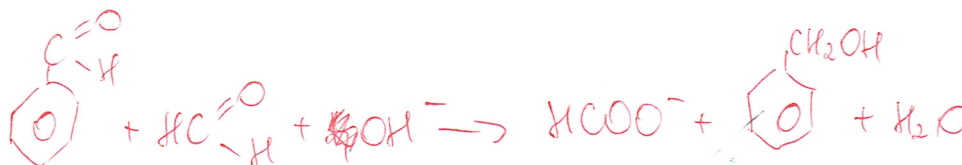
16.2.

0-1

Zadanie 16.2. (0-1)

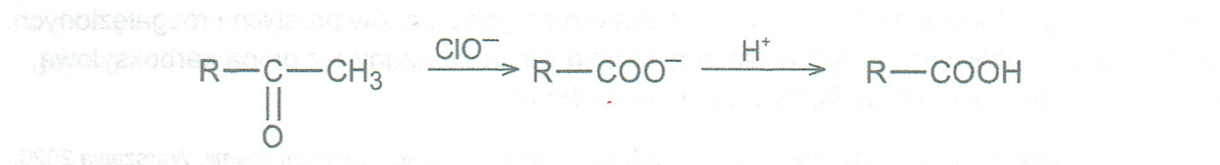
Zmieszano alkoholowe roztwory aldehydu benzoesowego (benzenokarboaldehydu) oraz aldehydu mrówkowego (metanal) i otrzymano ciekłą mieszaninę, w której alkohol był tylko rozpuszczalnikiem. Następnie dodano wodorotlenek potasu.

Napisz w formie jonowej skróconej równanie zachodzącej reakcji.



Zadanie 17. (0–1)

Ketony, których cząsteczki zawierają grupę metylową związaną z karbonylowym atomem węgla, ulegają tzw. reakcji haloformowej, czyli utlenieniu za pomocą jonów XO^- , gdzie X może być chlorem, bromem lub jodem. Przebieg takiej reakcji z udziałem anionów chloranowych(I) przedstawiono na schemacie:

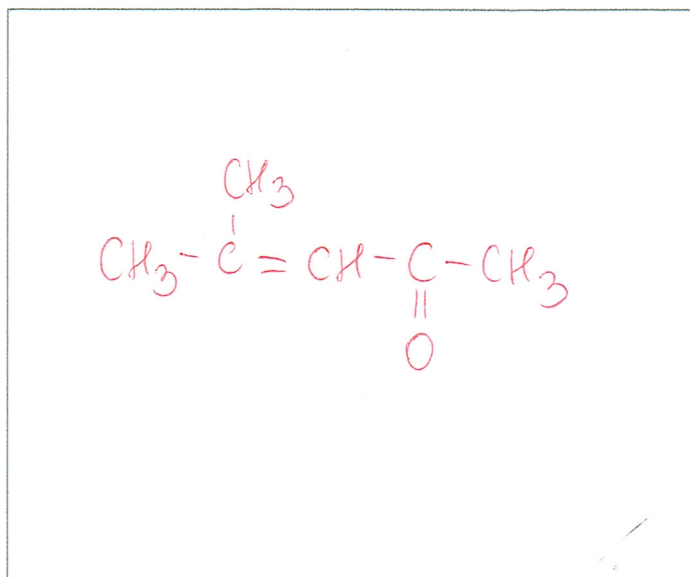


W pierwszym etapie procesu powstaje odpowiedni anion kwasu karboksylowego RCOO^- oraz haloform CHCl_3 (chloroform).

Na podstawie: T.W.G. Solomons, C.B. Fryhle, S.A. Snyder, *Chemia organiczna*, Warszawa 2022;
R.T. Morisson, R.N. Boyd, *Chemia organiczna*, Warszawa 2012.

W celu otrzymania kwasu 3-metylobut-2-enowego w temperaturze 60°C przeprowadzono reakcję chloranu(I) potasu z odpowiednim ketonem. W tych warunkach podwójne wiązanie węgiel – węgiel w cząsteczce ketonu nie ulega reakcji.

Napisz wzór półstrukturalny (grupowy) ketonu użytego w reakcji haloformowej.



17.

0–1

Zadanie 18.

W pewnych warunkach sole sodu i potasu kwasów karboksylowych ulegają w roztworach wodnych reakcji, która zachodzi zgodnie z poniższym równaniem.



Tę przemianę stosuje się do otrzymywania symetrycznych alkanów prostych i rozgałęzionych. Jednak gdy rozgałęzienie znajduje się przy atomie węgla związanym z grupą karboksylową, reakcja przebiega z małą wydajnością lub nie zachodzi.

Na podstawie: K.-H. Lautenschläger, W. Schröter, *Nowoczesne kompendium chemii*, Warszawa 2020.

Zadanie 18.1. (0–1)

Przeprowadzono opisaną reakcję i w jej wyniku otrzymano alkan o czterech atomach węgla w cząsteczce.

18.1.

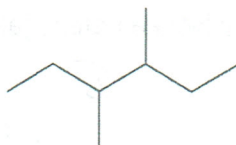
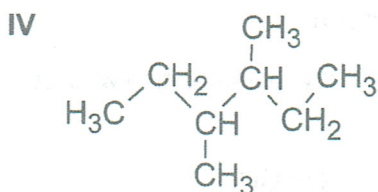
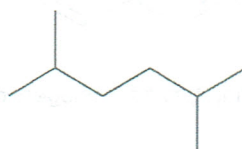
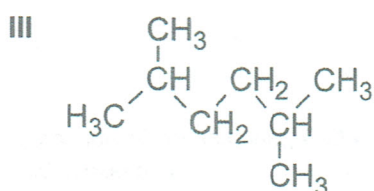
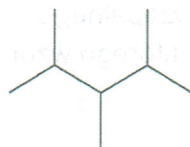
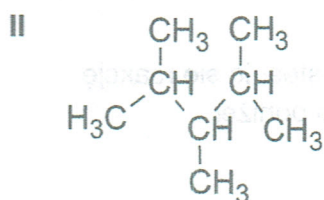
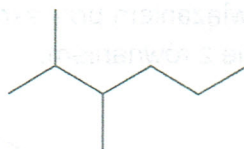
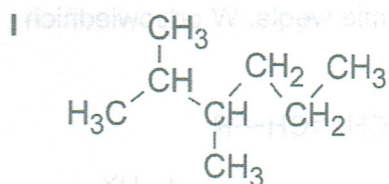
0–1

Napisz wzór półstrukturalny (grupowy) kwasu karboksylowego, którego soli użyto do reakcji.

Wzór półstrukturalny (grupowy) kwasu karboksylowego: CH₃CH₂COOH

Zadanie 18.2. (0–1)

Poniżej przedstawiono wzory półstrukturalne (grupowe) oraz szkieletowe wybranych izomerycznych alkanów o wzorze sumarycznym C_8H_{18} .



Dokończ zdanie. Wybierz właściwą odpowiedź spośród podanych.

W reakcji opisanej w informacji wstępnej można z największą wydajnością otrzymać związek

A. I.

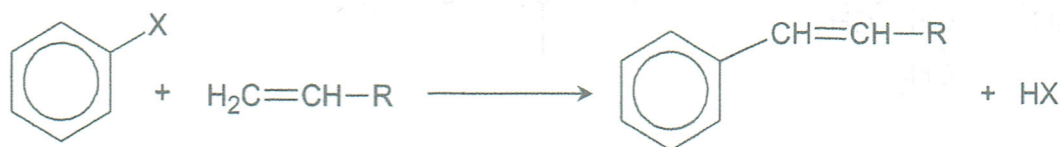
B. II.

C. III.

D. IV.

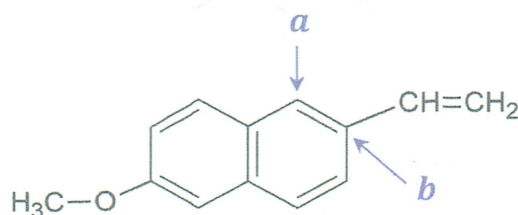
Informacja do zadań 19.–20.

Reakcja Hecka jest stosowana do łączenia cząsteczek dwóch różnych związków organicznych z utworzeniem nowego wiązania węgiel–węgiel. Jednym z substratów tej reakcji jest halogenopochodna węglowodoru aromatycznego (halogenek aryłu), a drugim – związek nienasycony z podwójnym wiązaniem przy skrajnym atomie węgla. W odpowiednich warunkach reakcja przebiega zgodnie z równaniem:



X = Br, I

W jednym z etapów produkcji leku przeciwzapalnego – naproksenu – stosuje się reakcję Hecka. W jej wyniku powstaje związek Q, którego wzór przedstawiono poniżej.



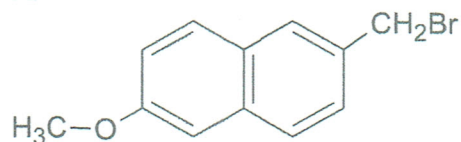
Na podstawie: B. Cornils, W.A. Herrmann, *Applied Homogeneous Catalysis with Organometallic Compounds*, Weinheim 2002.

Zadanie 19.1. (0–1)

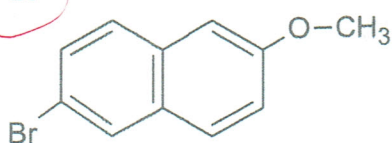
Dokończ zdanie. Wybierz właściwą odpowiedź spośród podanych.

W celu otrzymania związku Q w reakcji Hecka należy jako substratu użyć substancji o wzorze

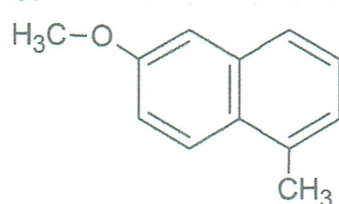
A.



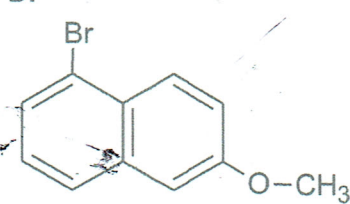
B.



C.

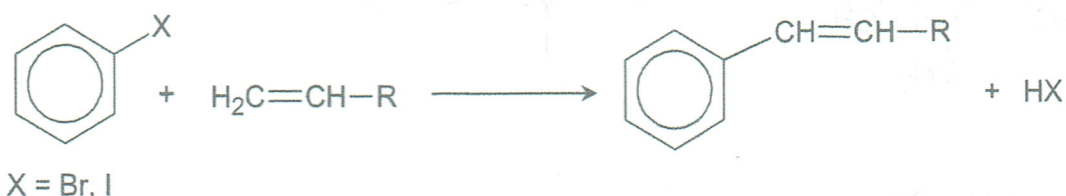


D.

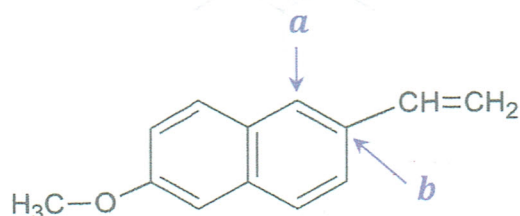


Informacja do zadań 19.–20.

Reakcja Hecka jest stosowana do łączenia cząsteczek dwóch różnych związków organicznych z utworzeniem nowego wiązania węgiel–węgiel. Jednym z substratów tej reakcji jest halogenopochodna węglowodoru aromatycznego (halogenek aryłu), a drugim – związek nienasycony z podwójnym wiązaniem przy skrajnym atomie węgla. W odpowiednich warunkach reakcja przebiega zgodnie z równaniem:



W jednym z etapów produkcji leku przeciwzapalnego – naproksenu – stosuje się reakcję Hecka. W jej wyniku powstaje związek Q, którego wzór przedstawiono poniżej.



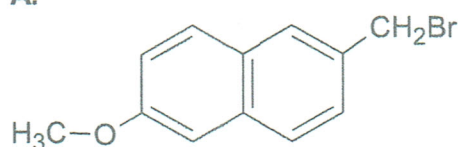
Na podstawie: B. Cornils, W.A. Herrmann, *Applied Homogeneous Catalysis with Organometallic Compounds*, Weinheim 2002.

Zadanie 19.1. (0–1)

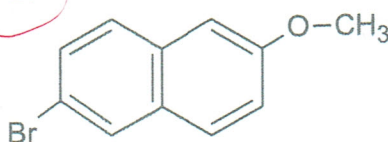
Dokończ zdanie. Wybierz właściwą odpowiedź spośród podanych.

W celu otrzymania związku Q w reakcji Hecka należy jako substratu użyć substancji o wzorze

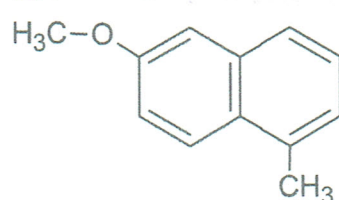
A.



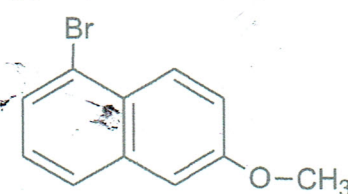
B.



C.



D.



Zadanie 19.2. (0–2)

Uzupełnij tabelę. Wpisz formalne stopnie utlenienia oraz typ hybrydyzacji (sp , sp^2 , sp^3) orbitali walencyjnych atomów węgla oznaczonych we wzorze związku Q literami a i b .

Atom węgla	Stopień utlenienia	Typ hybrydyzacji
a	$-I$	sp^2
b	0	sp^2

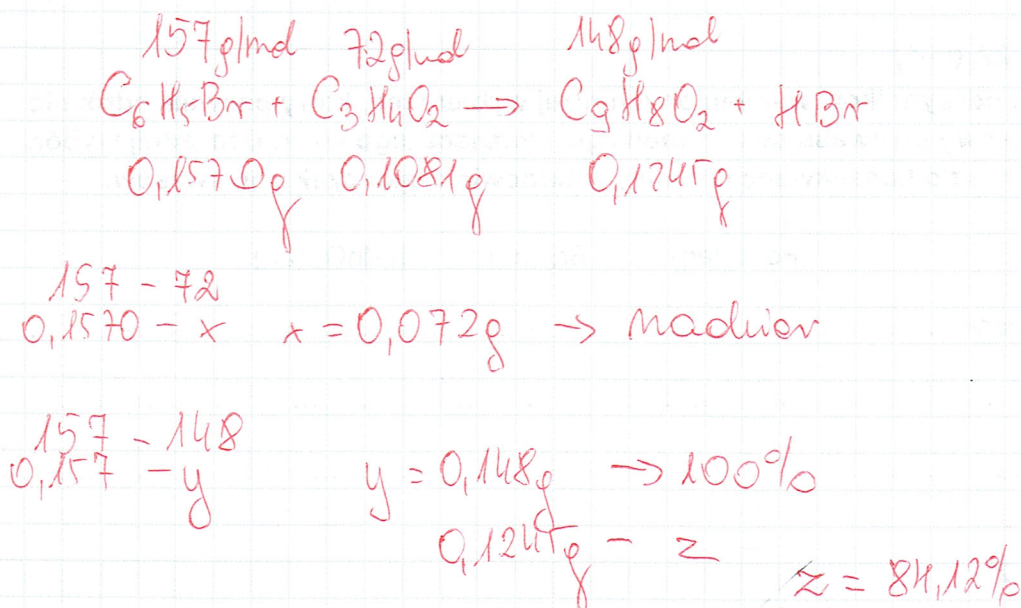
Zadanie 20. (0–3)

Do reakcji Hecka użyto 0,1570 g bromobenzenu i 0,1081 g kwasu propenowego. W wyniku przemiany opisanej poniższym równaniem otrzymano 0,1245 g kwasu cynamonowego.



Oblicz wydajność opisanej przemiany. Wynik podaj w procentach. Napisz nazwę lub wzór substancji użytej w nadmiarze.

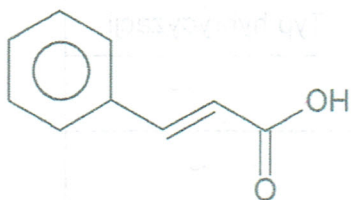
Obliczenia:



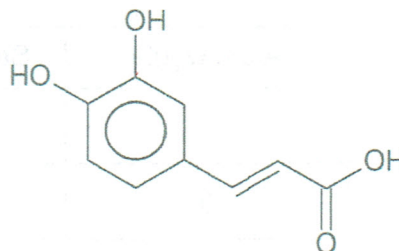
Wydajność przemiany: $84,12\%$ W nadmiarze użyto: $\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_2$

Informacja do zadań 21.–22.

Kwas cynamonowy i kwas kawowy są naturalnymi antyoksydantami występującymi w roślinach.



kwas cynamonowy



kwas kawowy

Zadanie 21. (0–1)

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

Cząsteczki kwasu cynamonowego i kwasu kawowego są chiralne.	P	F
Istnieje izomer geometryczny zarówno kwasu cynamonowego, jak i kwasu kawowego.	P	F

22.

0–1

Zadanie 22. (0–1)

Spośród odczynników wymienionych niżej wybierz ten, który pozwala odróżnić kwas kawowy od kwasu cynamonowego, i zaznacz jego wzór. Uzasadnij wybór. Odwołaj się do konsekwencji różnicy w budowie cząsteczek obu kwasów.

FeCl₃ (aq)

Br₂ (aq)

KMnO₄ (aq)

Uzasadnienie:

Kwas cynamonowy nie posiada grupy OH połączonych bezpośrednio z pierścieniem aromaticznym, kwas kawowy posiada dwie takie grupy. Dlatego kwas cynamonowy ulega tej próbie a kwas kawowy nie.

Zadanie 23.

Cząsteczka dwufunkcyjnego, nasyconego związku organicznego X zawiera cztery atomy węgla. Obie grupy funkcyjne tego związku mogą reagować z sodem, ale tylko jedna z nich reaguje z wodorotlenkiem sodu. W wyniku utleniania związku X za pomocą jonów dichromianowych(VI) w obecności jonów H⁺ otrzymuje się kwas bursztynowy o wzorze HOOC-CH₂-CH₂-COOH.

Na podstawie: M.B. Smith, *March's Advanced Organic Chemistry*, Nowy Jork 2020.

Zadanie 23.1. (0–3)

Wśród izomerów związku X zawierających dwie grupy funkcyjne i prosty łańcuch węglowy istnieją takie dwa, których cząsteczki są chiralne. W cząsteczkach jednego z nich grupy funkcyjne nie są połączone z tym samym atomem węgla.

Uzupełnij tabelę. Napisz wzory półstrukturalne (grupowe) związku X oraz opisanego izomeru związku X. Następnie napisz w formie cząsteczkowej równanie reakcji opisanego izomeru związku X z wodorotlenkiem sodu. Zastosuj wzory półstrukturalne (grupowe) związków organicznych.

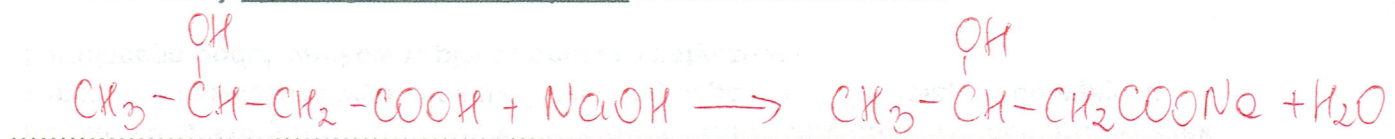
23.1.

0–1–

2–3

Wzór związku X	Wzór opisanego izomeru związku X
$\text{HO}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{COOH}$	$\text{CH}_3-\overset{\text{OH}}{\underset{ }{\text{CH}}}-\text{CH}_2-\text{COOH}$

Równanie reakcji opisanego izomeru związku X z wodorotlenkiem sodu:

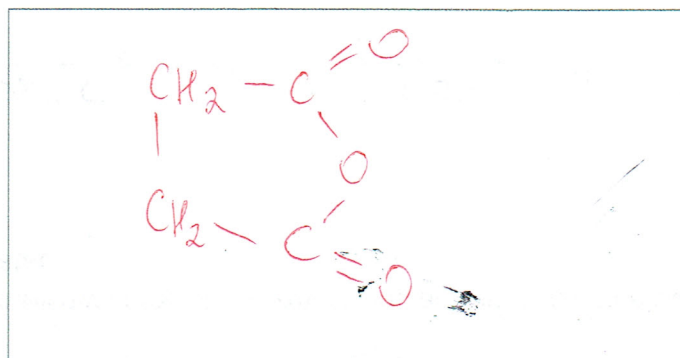
**Zadanie 23.2. (0–1)**

Kwas bursztynowy ogrzewany w wysokiej temperaturze ulega dehydratacji. Podczas tej reakcji jedna cząsteczka kwasu traci jedną cząsteczkę wody, a powstały produkt jest cząsteczką cykliczną.

Napisz wzór półstrukturalny (grupowy) produktu dehydratacji.

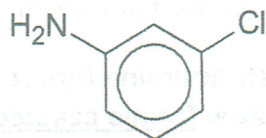
23.2.

0–1

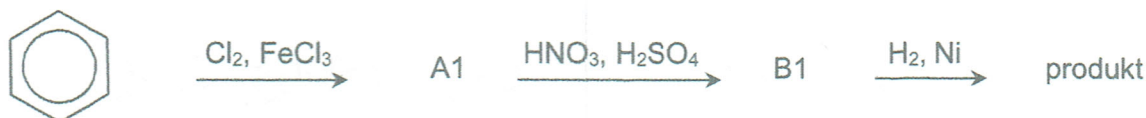


Zadanie 24. (0–1)

Nauczyciel polecił uczniom zaprojektowanie ciągu przemian, które umożliwią przekształcenie benzenu w związek o wzorze:



Uczniowie przedstawili dwa projekty, każdy składający się z trzech etapów, opisanych na poniższych schematach.

Projekt 1.**Projekt 2.**

24.

0–1

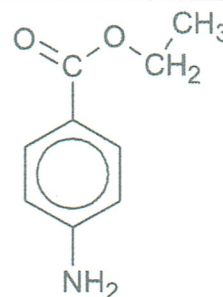
Rozstrzygnij, który projekt należy wybrać do realizacji, aby otrzymać opisany związek z możliwie największą wydajnością. Uzasadnij odpowiedź. Odwołaj się do wpływu kierującego podstawników w pierścieniu aromatycznym.

Rozstrzygnięcie: *Projekt 2*

Uzasadnienie: *Projekt nr 2 wymaga podstawienie grupy NO₂ w pozycję meta, zgodnie ze wpływem kierującym podstawników w pierścieniu aromatycznym*

Zadanie 25.

Benzokaina to ester etylowy kwasu 4-aminobenzoowego (4-aminobenzenokarboksylowego) o wzorze podanym obok. Benzokaina jest ciałem stałym, słabo rozpuszczalnym w wodzie.



Zadanie 25.1. (0–1)

Do probówki z benzokainą dodano kwas solny i zaobserwowano powstanie klarownego roztworu.

Wyjaśnij, dlaczego po dodaniu kwasu solnego zaobserwowano opisane zmiany. Załóż, że w warunkach prowadzenia doświadczenia nie zachodzi hydroliza estru.

25.1.

0–1

Grupa aminowa ze względu na charakter zosodowy reaguje z kwasem solnym tworząc sól, która jest solnym dobrze rozpuszczalne w wodzie.

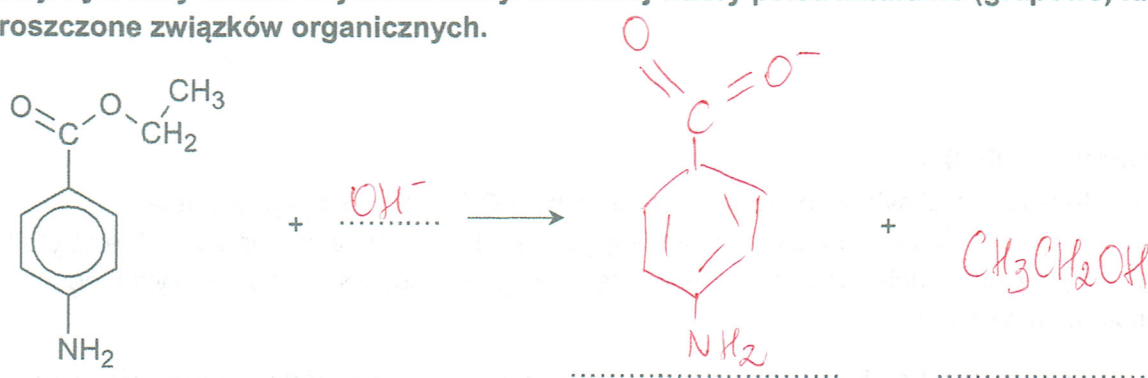
Zadanie 25.2. (0–1)

W odpowiednich warunkach, w środowisku zasadowym, benzokaina ulega reakcji hydrolizy.

Uzupełnij poniższy zapis tak, aby powstało w formie jonowej skróconej równanie reakcji hydrolizy zasadowej benzokainy. Zastosuj wzory półstrukturalne (grupowe) lub uproszczone związków organicznych.

25.2.

0–1

**Zadanie 25.3. (0–1)**

Ze względu na obecność pierścienia aromatycznego w cząsteczce benzokainy może ona ulegać reakcji z bromem.

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

Przemiana prowadzona w obecności FeBr_3 , w której substratami są benzokaina i brom, jest reakcją

A.	addycji	i przebiega według mechanizmu	1.	elektrofilowego.
			2.	nukleofilowego.
B.	substytucji		3.	rodnikowego.

Zadanie 26. (0–1)

Pewien tripeptyd zbudowany z aminokwasów białkowych ma masę molową $249 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, a w jego cząsteczce znajdują się jedna grupa $-\text{SH}$ oraz jedna reszta aminokwasu, którego cząsteczki są achiralne. Wiadomo też, że wolną grupę aminową ma reszta aminokwasu o najmniejszej masie cząsteczkowej, a reszta aminokwasu o największej masie cząsteczkowej ma wolną grupę karboksylową.

26.

0–1

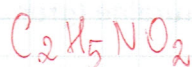
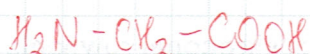
Napisz sekwencję opisanego tripeptydu za pomocą trzyliterowych kodów aminokwasów.

Gly-Ala-Cys

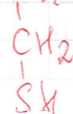
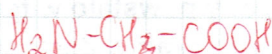
Obliczenia pomocnicze:

$$249 + 36 = 285$$

$$M = 285 - (75 + 120) = 90$$



75 g/mol



120 g/mol

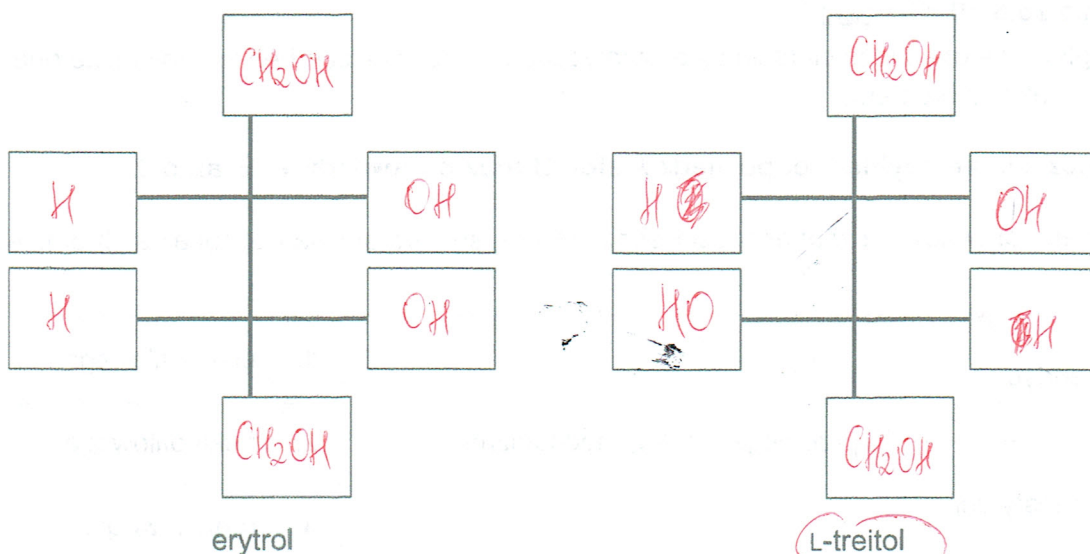
Zadanie 27. (0–2)

Alkohole tetrahydroksylowe o wzorze sumarycznym $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}_4$ występują w postaci diastereoizomerów. Jeden z nich, stosowany jako słodzik, nosi nazwę erytrol (lub erytrytol). Jego cząsteczki są achiralne, natomiast cząsteczki jego diastereoizomeru nazywanego treitolem są chiralne.

27.

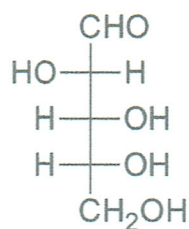
0–1–2

Przedstaw w projekcji Fischera wzór erytrolu i wzór jednego z jego diastereoizomerów – L-treitolu.

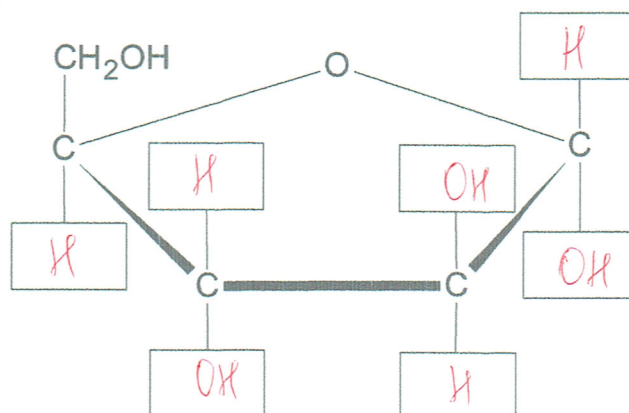


Zadanie 28. (0–1)

Poniżej przedstawiono wzór D-arabinozy w projekcji Fischera.



Na podstawie analizy wzoru D-arabinozy uzupełnij wszystkie pola schematu tak, aby przedstawiał on wzór α -D-arabinofuranozy w projekcji Hawortha (wzór taflowy).



28.

0–1

Zadanie 29. (0–1)

Przeprowadzono doświadczenie, do którego użyto odczynnika Tollensa i roztworu pewnego cukru wybranego spośród podanych poniżej.

glukoza fruktoza maltoza sacharoza

Wynik doświadczenia przedstawiono na zdjęciu.



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

Wynik doświadczenia pokazany na zdjęciu zaobserwowano po dodaniu do odczynnika Tollensa roztworu maltozy.	☒ P	☐ F
Każdy z wymienionych cukrów wykazuje właściwości redukujące.	☐ P	☒ F