CENTRALNA KOMISJA EGZAMINACYJNA

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**

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 30 stron (zadania 1–29). 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.

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			
Pierwiastek Q			

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 probówce.

Rozstrzygnij, w której probówce – 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.

2.
0–1–2

Rozstrzygnięcie: ……

Obserwacje: ……

……

Wniosek: ……

……

Zadanie 3. (0–1)

3.
0–1

Uzupełnij tabelę. Dla cząsteczki Q_2 określ i napisz liczbę:

- **wiązań σ**
- **wiązań π**
- **wolnych par elektronowych.**

Liczba		
wiązań σ	wiązań π	wolnych par elektronowych

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:

Wzór sumaryczny związku X: ……..…..

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.

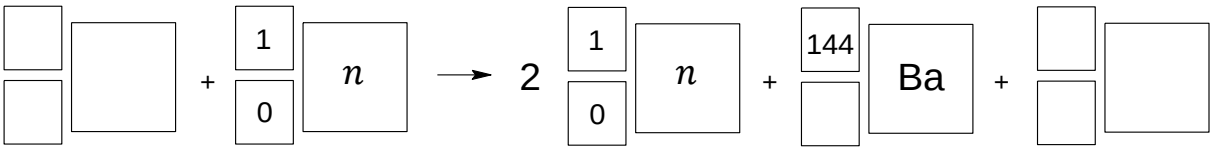
Jądro izotopu plutonu ^{239}Pu po pochłonięciu neutronu rozszczepia się na mniejsze fragmenty, czemu towarzyszy emisja neutronów. Jeden z możliwych przebiegów rozszczepienia tego izotopu przedstawiono na schemacie:

$$^{239}\text{Pu}\left(^{1}_{0}n,\ 2^{1}_{0}n\right)^{144}\text{Ba},\ ^{A}_{Z}\text{X}$$

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 $^{A}_{Z}$X. Uwzględnij wartość stałej Avogadro.

5.
0–1–2



Liczba neutronów w jednym molu izotopu $^{A}_{Z}$X: ……...

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.

6.
0–1

Substancja A: ……

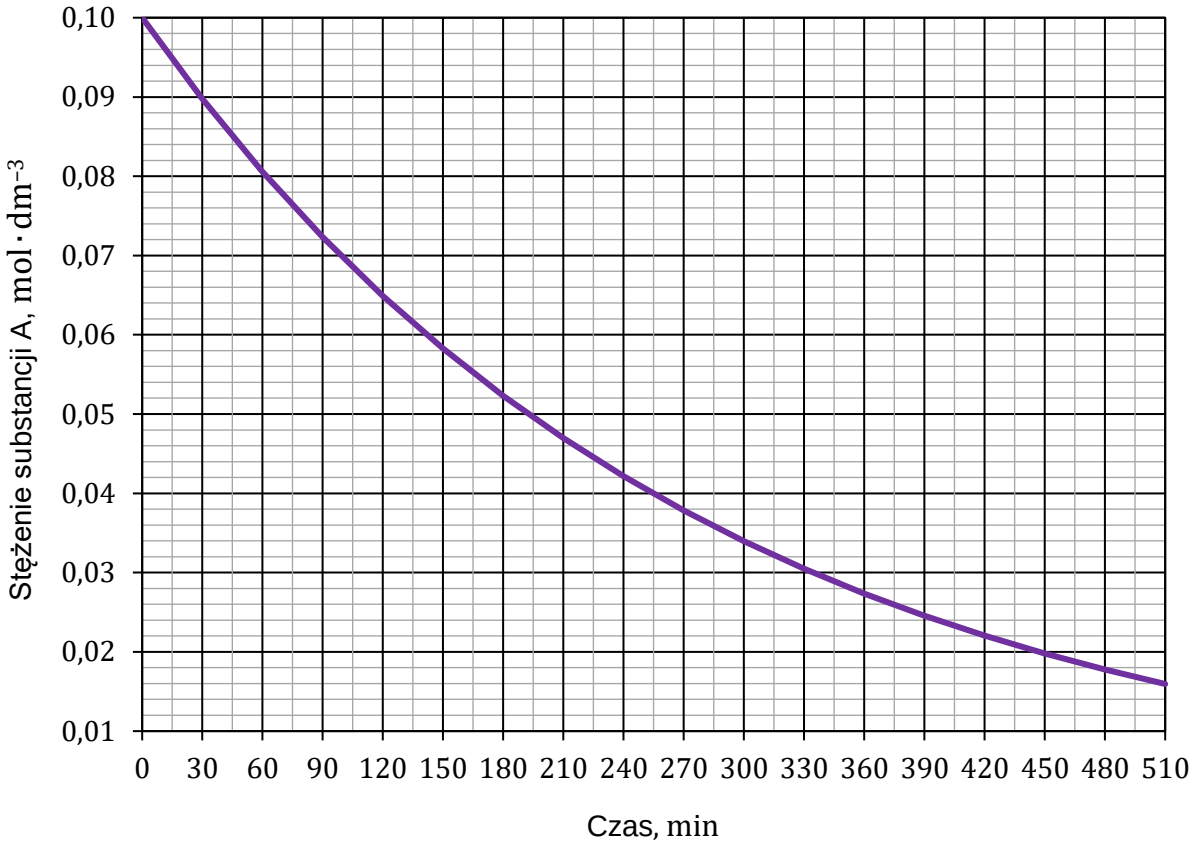
Substancja B: ……

Zadanie 7. (0–1)

Hydroliza substancji A w środowisku kwasowym przebiega zgodnie ze schematem:

$$\mathrm{A} \xrightarrow{\mathrm{H^+ / H_2O}} \mathrm{B + C}$$

Wykonano doświadczenie, podczas którego badano szybkość tej reakcji. Przygotowano wodny roztwór substancji A o stężeniu $0{,}10\ \mathrm{mol \cdot dm^{-3}}$, który zakwaszono kwasem solnym, i utrzymywano temperaturę roztworu równą $25\ ^\circ\mathrm{C}$. 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 <u>łączne</u> stężenie molowe substancji B i substancji C w chwili $t = 255\ \mathrm{min}$ opisanego doświadczenia.

Obliczenia:

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 <u>formie jonowej skróconej</u>, 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:

.....

…… + ….. K_2SO_3 + ….. H_2O ⟶ …….. + ….. K_2SO_4 + ….. KOH

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 $c_{\mathrm{Me}^{n+}}$, to potencjał takiego półogniwa można obliczyć za pomocą równania Nernsta. Dla układu $\mathrm{Me}^{n+}/\ \mathrm{Me}$ w temperaturze $298\ \mathrm{K}$ to równanie ma postać:

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

gdzie E° jest potencjałem standardowym redukcji tego półogniwa.

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

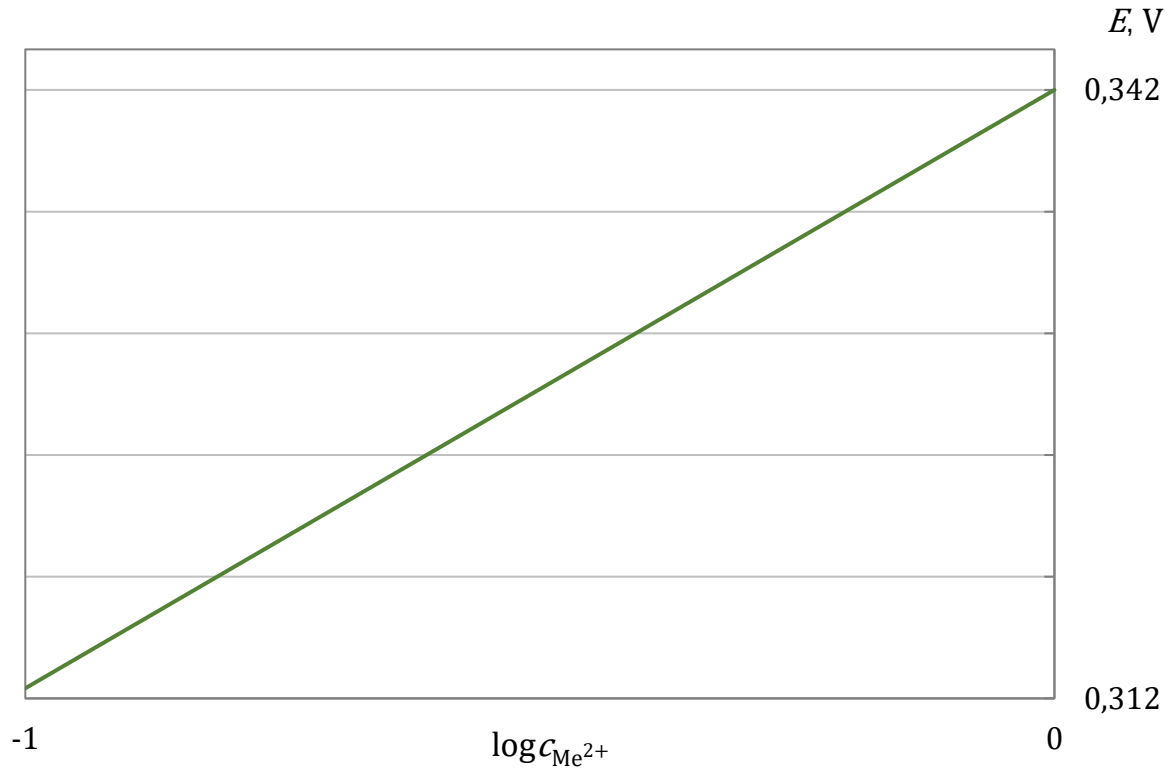
Zadanie 9.1. (0–4)

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

Anodą było półogniwo złożone z blaszki cynkowej, zanurzonej w roztworze chlorku cynku o stężeniu $1{,}0\ \mathrm{mol \cdot dm^{-3}}$, a katodą – 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 $22{,}05\ \mathrm{g}$. Jedną z nich był siarczan(VI) o wzorze $MeSO_4 \cdot 5H_2O$, a drugą – chlorek, którego wzór zapisano jako $MeCl_2 \cdot xH_2O$, 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:

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 $298\ \mathrm{K}$. Stężenie molowe roztworu znajdującego się w zlewce 1. było dziesięciokrotnie mniejsze 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 większa 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 $Fe(NO_3)_3$ $K_2Cr_2O_7$

Sól w roztworze w probówce: $CuSO_4$ $Cr(NO_3)_3$ $AgNO_3$ $(NH_4)_2SO_4$

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 wydziela się uwodniony tlenek żelaza(III):

$$2Fe^{3+} + 6OH^{-} \rightarrow Fe_2O_3 \cdot 3H_2O\downarrow$$

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 $0{,}040\ g$.

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

11.1.
0–1–2

Obliczenia:

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 $0{,}1\ \mathrm{mol \cdot dm^{-3}}$. 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.

12.
0–1–2–3

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.**

Zadanie 13. (0–2)

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

$$CO_3^{2-} + H_2O \rightleftarrows HCO_3^- + OH^-$$

Równowagę tej reakcji opisuje stała dysocjacji zasadowej K_b wyrażona równaniem:

$$K_b = \frac{[HCO_3^-] \cdot [OH^-]}{[CO_3^{2-}]}$$

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 $25\ ^{\circ}\mathrm{C}$ – roztworu K_2CO_3 o stężeniu molowym równym $0,10\ \mathrm{mol \cdot dm^{-3}}$. W obliczeniach pomiń drugi etap dysocjacji zasadowej.

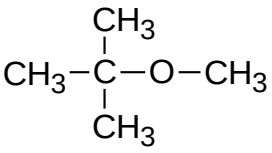
13.
0–1–2

Obliczenia:

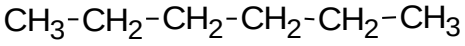
Zadanie 14. (0–1)

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).

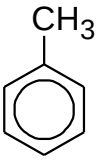
1



2



3



14. 0–1

Uzupełnij tabelę. Wpisz numery, którymi oznaczono opisane związki.

Produkt reformingu	Antydetonator

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)

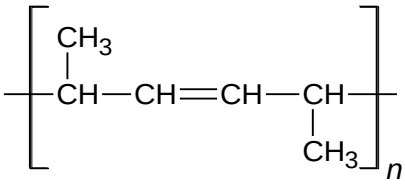
Uzupełnij tabelę. Wpisz wartości indeksu niedoboru wodoru dla dwóch węglowodorów: cykloheksanu i heks-1-enu.

	Cykloheksan	Heks-1-en
Indeks niedoboru wodoru		

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 <u>równanie reakcji węglowodoru A</u> z wodorem oraz <u>wzór węglowodoru B</u>. Zastosuj wzory półstrukturalne (grupowe) lub uproszczone związków organicznych.

15.2.
0–1–2

Równanie reakcji:

……

Wzór węglowodoru B: ……

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-dimetylopropanalu. Opisana reakcja z udziałem tego aldehydu przebiega zgodnie z równaniem:

$$2CH_3–C(CH_3)_2–CHO + KOH \rightarrow CH_3–C(CH_3)_2–CH_2–OH + CH_3–C(CH_3)_2–COOK$$

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)

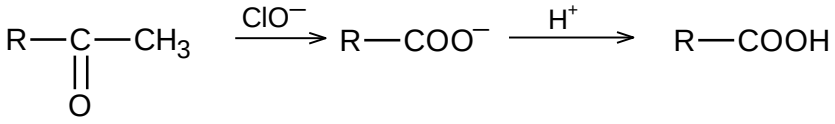
Zmieszano alkoholowe roztwory aldehydu benzoesowego (benzenokarboaldehydu) oraz aldehydu mrówkowego (metanalu) i otrzymano ciekłą mieszaninę, w której alkohol był tylko rozpuszczalnikiem. Następnie dodano wodorotlenek potasu.

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.

$$2R{-}COOK + 2H_2O \rightarrow R{-}R + 2CO_2 + 2KOH + H_2$$

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

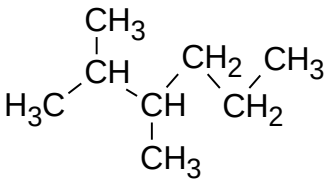
Napisz wzór półstrukturalny (grupowy) kwasu karboksylowego, którego soli użyto do reakcji.

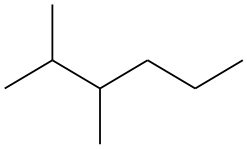
Wzór półstrukturalny (grupowy) kwasu karboksylowego: ……

Zadanie 18.2. (0–1)

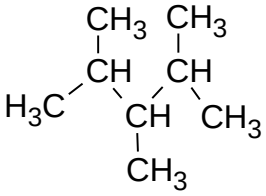
Poniżej przedstawiono wzory półstrukturalne (grupowe) oraz szkieletowe wybranych izomerycznych alkanów o wzorze sumarycznym C_8H_{18}.

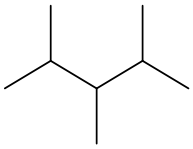
I



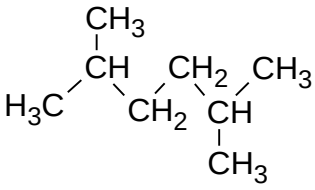


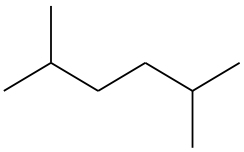
II



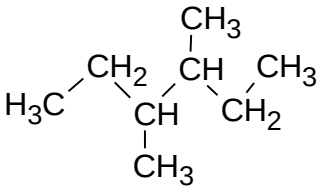


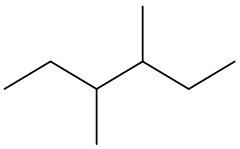
III





IV





Dokończ zdanie. Wybierz właściwą odpowiedź spośród podanych.

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

A. I.

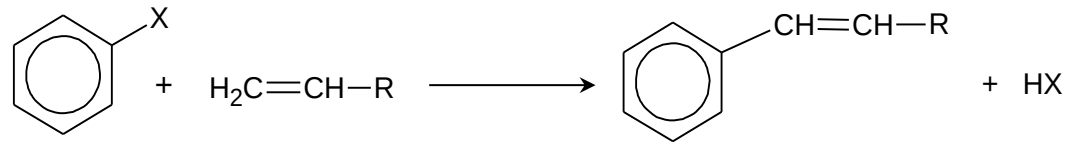
B. II.

C. III.

D. IV.

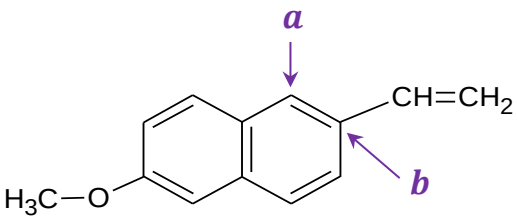
Informacja do zadań 19.–20.

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 arylu), 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.



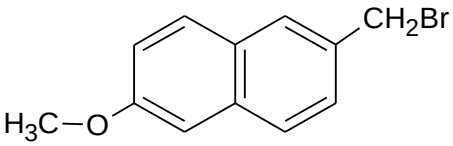
Na podstawie: B. Cornils, W.A. Herrmann, *Applied Homogeneous Catalysis with Organometallic Compounds*, Weinheim 2002.

Zadanie 19.1. (0–1)

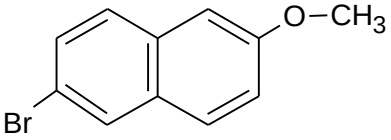
Dokończ zdanie. Wybierz właściwą odpowiedź spośród podanych.

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

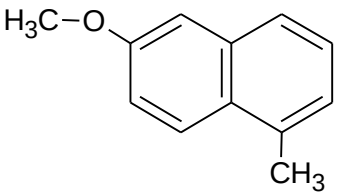
A.



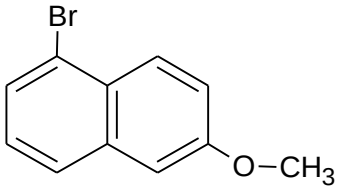
B.



C.



D.



Zadanie 19.2. (0–2)

19.2.
0–1–2

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		
b		

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.

$$C_6H_5Br + C_3H_4O_2 \rightarrow C_9H_8O_2 + HBr$$

bromobenzen — kwas propenowy — kwas cynamonowy

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

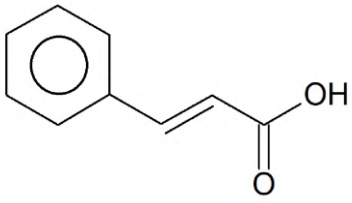
20.
0–1–2–3

Obliczenia:

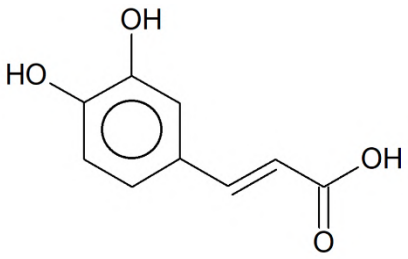
Wydajność przemiany: …….. W nadmiarze użyto: ……

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.

$FeCl_3$ (aq) Br_2 (aq) $KMnO_4$ (aq)

Uzasadnienie: ……..

……

……

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 $HOOC{-}CH_2{-}CH_2{-}COOH$.

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

Równanie reakcji opisanego izomeru związku X z wodorotlenkiem sodu:

……

Zadanie 23.2. (0–1)

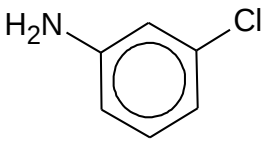
Kwas bursztynowy ogrzewany w wysokiej temperaturze ulega dehydratacji. Podczas tej reakcji jedna cząsteczka kwasu traci jedną cząsteczkę wody, a powstały produkt jest cząsteczką cykliczną.

Napisz wzór półstrukturalny (grupowy) produktu dehydratacji.

23.2.
0–1

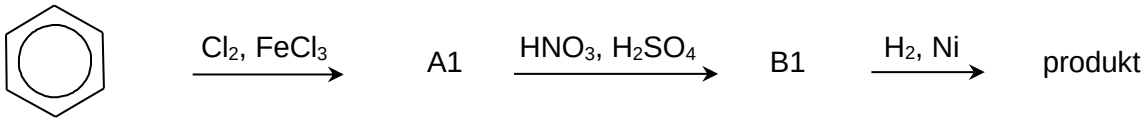
Zadanie 24. (0–1)

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

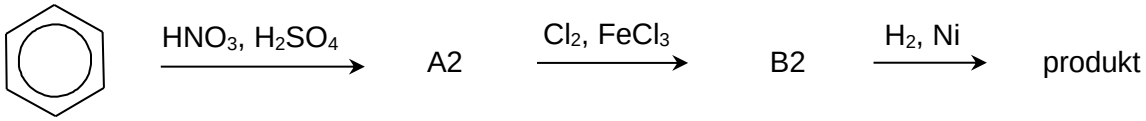


Uczniowie przedstawili dwa projekty, każdy składający się z trzech etapów, opisanych na poniższych schematach.

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: ……

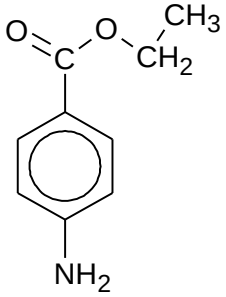
Uzasadnienie: ……..

……...

……

Zadanie 25.

Benzokaina to ester etylowy kwasu 4-aminobenzoesowego (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

……

……

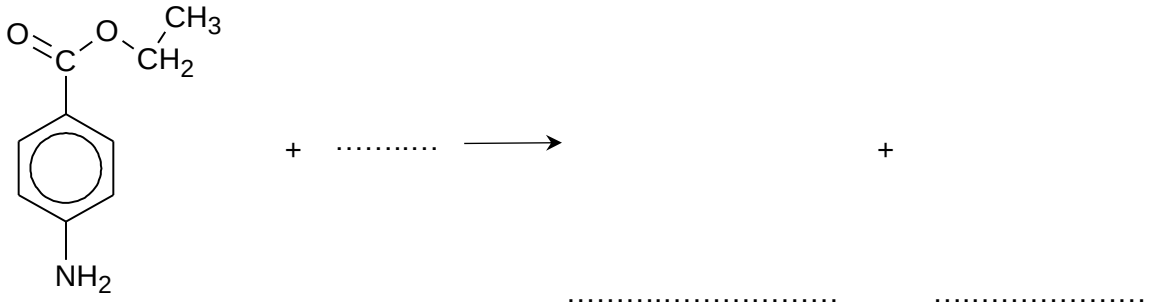
……

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.
B.	substytucji		**2.**	nukleofilowego.
			3.	rodnikowego.

Zadanie 26. (0–1)

Pewien tripeptyd zbudowany z aminokwasów białkowych ma masę molową $249\ \mathrm{g \cdot mol^{-1}}$, a w jego cząsteczce znajdują się jedna grupa –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.

.....

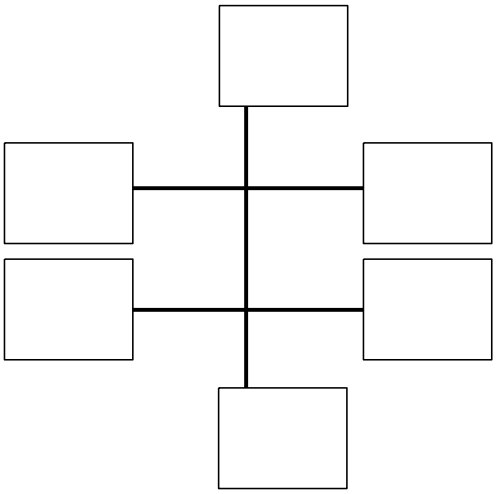
Obliczenia pomocnicze:

Zadanie 27. (0–2)

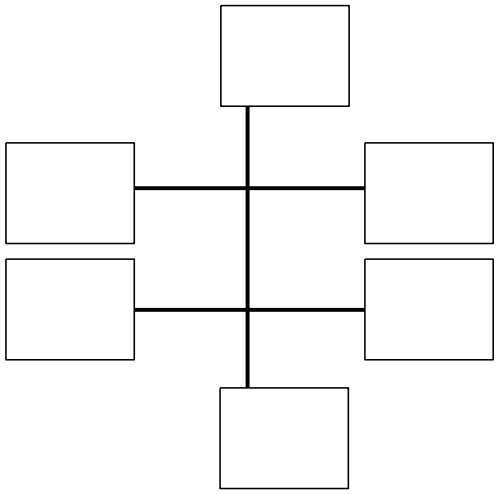
Alkohole tetrahydroksylowe o wzorze sumarycznym $C_4H_{10}O_4$ występują w postaci diastereoizomerów. Jeden z nich, stosowany jako słodzik, nosi nazwę erytrol (lub erytrytol). Jego cząsteczki są achiralne, natomiast cząsteczki jego diastereoizomeru nazywanego treitolem są chiralne.

27. 0–1–2

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



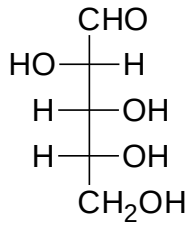
erytrol



L-treitol

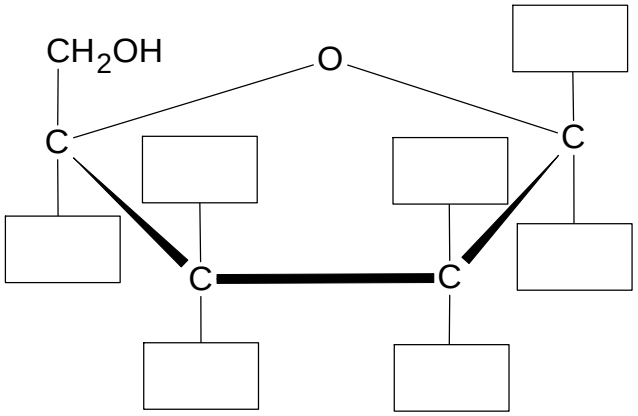
Zadanie 28. (0–1)

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**

BRUDNOPIS (nie podlega ocenie)

CHEMIA

Poziom rozszerzony

Formuła 2023

CHEMIA

Poziom rozszerzony

Formuła 2023

CHEMIA

Poziom rozszerzony

Formuła 2023