

Miejsce na identyfikację szkoły

# ARKUSZ PRÓBNEJ MATURY Z OPERONEM CHEMIA

POZIOM ROZSZERZONY

**Czas pracy: 180 minut**

## Instrukcja dla zdającego

1. Sprawdź, czy arkusz egzaminacyjny zawiera 20 stron (zadania 1.–32.). Ewentualny brak zgłoś przewodniczącemu zespołu nadzorującego egzamin.
2. Rozwiązania zadań i odpowiedzi zapisz w miejscu na to przeznaczonym.
3. W rozwiązaniach zadań rachunkowych przedstaw tok rozumowania prowadzący do ostatecznego wyniku.
4. Pisz czytelnie. Używaj długopisu/pióra tylko z czarnym tuszem/atramentem.
5. Nie używaj korektora, a błędne zapisy wyraźnie przekreśl.
6. Zapisy w brudnopisie nie będą oceniane.
7. Podczas egzaminu możesz korzystać z karty wybranych tablic chemicznych, linijki oraz kalkulatora prostego.

*Życzymy powodzenia!*

Za rozwiązanie  
wszystkich zadań  
można otrzymać  
łącznie **60 punktów**.

Wpisuje zdający przed rozpoczęciem pracy

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

**PESEL ZDAJĄCEGO**

--	--	--

**KOD  
ZDAJĄCEGO**

Arkusz opracowany przez Wydawnictwo Pedagogiczne OPERON.  
Kopiowanie w całości lub we fragmentach bez zgody wydawcy zabronione.

### Zadanie 1. (0–4)

Pierwiastek X to metal twardy, kowalny i ciągliwy. Ma barwę srebrzystobiałą i można go wypolerować na wysoki połysk. W normalnych warunkach atmosferycznych nie ulega korozji, a więc często pokrywa się nim żelazne obiekty oraz stosuje do wyrobu monet (np. amerykańskiej pięciocentówki). Pierwiastek X jest metalem przejściowym znajdującym się w 4 okresie układu okresowego, odpornym na działanie zasad, ale reaguje z większością kwasów z wytworzeniem soli na +II stopniu utlenienia, które w roztworze wodnym przyjmują barwę zieloną.

Źródło: David L. Heiserman, *Księga pierwiastków chemicznych*, Prószyński i S-ka, Warszawa 1997.

**a) Uzupełnij informacje dotyczące pierwiastka X.**

Nazwa pierwiastka X: .....

Symbol pierwiastka X z uwzględnieniem liczby masowej i atomowej: .....

Masa atomu pierwiastka X wyrażona w gramach (do jednego miejsca po przecinku):  
.....

**b) Napisz pełną konfigurację elektronową dla dwudodatniego jonu metalu X.**

.....

**c) Przedstaw za pomocą schematu klatkowego elektrony walencyjne metalu X.**

--

**d) Za pomocą liczb kwantowych opisz elektron (lub elektrony) walencyjny atomu metalu X, który znajduje się na podpowłoce o największej energii.**

--

### Zadanie 2. (0–2)

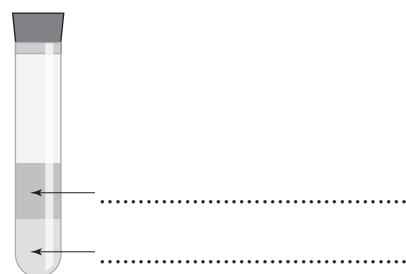
Obok podanych w tabeli cząsteczek dopisz typ hybrydyzacji atomu centralnego, liczbę wolnych par elektronowych w całej cząsteczce, a także liczbę wiązań  $\sigma$  oraz  $\pi$ .

Cząsteczka	Typ hybrydyzacji	Liczba wolnych par elektronowych	Liczba wiązań	
			$\sigma$	$\pi$
$P_4$				
$BF_3$				
CO				
$HClO_2$				

### Zadanie 3. (0–1)

Do probówki zawierającej kilka  $cm^3$  wody destylowanej wprowadzono taką samą objętość chloroformu. Probówką wstrząsnięto, a następnie odczekano kilka minut. Zaobserwowano dwie niemieszające się ze sobą warstwy.

Podpisz warstwy na rysunku nazwami związków, a następnie podkreśl właściwe wyrażenia w poniższym tekście, tak aby powstały zdania prawdziwe.



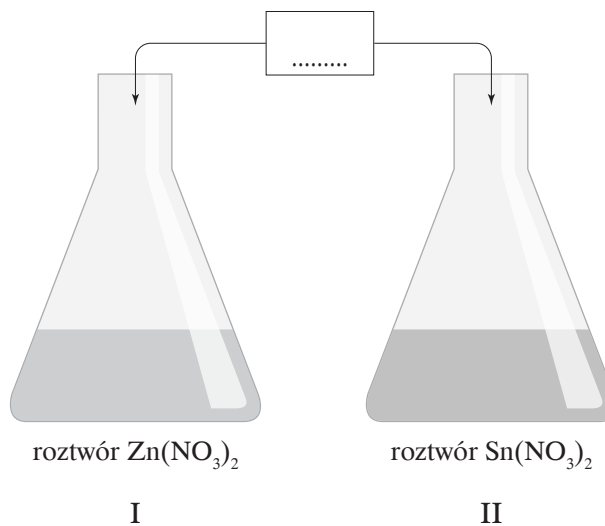
Do probówki z wodą destylowaną dodano takiej samej objętości chloroformu (wzór sumaryczny:  $CHCl_3/CH_3Cl$ ). Chloroform jest rozpuszczalnikiem *polarnym/niepolarnym*, dlatego bardzo dobrze rozpuszcza się w nim *jod/jodek potasu*, barwiąc warstwę na *żółto/fioletowo*.

### Zadanie 4. (0–3)

Uczennica dostała dwie nieoznakowane kolby z roztworami soli  $Zn(NO_3)_2$  oraz  $Sn(NO_3)_2$ . Jej zadanie polegało na rozpoznaniu, w której kolbie znajduje się każda z soli.

a) Uzupełnij schemat doświadczenia numerem właściwego odczynnika chemicznego.

- 1) wodny roztwór soli  $MnSO_4$
- 2) wodny roztwór soli  $Na_2SO_4$
- 3) papierek uniwersalny
- 4) wodny roztwór zasady potasowej
- 5) płytka niklowa



b) Jakie obserwacje zanotowała uczennica w trakcie doświadczenia?

.....  
.....

c) Zapisz równanie (lub równania) reakcji w postaci jonowej skróconej, która zaszła podczas wykonywanego doświadczenia.

.....  
.....

### Zadanie 5. (0–2)

Bezwodny kwas azotowy(V) ulega autodysocjacji.

a) Zapisz równanie reakcji autodysocjacji kwasu azotowego(V).

.....

b) W podanym równaniu reakcji autodysocjacji wskaż sprzężone pary według teorii Brönsteda–Lowry’ego. Wpisz je w odpowiedniej kolejności w tabeli.

	Sprężona para	
$\text{kwas}_1 - \text{zasada}_1$		
$\text{kwas}_2 - \text{zasada}_2$		

### Zadanie 6. (0–2)

Zmieszano ze sobą dwa wodne roztwory NaOH oraz NaCl o jednakowej objętości.

Oblicz pH roztworu, wiedząc, że zlogarytmowane wartości stężeń jonów chlorkowych i sodu dla tej mieszaniny wynoszą odpowiednio  $p\text{Cl} = 1,097$ ,  $p\text{Na} = 0,886$ . Wynik podaj z dokładnością do trzech cyfr znaczących.

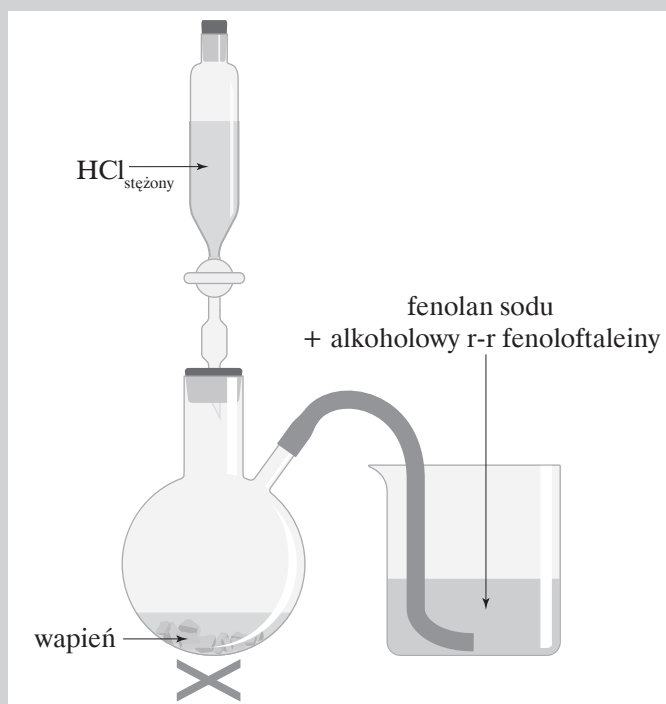
$$p\text{Cl} = -\log[\text{Cl}^-] \quad \text{oraz} \quad p\text{Na} = -\log[\text{Na}^+]$$

Obliczenia:

Odpowiedź:

**Informacja do zadań 7.–10.**

W pracowni chemicznej przeprowadzono doświadczenie chemiczne przedstawione schematycznie na rysunku. Do 20 g zanieczyszczonego w 8% wapienia dodawano porcjami stężony roztwór kwasu chlorowodorowego. Kwas dodano w nadmiarze. Następnie wydobywający się gaz odprowadzono rurką do zlewki z wodnym roztworem fenolanu sodu z dodatkiem alkoholowego roztworu fenoloftaleiny. Roztwór w zlewce miał objętość 134 cm<sup>3</sup>. Wiemy, że reakcja w zlewce zaszła w stosunku stechiometrycznym. W trakcie doświadczenia panowały warunki normalne.



**Zadanie 7. (0–1)**

Podaj, jakie barwy mieszaniny reakcyjnej w zlewce zaobserwowano w czasie tego doświadczenia przed reakcją chemiczną i po niej. Czy reakcji towarzyszyły inne, charakterystyczne objawy? Jeśli tak, to napisz, co można było zaobserwować.

Barwa mieszaniny reakcyjnej w zlewce		Dodatkowe obserwacje
przed zejściem reakcji	po zejściu reakcji	

### Zadanie 8. (0–2)

Napisz w postaci jonowej skróconej równanie reakcji chemicznej odpowiedzialnej za barwę roztworu przed doświadczeniem i po nim. W zapisie równań reakcji uwzględnij wzory półstrukturalne związków organicznych.

Równanie reakcji chemicznej przed doświadczeniem:

.....

.....

Równanie reakcji chemicznej po przeprowadzonym doświadczeniu:

.....

### Zadanie 9. (0–1)

Napisz wniosek, jaki można sformułować na podstawie zaprezentowanego doświadczenia chemicznego.

.....

.....

### Zadanie 10. (0–2)

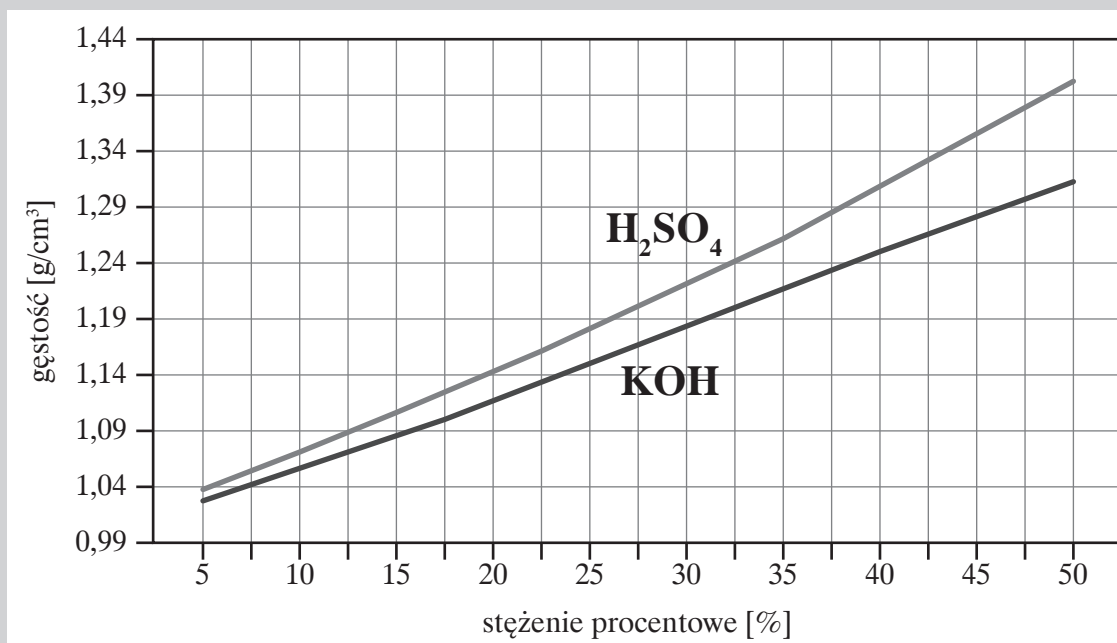
Na podstawie informacji do zadania oblicz stężenie procentowe roztworu fenolanu sodu. Gęstość roztworu jest równa gęstości wody w temperaturze 4°C i pod ciśnieniem 1 atm. Wynik podaj z dokładnością do trzech cyfr znaczących.

Obliczenia:

Odpowiedź:

**Informacja do zadań 11.–12.**

Na wykresie przedstawiono zależność zmian gęstości roztworów kwasu siarkowego(VI) oraz zasady potasowej od ich stężenia procentowego w stałej, jednakowej temperaturze.



**Zadanie 11. (0–2)**

Przygotowano dwa roztwory: kwasu siarkowego(VI) oraz zasady potasowej. Wiadomo, że:

- obydwie zlewki z roztworami ważyły tyle samo;
- do pierwszej zlewki wleto  $13\text{ cm}^3$  40-procentowego roztworu kwasu siarkowego(VI);
- do drugiej zlewki wleto  $15\text{ cm}^3$  zasady potasowej;
- obie zawartości zlewek połączono poprzez zlanie do czystej zlewki.

**Oblicz stężenie procentowe zasady potasowej dodanej do roztworu kwasu siarkowego(VI) oraz liczbę jednostek formalnych soli, jakie powstały w reakcji chemicznej. Wynik stężenia procentowego podaj do trzech cyfr znaczących.**

Obliczenia:

Obliczenia:

Odpowiedź:

### Zadanie 12. (0–1)

Podaj, na jaki kolor zabarwi się uniwersalny papierek wskaźnikowy po zanurzeniu w powstałym roztworze.

.....

### Zadanie 13. (0–1)

Dane są wartości promieni atomowych i jonowych.

Promień	
atomowy	jonowy
atom potasu: 227 pm	kation potasu: 138 pm
atom bromu: 114 pm	anion bromu: 196 pm

a) Podkreśl właściwe wyrażenia, tak aby zdania były prawdziwe.

I energia jonizacji dla atomu potasu jest *większa/mniejsza* od I energii jonizacji dla atomu bromu. Promień jonowy  $\text{Br}^-$  jest *większy/mniejszy* od promienia atomowego Br, ponieważ podczas tworzenia anionów ładunek jądra *zmienia się/jest taki sam*, ale więcej elektronów na powłokach powoduje *mniejsze/większe* przyciąganie i *wzrost/zmniejszenie* promienia.

b) Uporządkuj atom arsenu i jego jony  $\text{As}^{3-}$ ,  $\text{As}^{3+}$ ,  $\text{As}^{5+}$  w kolejności rosnącej wartości promienia atomowego/jonowego. Uzasadnij krótko swoją odpowiedź.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

#### Zadanie 14. (0–1)

Tlen w połączeniach z sodem może występować na różnych stopniach utlenienia.

**Porównaj budowę tlenku sodu oraz nadtlenu sodu oraz uzupełnij tabelę.**

Wzór sumaryczny związku	$\text{Na}_2\text{O}$	$\text{Na}_2\text{O}_2$
Stopień utlenienia tlenu		
Liczba jonów		
Wzór elektronowy kropkowy związku		

#### Informacja do zadań 15.–17.

Uczeń wykonał doświadczenie chemiczne z użyciem związków manganu. W zeszycie laboratoryjnym zapisał notatkę: po dodaniu niewielkiej ilości stężonego kwasu siarkowego(VI) do zielonego, klarownego roztworu soli obserwuję strącenie się ciemnego osadu oraz zmianę zabarwienia roztworu.

### Zadanie 15. (0–2)

Uzupełnij tabelę z obserwacjami, jakie poczynił uczeń. Podaj kolory roztworów (zielony, fioletowy, białoróżowy) i osadu (ciemnozielony, brunatny). Do każdej obserwacji dopisz nazwę systematyczną związku chemicznego odpowiedzialnego za daną barwę.

	Obserwacje			
	przed doświadczeniem		po przeprowadzonym doświadczeniu	
	kolor	nazwa związku chemicznego	kolor	nazwa związku chemicznego
roztwór				
osad				

### Zadanie 16. (0–2)

Wykorzystując metodę bilansu elektronowo-jonowego, dobierz współczynniki w opisanej w doświadczeniu reakcji chemicznej. Zapisz równanie reakcji redukcji i równanie reakcji utlenienia z uwzględnieniem oddanych lub pobranych elektronów (tzw. zapis jonowo-elektronowy) oraz sumaryczne równanie reakcji w formie jonowej skróconej.

Równanie reakcji utlenienia:

.....

Równanie reakcji redukcji:

.....

Sumaryczne równanie reakcji w formie jonowej skróconej:

.....

### Zadanie 17. (0–1)

Ustal, który z reagentów w podanej reakcji pełnił funkcję utleniacza, a który – reduktora. Podaj wzory jonów pełniących dane funkcje.

Utleniacz: .....

Reduktor: .....

#### Informacja do zadań 18.–20.

Iloczyn rozpuszczalności  $K_{s0}$  opisuje stan równowagi dynamicznej, który ustala się między osadem a nasyconym roztworem trudno rozpuszczalnej soli nad osadem. Stężenie nasyconego roztworu soli nad osadem nazywamy rozpuszczalnością  $S_0$ .

### Zadanie 18. (0–2)

a) Zapisz wyrażenie opisujące stan równowagi w roztworze dla trudno rozpuszczalnej soli typu  $AB$  uwzględniające stężenia obu jonów.

$$K_{s0} = \dots\dots\dots$$

b) Zapisz wyrażenie opisujące stan równowagi w roztworze wodnym dla trudno rozpuszczalnej soli typu  $AB_2$ , uwzględniając rozpuszczalność  $S_0$  jej jonów.

$$K_{s0} = \dots\dots\dots$$

### Zadanie 19. (0–2)

Oblicz, przy jakim pH zacznie strącać się osad wodorotlenku metalu  $Me$ , jeśli metal jest dwuwartościowy, a jego iloczyn rozpuszczalności ma wartość  $4 \cdot 10^{-12}$ . Wynik podaj z dokładnością do jednego miejsca po przecinku.

Obliczenia:

Odpowiedź:

### Zadanie 20. (0–1)

a) W jaki sposób zmieni się iloczyn stężeń jonów w roztworze nasyconym trudno rozpuszczalnej soli w stosunku do iloczynu rozpuszczalności po dodaniu porcji rozpuszczalnej soli metalu, mającej wspólne jony z jonami elektrolitu w roztworze? Wstaw znak nierówności lub równości.

$$K_{s0} = \dots\dots\dots \text{ iloczyn stężeń}$$

b) Określ, jaki wpływ na osad ma dodanie porcji opisanego związku. Zachodzi rozpuszczenie osadu czy strącenie dodatkowej ilości osadu?

.....

c) Napisz, jak nazywa się opisane zjawisko.

.....

### Zadanie 21. (0–1)

Uszereguj podane związki chemiczne zgodnie z rosnącą wartością pH ich roztworów wodnych. Każdy roztwór ma stężenie równe  $0,1 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ . Posłuż się wzorami sumarycznymi oraz półstrukturalnymi (dla związków organicznych).

metyloamina, amoniak, amid kwasu octowego, kwas metanowy, trimetyloamina, chlorek potasu

.....

### Zadanie 22. (0–3)

Zmieszano ze sobą wodny roztwór kwasu metanowego  $K$  i bezwodny alkohol  $A$ . Po dodaniu niewielkiej ilości stężonego kwasu siarkowego(VI) zainicjowano reakcję chemiczną, w której powstał ester  $E$  oraz woda  $W$ . Reakcja była prowadzona w stałej temperaturze  $T$ .



Liczba moli w stanie równowagi dla każdego z reagentów jest następująca:  $n_K = 1,8$  mol,  $n_A = 1,25$  mol,  $n_E = 2,2$  mol,  $n_W = 9,2$  mol.

a) Naskicuj typowy wykres obrazujący zmiany liczby moli w czasie reakcji estryfikacji dla każdego z reagentów w podanej reakcji. Uwzględnij początkową i końcową liczbę moli biorących udział w reakcji oraz powstających w niej. Podpisz krzywe na wykresie.



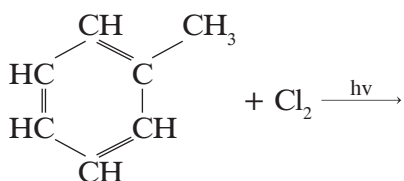
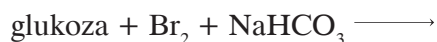
b) Oblicz stężenie molowe kwasu metanowego użytego do reakcji estryfikacji. Gęstość kwasu użytego do reakcji wynosi  $1,22 \text{ g/cm}^3$ . Wyniki podaj w zaokrągleniu do wartości dziesiętnych.

Obliczenia:

Odpowiedź:

### Zadanie 23. (0–1)

Zapisz równania reakcji organicznych. Pamiętaj o uwzględnieniu odpowiednich warunków reakcji oraz katalizatorów. Wszystkie wzory związków organicznych zapisz za pomocą wzorów półstrukturalnych.



### Zadanie 24. (0–1)

Niektóre związki organiczne w odpowiednich warunkach ulegają hydrolizie zasadowej bądź kwasowej.

**Zapisz równania reakcji hydrolizy dla poniższych związków. W zapisie przemian chemicznych uwzględnij wzory półstrukturalne.**

a) hydroliza kwasowa *N*-metyloacetamidu

b) hydroliza zasadowa octanu etylu

c) hydroliza zasadowa diamidu kwasu węglowego

**Informacja do zadań 25.–26.**

W trzech probówkach umieszczono trzy związki o tym samym wzorze sumarycznym  $C_5H_{12}O_2$ . Związek A jest alkoholem polihydroksylowym o prostym łańcuchu, dającym szafirowe zabarwienie w reakcji ze świeżo strąconym roztworem  $Cu(OH)_2$ . Atomy węgla, do których są przyłączone grupy hydroksylowe, znajdują się na 0 stopniu utlenienia.

Związek B jest także alkoholem polihydroksylowym, dającym szafirowe zabarwienie w reakcji ze świeżo strąconym roztworem  $Cu(OH)_2$ . W cząsteczce występuje jeden atom węgla III rzędu oraz jeden atom węgla II rzędu. Jedna z grup hydroksylowych jest przyłączona do atomu węgla na -I stopniu utlenienia.

Związek C jest izomerem funkcyjnym butanianu metylu.

**Zadanie 25. (0–2)**

**Zapisz wzory półstrukturalne opisanych związków oraz ich nazwy systematyczne.**

Związek	Wzór półstrukturalny	Nazwa systematyczna
A		
B		
C		

### Zadanie 26. (0–3)

Związki A i B reagują z CuO w podwyższonej temperaturze, co powoduje ich utlenienie i powstanie odpowiednich związków.

a) Zapisz obserwacje towarzyszące przeprowadzonemu doświadczeniu.

.....

b) Zapisz za pomocą wzorów półstrukturalnych równania reakcji, o których mowa w treści zadania.

Równanie reakcji, jakiej ulega związek A:

Równanie reakcji, jakiej ulega związek B:

### Zadanie 27. (0–2)

Wzory cukrów można przedstawić za pomocą różnych konwencji, a do najbardziej znanych należą wzory Fischera i Hawortha.

Narysuj w projekcji Fischera i Hawortha wzór  $\beta$ -D-fruktozy i policz, ile asymetrycznych atomów węgla występuje w obu formach.

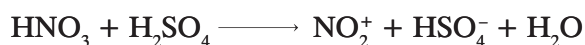
Wzór Fischera	Wzór Hawortha
<div></div>	<div></div>
Liczba asymetrycznych atomów węgla	
<div></div>	<div></div>

### Zadanie 28. (0–2)

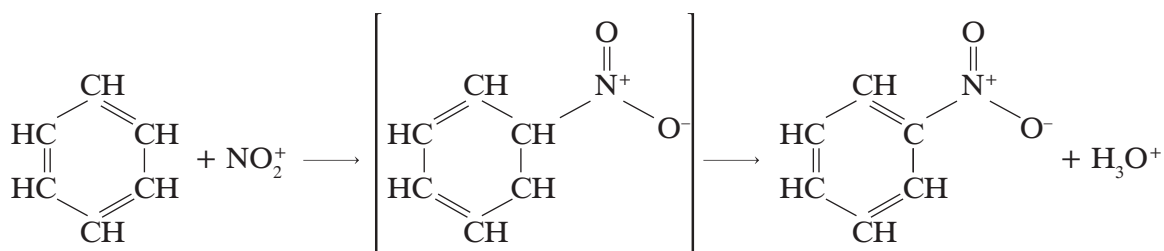
Do reakcji substytucji elektrofilowej w pierścieniu aromatycznym należą takie reakcje, jak: nitrowanie, sulfonowanie, halogenowanie, alkiłowanie. Wszystkie wymienione reakcje zachodzą w analogiczny sposób.

Mechanizm reakcji nitrowania:

W mieszaninie nitrującej powstaje jon nitroniowy,  $\text{NO}_2^+$ , który pełni funkcję elektrofila:



Jon nitroniowy łatwo znajduje elektrony z chmury elektronowej w pierścieniu aromatycznym i tworzy pośredni związek – karbokation, z którego jest eliminowany proton, przez co powstaje nitrobenzen:

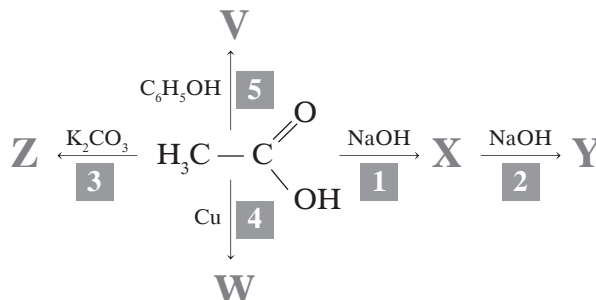


Zaproponuj mechanizm reakcji bromowania benzenu w obecności katalizatora (bromku żelaza(III)) oraz zaznacz cząstkę, która pełni funkcję elektrofila w równaniu reakcji.

Proponowany mechanizm reakcji:

### Zadanie 29. (0–3)

Na schemacie przedstawiono reakcje chemiczne, którym ulega kwas octowy.



a) Wpisz nazwy systematyczne związków chemicznych oznaczonych jako V, W, X, Y, Z, które powstają jako główne produkty w reakcjach chemicznych.

Produkt	V	W	X	Y	Z
Nazwa					

b) Podaj, jakie warunki były niezbędne (w tym katalizatory), aby reakcje mogły zajść.

Nr równania reakcji	1	2	5
Warunki reakcji (w tym katalizatory)			

c) Zapisz równania reakcji chemicznych w postaci jonowej skróconej dla przemian 3 oraz 4. Uwzględnij wszystkie warunki reakcji i użyte katalizatory. Jeśli reakcja nie zachodzi, uzasadnij, dlaczego tak się dzieje.

Równanie reakcji 3:

.....

Równanie reakcji 4:

.....

### Zadanie 30. (0–3)

Tripeptyd GHK (Gly-His-Lys) jest aktywnym biologicznie peptydem, który w połączeniu z atomem miedzi tworzy trwały kompleks o właściwościach m.in. regeneracyjnych, stymulujących produkcję kolagenu w skórze oraz wzmacniającą mieszki włosowe. Często spotykany w kremach do twarzy pod nazwą Tripeptide-1.

Źródło: L. Pickart, *The human tri-peptide GHK and tissue remodeling*, „Journal of Biomaterials Science. Polymer Edition”, 2008.

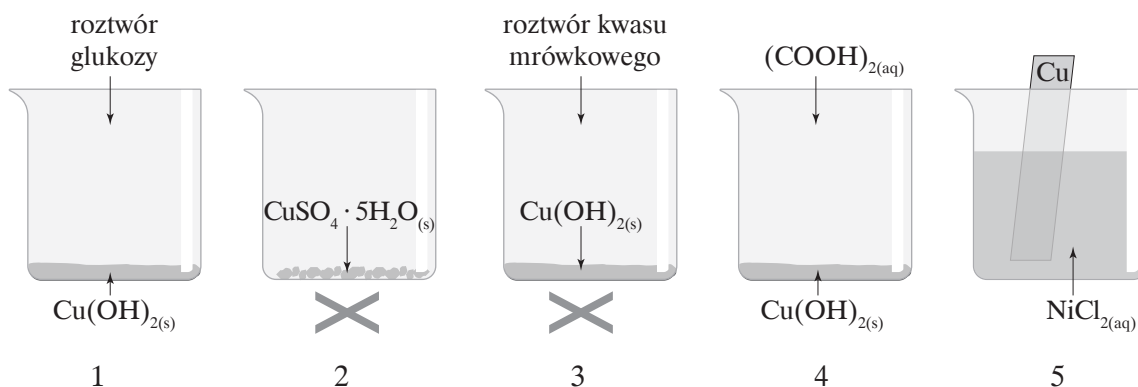
a) Narysuj wzór półstrukturalny tripeptydu, uwzględniając jego budowę (peptyd rozpoczyna się grupą aminową, to tzw. N-koniec, a kończy grupą amidową, to tzw. C-koniec).

b) Podaj nazwę systematyczną tripeptydu.

c) Narysuj wzór C-terminalnego aminokwasu w roztworze o  $\text{pH} = 2$ .

### Zadanie 31. (0–1)

Przeprowadzono szereg doświadczeń chemicznych zaprezentowanych poniżej. Obserwacje umieszczono w tabeli.

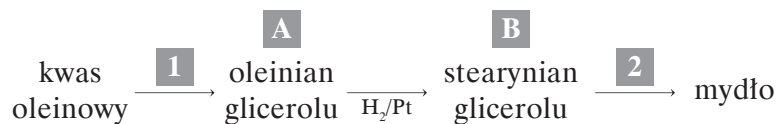


Przyporządkuj numery zlewek do podanych niżej obserwacji.

Obserwacje	Nr zlewki
Osad roztwarza się.	
Powstaje roztwór o szafirowym zabarwieniu.	
Powstają białe kryształy.	
Powstaje ceglastoczerwony osad.	
Roztwór odbarwia się.	
Powstaje roztwór o zielonym zabarwieniu.	

### Zadanie 32. (0–3)

Poniżej przedstawiono schemat reakcji otrzymywania pewnego związku organicznego.  
Wykonaj polecenia, posługując się wzorami półstrukturalnymi związków organicznych.



a) Zapisz wzór półstrukturalny izomeru geometrycznego kwasu oleinowego o niższej energii (bardziej preferowany).

b) Zapisz równania reakcji chemicznych 1 i 2 w formie cząsteczkowej. Uwzględnij warunki reakcji (w tym katalizatory).

Równanie reakcji 1:

Równanie reakcji 2:

c) Podkreśl odczynnik, który można wykorzystać do odróżnienia tłuszczu A od B. Zapisz odpowiednie równanie reakcji chemicznej.

*świeżo strącony wodorotlenek miedzi (II), kwas solny, woda bromowa, roztwór fenoloftaleiny*

Równanie reakcji:

**BRUDNOPIS (*nie podlega ocenie*)**

