



<i>Rodzaj dokumentu:</i>	Sprawozdanie za rok 2026
<i>Egzamin:</i>	Egzamin maturalny
<i>Przedmiot:</i>	Chemia
<i>Poziom:</i>	Poziom rozszerzony
<i>Termin egzaminu:</i>	13 maja 2026 r.
<i>Data publikacji dokumentu:</i>	25 września 2026 r.

Sprawozdanie zostało opracowane przez Centralną Komisję Egzaminacyjną we współpracy z okręgowymi komisjami egzaminacyjnymi.

Centralna Komisja Egzaminacyjna

ul. Józefa Lewartowskiego 6, 00-190 Warszawa

tel. 22 536 65 00

www.cke.gov.pl sekretariat@cke.gov.pl

Okręgowa Komisja Egzaminacyjna w Warszawie (województwo mazowieckie)

ul. Józefa Bema 87, 01-233 Warszawa

tel. 22 457 03 35

www.oke.waw.pl info@oke.waw.pl

Serwis Komisji Egzaminacyjnych: egzaminy.gov.pl



**Serwis
Komisji
Egzaminacyjnych**



Spis treści

Opis arkusza maturalnego	4
Dane dotyczące populacji zdających	5
Przebieg egzaminu	6
Podstawowe dane statystyczne	7
Komentarz	20
Wnioski i rekomendacje	52

Opis arkusza egzaminu maturalnego

W roku szkolnym 2025/2026 egzamin maturalny z chemii został przeprowadzony na podstawie wymagań podstawy programowej określonych w rozporządzeniu Ministra Edukacji z dnia 28 czerwca 2024 r.^[1]

Arkusz egzaminacyjny z chemii zawierał 29 zadań otwartych i zamkniętych, spośród których osiem zadań składało się z dwóch części, a jedno – z trzech części. Łącznie w arkuszu znalazło się 39 poleceń różnego typu. Spośród tych poleceń czternaście sprawdzało wiadomości oraz umiejętności w dwóch obszarach wymagań: rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów (11 poleceń, za rozwiązanie których można było otrzymać łącznie 14 punktów), opanowanie czynności praktycznych (3 polecenia, za rozwiązanie których można było otrzymać łącznie 5 punktów). W arkuszu egzaminacyjnym znalazły się także zadania, które jednocześnie sprawdzały wiadomości i umiejętności w dwóch obszarach wymagań ogólnych: pozyskiwanie, przetwarzanie i tworzenie informacji oraz rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów (22 polecenia, za rozwiązanie których można było otrzymać łącznie 36 punktów), a także rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów oraz opanowanie czynności praktycznych (2 polecenia, za rozwiązanie których można było otrzymać 3 punkty). Jedno polecenie w arkuszu sprawdzało umiejętności we wszystkich trzech obszarach, a za jego rozwiązanie można było otrzymać 2 punkty.

Podczas rozwiązywania zadań zdający mogli korzystać z *Wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych na egzamin maturalny z biologii, chemii i fizyki, z linijki oraz z kalkulatora naukowego*. Za rozwiązanie wszystkich zadań zdający mógł otrzymać 60 punktów.

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

Dane dotyczące populacji zdających

TABELA 1. ZDAJĄCY ROZWIĄZUJĄCY ZADANIA W ARKUSZU STANDARDOWYM*

Liczba zdających (Formuła 2023)		5 437
Zdający rozwiązujący zadania w arkuszu standardowym	z liceów ogólnokształcących	5 166
	z techników	271
	z branżowych szkół II stopnia	0
	ze szkół na wsi	125
	ze szkół w miastach do 20 tys. mieszkańców	679
	ze szkół w miastach od 20 tys. do 100 tys. mieszkańców	1 171
	ze szkół w miastach powyżej 100 tys. mieszkańców	3 462
	ze szkół publicznych	4 745
	ze szkół niepublicznych	692
	kobiety	4 075
	mężczyźni	1 362
	bez dysleksji rozwojowej	5 345
	z dysleksją rozwojową	92

* Dane w tabeli dotyczą tegorocznych absolwentów.

Z egzaminu zwolniono 12 osób – laureatów i finalistów Olimpiady Chemicznej.

TABELA 2. ZDAJĄCY ROZWIĄZUJĄCY ZADANIA W ARKUSZACH DOSTOSOWANYCH

Zdający rozwiązujący zadania w arkuszach dostosowanych	z autyzmem, w tym z zespołem Aspergera	202
	słabowidzący	11
	niewidomi	0
	słabosłyszący	13
	niesłyszący	2
	z niepełnosprawnością ruchową spowodowaną mózgowym porażeniem dziecięcym	0
	z zaburzeniem widzenia barw	4
	Ogółem	232

Przebieg egzaminu

TABELA 3. INFORMACJE DOTYCZĄCE PRZEBIEGU EGZAMINU

Termin egzaminu			13 maja 2026
Czas trwania egzaminu dla arkusza standardowego			180 minut
Liczba szkół			450
Liczba zespołów egzaminatorów			6
Liczba egzaminatorów-weryfikatorów			6
Liczba egzaminatorów			120
Liczba obserwatorów ¹ (§ 8 ust. 1)			2
Liczba unieważnień ⁴	w przypadku:		
	art. 44zzv pkt 1	stwierdzenia niesamodzielnego rozwiązywania zadań przez zdającego	0
	art. 44zzv pkt 2	wniesienia lub korzystania przez zdającego w sali egzaminacyjnej z urządzenia telekomunikacyjnego	2
	art. 44zzv pkt 3	zakłócenia przez zdającego prawidłowego przebiegu egzaminu	0
	art. 44zzw ust. 1	stwierdzenia podczas sprawdzania pracy niesamodzielnego rozwiązywania zadań przez zdającego	0
	art. 44zzy ust. 7	stwierdzenie naruszenia przepisów dotyczących przeprowadzenia egzaminu maturalnego	2
	art. 44zzy ust. 10	niemożność ustalenia wyniku (np. zaginięcie karty odpowiedzi)	0
Liczba wglądów ³ (art. 44zzz)			2 170

¹ Rozporządzenie Ministra Edukacji i Nauki z dnia 1 sierpnia 2022 r. w sprawie egzaminu maturalnego (D.U. z 2024 r. poz. 302, z późn. zm.).

³ Ustawa z dnia 7 września 1991 r. o systemie oświaty (Dz.U. z 2025 r. poz. 881, z późn. zm.).

Podstawowe dane statystyczne

Wyniki zdających

WYKRES 1. ROZKŁAD WYNIKÓW ZDAJĄCYCH

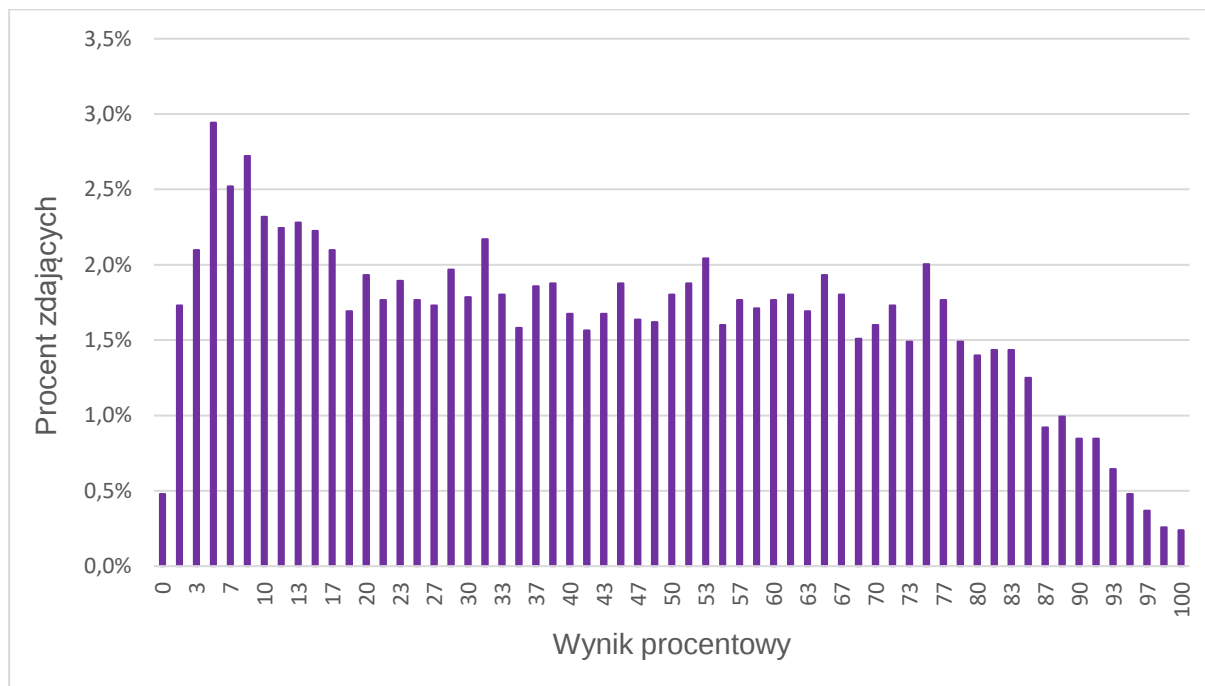


TABELA 4. WYNIKI ZDAJĄCYCH – PARAMETRY STATYSTYCZNE*

Zdający	Liczba zdających	Minimum (%)	Maksimum (%)	Mediana (%)	Modalna (%)	Średnia (%)	Odchylenie standardowe (%)
ogółem	5 437	0	100	42	5	43	27
w tym:							
z liceów ogólnokształcących	5 166	0	100	43	5	44	26
z techników	271	0	85	8	5	17	19
z branżowych szkół II stopnia	0	–	–	–	–	–	–

* Dane dotyczą tegorocznych absolwentów. Parametry statystyczne są podane dla grup liczących 30 lub więcej zdających.

Poziom wykonania zadań

TABELA 5. POZIOM WYKONANIA ZADAŃ

Wymagania podstawy programowej			
Nr zad.	Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe	Poziom wykonania zadania (%)
1.1.	I. Pozyskiwanie, przetwarzanie i tworzenie informacji. Zdający: 1) pozyskuje i przetwarza informacje z różnorodnych źródeł. II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający: 5) wykorzystuje wiedzę i dostępne informacje do rozwiązywania problemów chemicznych [...].	II. Budowa atomu. Zdający: 4) określa przynależność pierwiastków do bloków konfiguracyjnych: <i>s</i>, <i>p</i> i <i>d</i> układu okresowego na podstawie konfiguracji elektronowej; wskazuje związek między budową elektronową atomu a położeniem pierwiastka w układzie okresowym i jego właściwościami fizycznymi (promieniem atomowym, energią jonizacji) i chemicznymi. VIII. Reakcje utleniania i redukcji. Zdający: 3) na podstawie konfiguracji elektronowej atomów przewiduje typowe stopnie utlenienia pierwiastków.	68
1.2.	I. Pozyskiwanie, przetwarzanie i tworzenie informacji. Zdający: 1) pozyskuje i przetwarza informacje z różnorodnych źródeł. II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający: 5) wykorzystuje wiedzę i dostępne informacje do rozwiązywania problemów chemicznych [...].	II. Budowa atomu. Zdający: 2) stosuje zasady rozmieszczania elektronów na orbitalach (zakaz Pauliego i regułę Hunda) w atomach pierwiastków wieloelektronowych; 3) pisze konfiguracje elektronowe atomów pierwiastków do $Z=38$ oraz ich jonów o podanym ładunku, uwzględniając przynależność elektronów do podpowłok (zapisy konfiguracji: pełne, skrócone i schematy klatkowe).	63

2.	I. Pozyskiwanie, przetwarzanie i tworzenie informacji. Zdający: 1) pozyskuje i przetwarza informacje z różnorodnych źródeł. II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający: 5) wykorzystuje wiedzę i dostępne informacje do rozwiązywania problemów chemicznych [...]. III. Opanowanie czynności praktycznych. Zdający: 2) projektuje [...] doświadczenia chemiczne, rejestruje ich wyniki w różnej formie, formułuje obserwacje, wnioski oraz wyjaśnienia.	VII. Systematyka związków nieorganicznych. Zdający: 11) przewiduje przebieg reakcji soli z mocnymi kwasami (wypieranie kwasów słabszych, nietrwałych, lotnych) oraz soli z zasadami; pisze odpowiednie równania reakcji.	50
3.	I. Pozyskiwanie, przetwarzanie i tworzenie informacji. Zdający: 1) pozyskuje i przetwarza informacje z różnorodnych źródeł. II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający: 5) wykorzystuje wiedzę i dostępne informacje do rozwiązywania problemów chemicznych [...].	III. Wiązania chemiczne. Oddziaływania międzycząsteczkowe. Zdający: 5) określa typ wiązania (σ i π) w cząsteczkach związków nieorganicznych i organicznych.	56
4.	II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający: 1) [...] wyjaśnia przebieg procesów chemicznych; 5) wykorzystuje wiedzę i dostępne informacje do rozwiązywania problemów chemicznych [...].	I. Atomy, cząsteczki i stechiometria chemiczna. Zdający: 5) ustala wzór [...] rzeczywisty związku chemicznego [...] na podstawie jego składu i masy molowej. III. Wiązania chemiczne. Oddziaływania międzycząsteczkowe. Zdający: 2) pisze wzory elektronowe [...] jonów złożonych, z uwzględnieniem wolnych par elektronowych.	35

5.	I. Pozyskiwanie, przetwarzanie i tworzenie informacji. Zdający: 1) pozyskuje i przetwarza informacje z różnorodnych źródeł; 4) konstruuje [...] tabele [...] na podstawie dostępnych informacji. II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający: 7) wykonuje obliczenia dotyczące praw chemicznych.	II. Wewnętrzna budowa materii (SP). Zdający: 3) ustala liczbę protonów i neutronów w jądrze atomowym oraz liczbę elektronów w atomie na podstawie liczby atomowej i masowej; stosuje zapis ${}^A_Z\text{E}$. I. Atomy, cząsteczki i stechiometria chemiczna. Zdający: 1) stosuje pojęcia: [...] izotop, mol i stała Avogadra; 4) pisze równania [...] sztucznych reakcji jądrowych.	53
6.	I. Pozyskiwanie, przetwarzanie i tworzenie informacji. Zdający: 1) pozyskuje i przetwarza informacje z różnorodnych źródeł [...]. II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający: 4) wskazuje na związek między właściwościami substancji a ich budową chemiczną.	III. Wiązania chemiczne. Oddziaływania międzycząsteczkowe. Zdający: 7) porównuje właściwości fizyczne substancji tworzących kryształy jonowe, kowalencyjne, molekularne oraz metaliczne.	47
7.	I. Pozyskiwanie, przetwarzanie i tworzenie informacji. Zdający: 1) pozyskuje i przetwarza informacje z różnorodnych źródeł. II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający: 5) wykorzystuje wiedzę i dostępne informacje do rozwiązywania problemów chemicznych [...]; 7) wykonuje obliczenia [...].	V. Roztwory. Zdający: 2) wykonuje obliczenia związane z przygotowaniem, rozcieńczaniem i zatężaniem roztworów z zastosowaniem pojęć: stężenie procentowe lub molowe oraz rozpuszczalność.	41
8.	I. Pozyskiwanie, przetwarzanie i tworzenie informacji. Zdający: 1) pozyskuje i przetwarza informacje z różnorodnych źródeł [...]. II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający: 1) [...] wyjaśnia przebieg procesów chemicznych.	VIII. Reakcje utleniania i redukcji. Zdający: 4) oblicza stopnie utlenienia [...]; 5) stosuje zasady bilansu elektronowo--jonowego – dobiera współczynniki stechiometryczne w schematach reakcji utleniania-redukcji (w formie cząsteczkowej i jonowej).	56

9.1.	I. Pozyskiwanie, przetwarzanie i tworzenie informacji. Zdający: 1) pozyskuje i przetwarza informacje z różnorodnych źródeł. II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający: 5) wykorzystuje wiedzę i dostępne informacje do rozwiązywania problemów chemicznych [...]; 7) wykonuje obliczenia dotyczące praw chemicznych.	I. Atomy, cząsteczki i stechiometria chemiczna. Zdający: 5) ustala wzór empiryczny i rzeczywisty związku chemicznego (nieorganicznego [...]) na podstawie jego składu i masy molowej; 7) wykonuje obliczenia, z uwzględnieniem wydajności reakcji, dotyczące: liczby moli oraz mas substratów i produktów (stechiometria wzorów i równań chemicznych) [...]. IX. Elektrochemia. Ogniwa. Zdający: 1) stosuje pojęcia: półogniwo, anoda, katoda, ogniwo galwaniczne, klucz elektrolityczny; potencjał standardowy półogniwa, szereg elektrochemiczny, SEM; 3) pisze równania reakcji zachodzące na elektrodach (na katodzie i anodzie) ogniwa galwanicznego o danym schemacie; projektuje ogniwo, w którym zachodzi dana reakcja chemiczna; pisze schemat tego ogniwa; 4) oblicza SEM ogniwa galwanicznego na podstawie standardowych potencjałów półogniw, z których jest ono zbudowane.	14
9.2.	I. Pozyskiwanie, przetwarzanie i tworzenie informacji. Zdający: 1) pozyskuje i przetwarza informacje z różnorodnych źródeł. II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający: 5) wykorzystuje wiedzę i dostępne informacje do rozwiązywania problemów chemicznych [...].	IX. Elektrochemia. Ogniwa. Zdający: 1) stosuje pojęcia: półogniwo, anoda, katoda, ogniwo galwaniczne, klucz elektrolityczny; potencjał standardowy półogniwa, szereg elektrochemiczny, SEM.	46
10.	II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający: 1) opisuje właściwości substancji i wyjaśnia przebieg procesów chemicznych. III. Opanowanie czynności praktycznych. Zdający: 2) projektuje [...] doświadczenia chemiczne, rejestruje ich wyniki w różnej formie, formułuje obserwacje, wnioski [...].	VII. Sole (SP). Zdający: 5) projektuje i przeprowadza doświadczenie pozwalające otrzymywać substancje trudno rozpuszczalne (sole [...]) w reakcjach strąceniowych, pisze odpowiednie równania reakcji w formie cząsteczkowej i jonowej; na podstawie tablicy rozpuszczalności soli i wodorotlenków przewiduje wynik reakcji strąceniowej. VI. Reakcje w roztworach wodnych. Zdający: 9) pisze równania reakcji: [...] wytrącania osadów [...].	24

11.1.	I. Pozyskiwanie, przetwarzanie i tworzenie informacji. Zdający: 1) [...] przetwarza informacje z różnorodnych źródeł. II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający: 5) wykorzystuje wiedzę i dostępne informacje do rozwiązywania problemów chemicznych [...]; 7) wykonuje obliczenia dotyczące praw chemicznych.	I. Atomy, cząsteczki i stechiometria chemiczna. Zdający: 7) wykonuje obliczenia [...] dotyczące: liczby moli oraz mas substratów i produktów (stechiometria wzorów i równań chemicznych) [...].	43
11.2.	III. Opanowanie czynności praktycznych. Zdający: 2) projektuje [...] doświadczenia chemiczne, [...], formułuje obserwacje, wnioski oraz wyjaśnienia.	V. Roztwory. Zdający: 4) opisuje sposoby rozdzielania roztworów właściwych (ciał stałych w cieczach [...]) na składniki [...].	45
12.	III. Opanowanie czynności praktycznych. Zdający: 2) projektuje [...] doświadczenia chemiczne, rejestruje ich wyniki w różnej formie, formułuje obserwacje [...].	VI. Reakcje w roztworach wodnych. Zdający: 7) klasyfikuje substancje jako kwasy lub zasady [...]; 8) uzasadnia przyczynę kwasowego odczynu wodnych roztworów kwasów, zasadowego odczynu wodnych roztworów niektórych wodorotlenków [...].	83
13.	I. Pozyskiwanie, przetwarzanie i tworzenie informacji. Zdający: 1) [...] przetwarza informacje z różnorodnych źródeł. II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający: 1) opisuje właściwości substancji i wyjaśnia przebieg procesów chemicznych; 7) wykonuje obliczenia dotyczące praw chemicznych.	VI. Reakcje w roztworach wodnych. Zdający: 3) interpretuje wartości pK_w, pH [...]; 4) wykonuje obliczenia z zastosowaniem pojęć: [...] pH, iloczyn jonowy wody [...]; stosuje do obliczeń prawo rozcieńczeń Ostwalda.	21
14.	II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający: 1) opisuje właściwości substancji i wyjaśnia przebieg procesów chemicznych; 5) wykorzystuje wiedzę i dostępne informacje do rozwiązywania problemów chemicznych [...].	XIII. Węglowodory. Zdający: 12) wyjaśnia pojęcie liczby oktanowej (LO) i podaje sposoby zwiększania LO benzyny; tłumaczy, na czym polega kraking oraz reforming.	16

15.1.	I. Pozyskiwanie, przetwarzanie i tworzenie informacji. Zdający: 1) pozyskuje i przetwarza informacje z różnorodnych źródeł. II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający: 5) wykorzystuje wiedzę i dostępne informacje do rozwiązywania problemów chemicznych [...].	XII. Wstęp do chemii organicznej. Zdający: 6) [...] porównuje właściwości różnych izomerów [...].	45
15.2.	I. Pozyskiwanie, przetwarzanie i tworzenie informacji. Zdający: 1) pozyskuje i przetwarza informacje z różnorodnych źródeł. II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający: 5) wykorzystuje wiedzę i dostępne informacje do rozwiązywania problemów chemicznych [...].	XII. Wstęp do chemii organicznej. Zdający: 1) na podstawie wzoru sumarycznego, półstrukturalnego (grupowego), opisu budowy lub właściwości fizykochemicznych klasyfikuje dany związek chemiczny do: węglowodorów ([...] nienasyconych [...]) [...]. XIII. Węglowodory. Zdający: 6) ustala wzór monomeru, z którego został otrzymany polimer o podanej strukturze [...].	27
16.1.	I. Pozyskiwanie, przetwarzanie i tworzenie informacji. Zdający: 1) pozyskuje i przetwarza informacje z różnorodnych źródeł. II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający: 5) wykorzystuje wiedzę i dostępne informacje do rozwiązywania problemów chemicznych [...].	XII. Wstęp do chemii organicznej. Zdający: 3) rysuje wzory [...] półstrukturalne (grupowe) izomerów konstytucyjnych [...]. XVI. Kwasy karboksylowe. Zdający: 2) pisze równania reakcji otrzymywania kwasów karboksylowych (np. [...] z aldehydów).	42
16.2.	I. Pozyskiwanie, przetwarzanie i tworzenie informacji. Zdający: 1) pozyskuje i przetwarza informacje z różnorodnych źródeł. II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający: 5) wykorzystuje wiedzę i dostępne informacje do rozwiązywania problemów chemicznych [...].	XV. Związki karbonylowe – aldehydy i ketony. Zdający: 2) [...] pisze odpowiednie równania reakcji aldehydu z odczynnikami Tollensa [...]. XVI. Kwasy karboksylowe. Zdający: 2) pisze równania reakcji otrzymywania kwasów karboksylowych (np. z alkoholi lub z aldehydów).	27

17.	II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający: 1) [...] wyjaśnia przebieg procesów chemicznych; 5) wykorzystuje wiedzę i dostępne informacje do rozwiązywania problemów chemicznych [...]; 6) stosuje poprawną terminologię.	XII. Wstęp do chemii organicznej. Zdający: 1) na podstawie: [...] opisu budowy lub właściwości [...] klasyfikuje dany związek chemiczny do: węglowodorów ([...] nienasyconych [...]) związków jednofunkcyjnych ([...] ketonów [...]) [...].	42
18.1.	I. Pozyskiwanie, przetwarzanie i tworzenie informacji. Zdający: 1) pozyskuje i przetwarza informacje z różnorodnych źródeł. II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający: 5) wykorzystuje wiedzę i dostępne informacje do rozwiązywania problemów chemicznych [...].	XII. Wstęp do chemii organicznej. Zdający: 1) na podstawie wzoru sumarycznego, półstrukturalnego (grupowego), opisu budowy lub właściwości fizykochemicznych klasyfikuje dany związek chemiczny do: [...] związków jednofunkcyjnych ([...] kwasów karboksylowych [...]); [...].	53
18.2.	I. Pozyskiwanie, przetwarzanie i tworzenie informacji. Zdający: 1) pozyskuje i przetwarza informacje z różnorodnych źródeł. II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający: 5) wykorzystuje wiedzę i dostępne informacje do rozwiązywania problemów chemicznych [...].	XII. Wstęp do chemii organicznej. Zdający: 1) na podstawie wzoru sumarycznego, półstrukturalnego (grupowego), opisu budowy lub właściwości fizykochemicznych klasyfikuje dany związek chemiczny [...].	55
19.1.	I. Pozyskiwanie, przetwarzanie i tworzenie informacji. Zdający: 1) pozyskuje i przetwarza informacje z różnorodnych źródeł. II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający: 4) wskazuje na związek między właściwościami substancji a ich budową chemiczną; 5) wykorzystuje wiedzę i dostępne informacje do rozwiązywania problemów chemicznych [...].	XII. Wstęp do chemii organicznej. Zdający: 1) na podstawie wzoru [...] półstrukturalnego (grupowego), opisu budowy lub właściwości fizykochemicznych klasyfikuje dany związek chemiczny do: [...] związków jednofunkcyjnych (fluorowcopochodnych [...]) [...].	69

19.2.	II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający: 1) opisuje właściwości substancji [...]; 6) stosuje poprawną terminologię.	III. Wiązania chemiczne. Oddziaływania międzycząsteczkowe. Zdający: 4) rozpoznaje typ hybrydyzacji (sp, sp^2, sp^3) orbitali walencyjnych atomu centralnego w cząsteczkach związków [...] organicznych [...]. VIII. Reakcje utleniania i redukcji. Zdający: 4) oblicza stopnie utlenienia pierwiastków w [...] cząsteczce związku [...] organicznego.	61
20.	I. Pozyskiwanie, przetwarzanie i tworzenie informacji. Zdający: 1) [...] przetwarza informacje z różnorodnych źródeł. II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający: 5) wykorzystuje wiedzę i dostępne informacje do rozwiązywania problemów chemicznych [...]; 7) wykonuje obliczenia dotyczące praw chemicznych.	I. Atomy, cząsteczki i stechiometria chemiczna. Zdający: 7) wykonuje obliczenia, z uwzględnieniem wydajności reakcji, dotyczące: liczby moli oraz mas substratów i produktów (stechiometria wzorów i równań chemicznych) [...], po zmieszaniu substratów w stosunku [...] niestechiometrycznym. XII. Wstęp do chemii organicznej. Zdający: 1) na podstawie wzoru [...], opisu budowy lub właściwości fizykochemicznych klasyfikuje dany związek chemiczny do: [...] związków jednofunkcyjnych ([...] kwasów karboksylowych [...]) [...].	49
21.	II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający: 1) opisuje właściwości substancji [...]; 5) wykorzystuje wiedzę i dostępne informacje do rozwiązywania problemów chemicznych [...].	XII. Wstęp do chemii organicznej. Zdający: 4) wyjaśnia zjawisko izomerii geometrycznej (<i>cis-trans</i>) [...]; 5) wyjaśnia zjawisko izomerii optycznej; [...] ocenia, czy cząsteczka o podanym wzorze stereochemicznym jest chiralna.	52
22.	II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający: 1) opisuje właściwości substancji i wyjaśnia przebieg procesów chemicznych; 5) wykorzystuje wiedzę i dostępne informacje do rozwiązywania problemów chemicznych [...]. III. Opanowanie czynności praktycznych. Zdający: 2) projektuje [...] doświadczenia chemiczne [...], formułuje obserwacje, wnioski oraz wyjaśnienia.	XIV. Hydroksylowe pochodne węglowodorów – alkohole i fenole. Zdający: 6) [...] na podstawie wyników doświadczenia [...] klasyfikuje substancję do alkoholi lub fenoli.	32

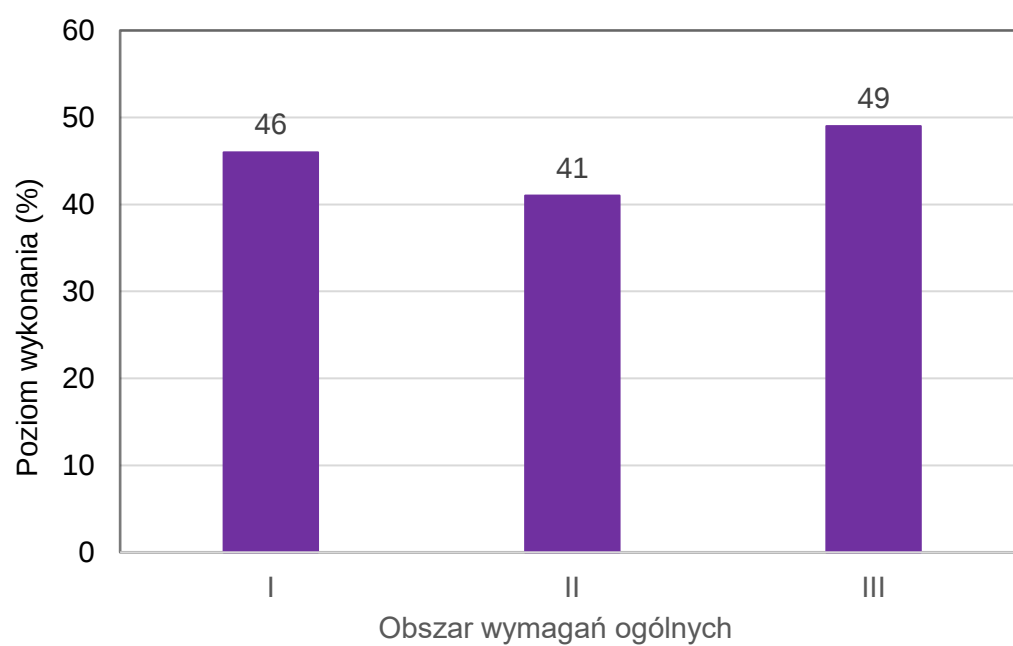
23.1.	I. Pozyskiwanie, przetwarzanie i tworzenie informacji. Zdający: 1) pozyskuje i przetwarza informacje z różnorodnych źródeł. II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający: 5) wykorzystuje wiedzę i dostępne informacje do rozwiązywania problemów chemicznych [...].	XII. Wstęp do chemii organicznej. Zdający: 2) stosuje pojęcia [...] izomeria [...]; rozpoznaje i klasyfikuje izomery. XIV. Hydroksylowe pochodne węglowodorów – alkohole i fenole. Zdający: 2) opisuje właściwości chemiczne alkoholi na przykładzie [...] zachowania wobec sodu, utleniania do związków karbonylowych [...]; pisze odpowiednie równania reakcji. XVI. Kwasy karboksylowe. Zdający: 4) opisuje właściwości chemiczne kwasów karboksylowych na podstawie reakcji tworzenia: soli [...].	29
23.2.	I. Pozyskiwanie, przetwarzanie i tworzenie informacji. Zdający: 1) pozyskuje i przetwarza informacje z różnorodnych źródeł. II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający: 5) wykorzystuje wiedzę i dostępne informacje do rozwiązywania problemów chemicznych [...].	XVI. Kwasy karboksylowe. Zdający: 4) opisuje właściwości chemiczne kwasów karboksylowych [...].	27
24.	II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający: 1) opisuje właściwości substancji i wyjaśnia przebieg procesów chemicznych; 5) wykorzystuje wiedzę i dostępne informacje do rozwiązywania problemów chemicznych [...].	XIII. Węglowodory. Zdający: 9) opisuje właściwości chemiczne benzenu i toluenu (metylobenzenu) na przykładzie reakcji: [...] nitrowania; pisze równania reakcji [...] nitrowania pochodnych benzenu, uwzględniając wpływ kierujący podstawników (np. atom chlorowca [...] grupa nitrowa [...]).	37
25.1.	II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający: 5) wykorzystuje wiedzę i dostępne informacje do rozwiązywania problemów chemicznych [...].	III. Wiązania chemiczne. Oddziaływania międzycząsteczkowe. Zdający: 6) opisuje i przewiduje wpływ rodzaju wiązania (jonowe, kowalencyjne, metaliczne), oddziaływań międzycząsteczkowych (siły van der Waalsa, wiązania wodorowe) [...] na właściwości fizyczne substancji nieorganicznych i organicznych; wskazuje te cząsteczki i fragmenty cząsteczek, które są polarne, oraz te, które są niepolarne.	24

25.2.	II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający: 5) wykorzystuje wiedzę i dostępne informacje do rozwiązywania problemów chemicznych [...].	XVII. Estry i tłuszcze. Zdający: 4) wyjaśnia i porównuje przebieg hydrolizy estrów [...] w środowisku zasadowym (reakcja z wodorotlenkiem sodu); pisze odpowiednie równania reakcji.	36
25.3.	II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający: 5) wykorzystuje wiedzę i dostępne informacje do rozwiązywania problemów chemicznych [...].	XII. Wstęp do chemii organicznej. Zdający: 7) klasyfikuje reakcje związków organicznych ze względu na typ procesu (addycja, eliminacja, substytucja, polimeryzacja, kondensacja) i mechanizm reakcji (elektrofilowy, nukleofilowy, rodnikowy); wyjaśnia mechanizmy reakcji [...].	59
26.	II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający: 1) opisuje właściwości substancji i wyjaśnia przebieg procesów chemicznych; 5) wykorzystuje wiedzę i dostępne informacje do rozwiązywania problemów chemicznych [...].	XVIII. Związki organiczne zawierające azot. Zdający: 9) tworzy wzory dipeptydów i tripeptydów, powstających z podanych aminokwasów; rozpoznaje reszty aminokwasów białkowych w cząsteczkach peptydów.	37
27.	II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający: 5) wykorzystuje wiedzę i dostępne informacje do rozwiązywania problemów chemicznych [...].	XII. Wstęp do chemii organicznej. Zdający: 5) wyjaśnia zjawisko izomerii optycznej; wskazuje centrum stereogeniczne (asymetryczny atom węgla); rysuje wzory w projekcji Fischera izomerów optycznych: enancjomerów i diastereoizomerów [...].	36
28.	I. Pozyskiwanie, przetwarzanie i tworzenie informacji. Zdający: 1) [...] przetwarza informacje z różnorodnych źródeł. II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający: 6) stosuje poprawną terminologię.	XX. Cukry. Zdający: 3) [...] na podstawie wzoru łańcuchowego monosacharydu rysuje jego wzory tłaflowe [...].	27

29.	III. Opanowanie czynności praktycznych. Zdający: 2) projektuje [...] doświadczenia chemiczne [...], formułuje obserwacje, wnioski oraz wyjaśnienia; 3) stosuje elementy metodologii badawczej ([...]) formułuje hipotezy oraz proponuje sposoby ich weryfikacji).	VIII. Reakcje utleniania i redukcji. Zdający: 1) stosuje pojęcia: [...] utleniacz, reduktor, utlenianie, redukcja; 2) wskazuje utleniacz, reduktor [...]; 6) przewiduje kierunek przebiegu reakcji utleniania-redukcji [...]. XX. Cukry. Zdający: 4) projektuje [...] doświadczenie, którego wynik potwierdzi właściwości redukujące np. glukozy [...]; 7) wyjaśnia, dlaczego maltoza ma właściwości redukujące, a sacharoza nie wykazuje właściwości redukujących.	61
-----	--	--	----

POZIOM WYKONANIA ZADAŃ W OBSZARZE WYMAGAŃ OGÓLNYCH

WYKRES 2.



Komentarz

Do egzaminu maturalnego z chemii w sesji *Maj 2026* przystąpiło 5 437 tegorocznych absolwentów liceum i technikum. Egzamin został przeprowadzony na poziomie rozszerzonym i okazał się dla zdających trudny. Średni wynik, jaki osiągnęli tegoroczni maturzyści, to 43%.

Analiza jakościowa zadań

Arkusz egzaminacyjny z chemii zawierał 29 zadań (39 poleceń). Wśród nich nie było zadań bardzo łatwych, a tylko jedno było łatwe (zadanie 12.). Zdecydowana większość zadań okazała się dla zdających umiarkowanie trudna albo trudna. Dwa zadania były zadaniami bardzo trudnymi.

Zadania w arkuszu egzaminacyjnym sprawdzały zarówno znajomość zagadnień określonych w podstawie programowej, jak i umiejętność ich zastosowania w różnych sytuacjach problemowych. Zdający musieli m.in. analizować i interpretować informacje przedstawione w tekstach, tabelach, wykresach, na schematach i na fotografiach, planować tok rozwiązania problemów obliczeniowych, przewidywać przebieg przemian chemicznych oraz zapisywać równania reakcji i wzory związków chemicznych.

Istotną część arkusza stanowiły zadania wymagające łączenia wiadomości z różnych działów chemii oraz jednoczesnego wykorzystywania kilku informacji. W zadaniach obliczeniowych konieczne było nie tylko wykonanie poprawnych obliczeń, lecz także zbudowanie właściwego modelu rozwiązania i uwzględnienie wszystkich warunków podanych w poleceniu. W zadaniach wymagających sformułowania wypowiedzi argumentacyjnej takiej jak wyjaśnienie, uzasadnienie zdający musieli przedstawić związek przyczynowo-skutkowy między budową lub właściwościami substancji a obserwowanym efektem.

Analiza rozwiązań zadań egzaminacyjnych dowodzi, że trudność sprawiły zadania wymagające posługiwania się nomenklaturą chemiczną i zadania, w których należało odwołać się do materiału źródłowego. Dla zdających bardzo wymagające okazało się również poprawne posługiwanie się zapisem chemicznym oraz precyzyjne formułowanie uzasadnień. W dalszej części komentarza omówiono zadania, które okazały się dla maturzystów najtrudniejsze, i przedstawiono charakterystyczne błędy występujące w ich rozwiązaniach.

Zadania, z którymi zdający poradzili sobie najslabiej

Najtrudniejsze w całym arkuszu okazało się **zadanie 9.1.** (poziom wykonania – 14%). Było to zadanie problemowe, które sprawdzało opanowanie umiejętności z zakresu elektrochemii i z zakresu stechiometrii chemicznej. W rozwiązaniach tego typu zadań zdający powinien przedstawić – w sposób zrozumiały dla osoby czytającej rozwiązanie – tok rozumowania prowadzący od wielkości podanych w treści zadania do wielkości szukanej. W zadaniu 9.1. zdający na podstawie wartości SEM ogniwa musieli obliczyć potencjał półogniwa pełniącego funkcję katody, następnie zidentyfikować metal i z zastosowaniem równania Nernsta obliczyć stężenie molowe jego kationów w roztworze katodowym. W dalszej części rozwiązania należało wykorzystać informację o równomolowym składzie mieszaniny dwóch hydratów oraz jej masie i na tej podstawie ustalić wzór hydratu chlorku metalu. Za poprawne

rozwiązanie zadania zdający mogli otrzymać 4 punkty. Zadanie było złożone i wymagało poprawnego wykonania kilku kolejnych, zależnych od siebie etapów obliczeń.

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.

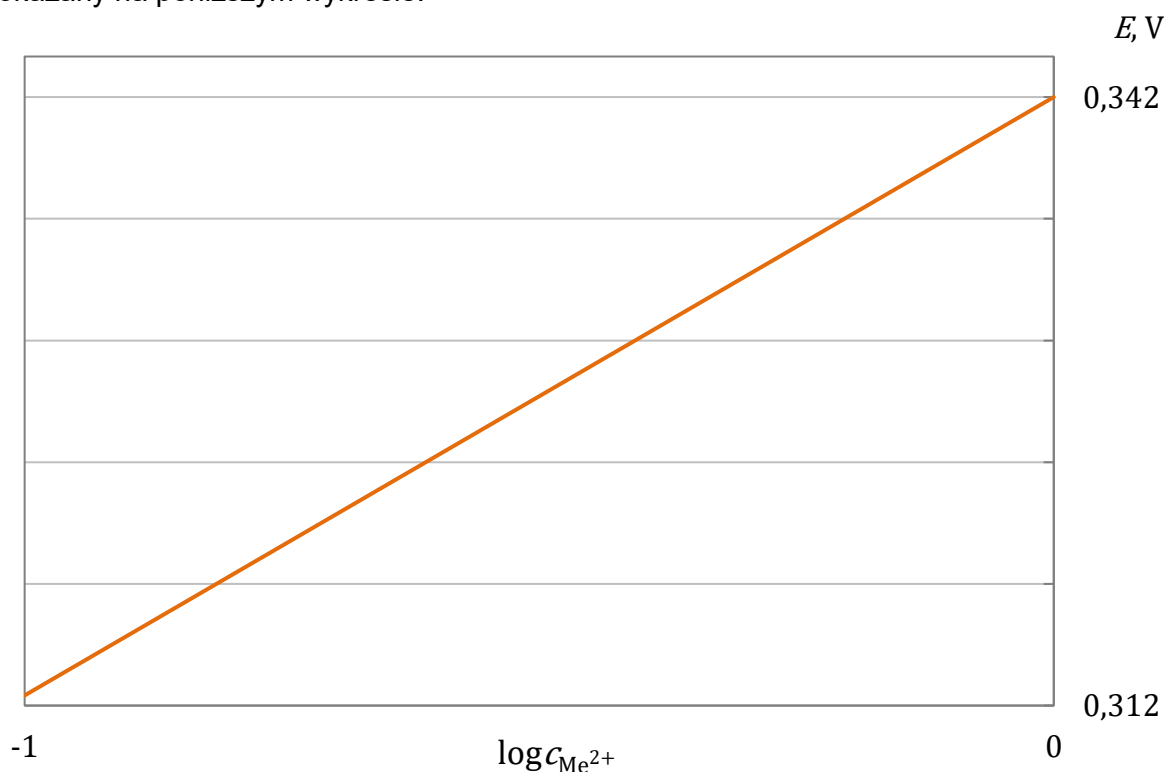
Zadanie 9.1. (0–4)

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 $1,0 \text{ mol} \times \text{dm}^{-3}$, 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.



W dużej liczbie prac, w których podjęto próbę rozwiązania tego zadania, widoczne były trudności zdających z poprawnym połączeniem wszystkich informacji oraz spełnieniem wszystkich warunków zadania, podanych w poleceniu. Sporą grupę rozwiązań stanowiły te, w których zdający próbowali ustalić wzór hydratu bez wcześniejszego obliczenia stężenia kationów metalu z zastosowaniem równania Nernsta. Takie postępowanie nie pozwalało na realizację polecenia i stanowiło błąd metody.

Częstym błędem pojawiającym się w rozwiązaniach było błędne interpretowanie obliczonej wartości potencjału 0,322 V jako potencjału standardowego (przykład 1.), co jest błędem merytorycznym. Najczęściej zdający poprawnie obliczali potencjał katody i identyfikowali na tej podstawie metal – miedź, ale nie potrafili poprawnie poprowadzić kolejnych etapów rozwiązania (przykład 2.).

Przykład 1.

Obliczenia:

$$E = E^0 + \frac{0,059}{2} \cdot \log c_{\text{Me}^{2+}}$$

$\frac{0,059}{2} = 0,0295$

szukane

$$SEM = 1,0894 \quad 1,084 = E^0 - (-0,762)$$

$E^0 = 0,322 \text{ V}$

Cu²⁺
0,3

$$E = 0,322 + 0,0295 \cdot \log c_{\text{Me}^{2+}} \quad \text{Me}^{2+} - \text{Cu}^{2+}$$

$$\frac{0,342 - 0,322}{0,0295} = \log c_{\text{Me}^{2+}}$$

$$\Rightarrow \log c_{\text{Me}^{2+}} = 0,68$$

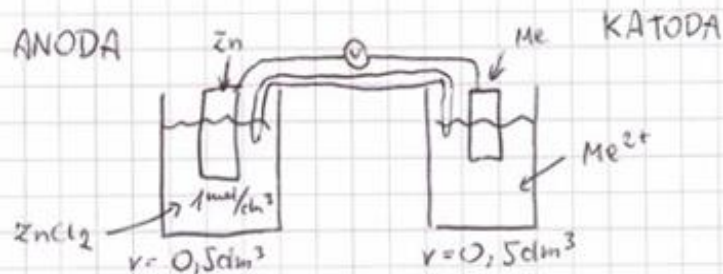
$[Me^{2+}] = \frac{1}{10^{0,68}}$

$$\begin{aligned}
 n_{\text{Me}^{2+}} &= 0,21 \cdot 0,5 & M_{\text{Me}^{2+}} &= 0,21 \frac{\text{mol}}{\text{cm}^3} \\
 n_{\text{Me}^{2+}} &= 0,105 \text{ mol} & 2M_{\text{Me}^{2+}} &= 2a \\
 & & 0,105 \text{ mol} &= 22,05 \text{ g} \\
 0,6 - 10 \cdot 420 - 63,552 - 16 \cdot 9 - 2 \cdot 35,45 & & a &= 420 \text{ g/mol} \\
 \frac{18}{18} &= 2 \\
 \frac{35,45}{18} &= 1,9694 \approx 2 \text{ mol}_{\text{H}_2\text{O}} = x \\
 \text{Wzór hydratu: } & \text{MeCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}
 \end{aligned}$$

$x = 1 - 0,24$
 $y = 0,24$

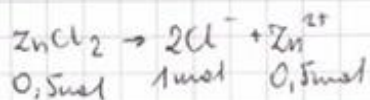
Przykład 2.

Obliczenia:



licząc potencjał anody:

$$\left. \begin{aligned} c &= 1 \text{ mol/dm}^3 \\ V &= 0,5 \text{ dm}^3 \end{aligned} \right\} \Rightarrow n = 0,5 \text{ mol}$$



$$E^\circ_{\text{Zn}/\text{Zn}^{2+}} = -0,762 \text{ V}$$

$$E = -0,762 \text{ V} + \frac{0,059}{0,5 \text{ mol}} \cdot \log(1) = -0,762 \text{ V}$$

$E_k = 0,322 V$
 z wykresu mamy, że $E_k = 0,342 V$ dla $C_{Me^{2+}} = 1 \text{ mol/dm}^3$
 ponieważ $\log 1 = 0$
 $E^0 = 0,342 V$ odpowiadające układowi $Cu|Cu^{2+}$
 $0,322 V = 0,342 V + \frac{0,059}{n} \cdot \log \left(\frac{n}{0,5 \text{ mol}} \right)$
 Jeśli mamy, że Me to Cu , wtedy mamy
 $\frac{CuSO_4 \cdot 5H_2O}{M = 249,71}$ i $\frac{CuCl_2 \cdot x H_2O}{M = 131,45 + x \cdot 18,02}$
 Wzór hydratu: $CuCl_2 \cdot 3H_2O$

Niejednokrotnie w swoich rozwiązaniach zdający nie przestrzegali warunku zadania dotyczącego sposobu wyznaczenia stężenia kationów metalu. Zamiast do obliczenia stężenia zastosować równanie Nernsta, szacowali tę wartość, posługując się w tym celu wykresem zamieszczonym w informacji do zadania (przykład 3.).

Jak w każdym zadaniu obliczeniowym nierzadko pojawiały się błędy rachunkowe. Pojedyncza pomyłka na jednym z etapów mogła prowadzić do wyniku końcowego znacznie odbiegającego od właściwej odpowiedzi, mimo że metoda rozwiązania była poprawna (przykład 4.).

W swoich pracach zdający często nie spełniali warunku dotyczącego dokładności stosowanych mas molowych. W poleceniu wskazano, że do obliczeń należy użyć wartości mas molowych z dokładnością do drugiego miejsca po przecinku. W takich rozwiązaniach zdecydowana większość zdających stosowała wartości zaokrąglone do liczb całkowitych (przykład 5.). Mogło to być spowodowane łatwiejszym operowaniem wartościami całkowitymi w zadaniach obliczeniowych albo był to błąd nieuwagi.

Co dziesiąty spośród rozwiązujących to zadanie, któremu przyznano punkty za rozwiązanie zadania 9.1., wykonał pierwszą część obliczeń – do etapu ustalenia stężenia kationów Me^{2+} – ale popełniał błąd merytoryczny w drugiej części swojej pracy. Opisaną sytuację ilustruje rozwiązanie przedstawione w przykładzie 6. – zdający zastosował masę molową soli bezwodnej zamiast masy molowej odpowiedniego hydratu. Ten błąd uniemożliwił mu prawidłowe wykorzystanie danych dotyczących masy mieszaniny hydratów użytych do sporządzenia roztworu katodowego i doprowadził do niepoprawnego wzoru końcowego soli. Zdarzało się też, że zdający przedstawiał rozbudowane obliczenia, lecz z powodu błędu merytorycznego nie mógł doprowadzić rozwiązania do końca albo otrzymywał wynik niezdecydowany. Takie rozwiązania oceniano tylko w tej części, która została wykonana poprawnie zgodnie z wytycznymi określonymi w zasadach oceniania.

Przykład 3.

Obliczenia: $\text{SEM} = 1,084 \text{ V}$

Anoda: $V = 500 \text{ m}^3 = 0,5 \text{ dm}^3$
 $C_{\text{Zn}^{2+}} = 1 \text{ mol/dm}^3$ $E_A^\circ = -0,762 \text{ V}$ $\text{Zn} + 2e^- \rightarrow \text{Zn}^{2+}$ proces katodowy

Wzgl $E_A = -0,762 \text{ V}$ $E_A = -0,762 + \frac{0,059}{2} \cdot \log 1 = -0,762 \text{ V}$

$\text{SEM} = E_K + E_A$ $\text{SEM} = E_K - E_A$ proces anodowy: $\text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + 2e^-$

$1,084 = E_K - (-0,762) / -0,762$
 $E_K = 0,322 \text{ V}$ dla $E = 0,322 \text{ V}$ $\log C_{\text{Cu}^{2+}} \approx -0,6875$ ω
odczytano z wykresu

Katoda: $\text{Cu}^{2+} + 2e^- \rightarrow \text{Cu}$ $V = 500 \text{ m}^3 = 0,5 \text{ dm}^3$

$0,322 = E_K^\circ + \frac{0,059}{2} \log C_{\text{Cu}^{2+}}$ $0,322 = E_K^\circ + \frac{0,059}{2} \cdot (-0,6875) / -E_K^\circ$
 $0,322 = E_K^\circ$ $0,322 - E_K^\circ \approx -0,02$ $E_K^\circ = 0,342 \text{ V}$
 błąd potencjału odniesienia ω / Cu^{2+}

Wzrost: $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ - wzrost A, $\text{CuCl}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ - wzrost B
 $n_A = n_B$, $M_A + n_B = 27,05 \text{ g}$ $M_A = 63,55 + 35,06 + 16 \cdot 4 + 10 \cdot 1,008 + 5 \cdot 16 =$
 $= 249,96 \text{ g/mol}$

$\log C_{\text{Cu}^{2+}} = -0,6875$
 $C_{\text{Cu}^{2+}} = 10^{\log C_{\text{Cu}^{2+}}}$
 $C_{\text{Cu}^{2+}} = 10^{\log 10^{-0,6875}} \approx 0,205 \text{ mol/dm}^3$

$n_{\text{wzrA}} = n_A$, $n_{\text{wzrB}} = n_B$ $0,205 = \frac{n_A + n_B}{0,5} \cdot 0,5$
 $0,1025 = n_A + n_B$ $0,1025 = 241:2$ $y = 0,05125 \text{ mol}$
 jeśli $n_A = n_B = y$ to $n_A + n_B = 2y$

$n = \frac{m}{M}$, wzrost $n = n \cdot M$

Wzgl $249,96 \cdot 0,05125 + 0,05125(134,45 + 18,016x) = 27,05$
 $12,81 + 6,89 + 0,92x = 27,05$
 $19,7 + 0,92x = 27,05$ $0,92x = 7,35$ $x \approx 8$
 $12,81 + 6,89 + 0,92x = 27,05$
 $19,7 + 0,92x = 27,05$ $0,92x = 7,35$ $x \approx 8$
 $\text{CuCl}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$

Wzór hydratu: $\text{CuCl}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$

Przykład 4.

Obliczenia:

$$E_A = -0,762 \text{ V}$$

$$\mathcal{E}_{EM} = 1,084 \text{ V}$$

$$\textcircled{1} \mathcal{E}_{EM} = E_K - E_A \Rightarrow E_K = \mathcal{E}_{EM} - E_A$$

$$E_K = 1,084 - 0,762 = \cancel{4,846} \text{ V}$$

$$\approx 0,322 \text{ V}$$



$$\textcircled{2} 0,322 = 0,342 + \frac{0,059}{2} \cdot \log [\text{Cu}^{2+}]$$

$$0,322 = 0,3415 \log [\text{Cu}^{2+}]$$

$$\log [\text{Cu}^{2+}] \approx 0,87$$

$$10^{-0,87} = [\text{Cu}^{2+}]$$

$$[\text{Cu}^{2+}] = 0,135 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$$

$$V = 0,5 \text{ dm}^3$$

$$n_{\text{Cu}^{2+}} = 0,135 \cdot 0,5 = \cancel{0,0675} + 0,0675 \text{ mol}$$

$$\textcircled{3} M_{\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}} = \cancel{250,1} + 249,61 \text{ g/mol}$$

ta równomolowa mieszanina, więc $n_{\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}} = \frac{1}{2} n_{\text{Cu}^{2+}}$

$$n_{\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}} = \frac{1}{2} \cdot 0,0675 = 0,03375 \text{ mol}$$

$$m_{\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}} = 0,03375 \cdot \frac{249,61}{\cancel{250}} = \cancel{8,4375} \text{ g}, 8,424 \text{ g}$$

$$\textcircled{4} m_{\text{CuCl}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}} = \frac{22,05 - 8,4375}{22,05 - 8,424} = 13,6125 \text{ g}$$

$$n_{\text{CuCl}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}} = \frac{1}{2} n_{\text{Cu}^{2+}} = 0,03375 \text{ mol}$$

$$M_{\text{CuCl}_2} = \cancel{135,9} + 134,45 \text{ g/mol}$$

$$M_{\text{CuCl}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}} = \frac{13,6125}{0,03375} = \cancel{403,73} + 403,73 \text{ g/mol}$$

$$m_{\text{H}_2\text{O}} = 403,73 - 134,45 = 269,28 \text{ g}$$

$$\textcircled{5} \left. \begin{array}{l} m_{\text{H}_2\text{O}} = 269,28 \text{ g} \\ M_{\text{H}_2\text{O}} = 18 \text{ g/mol} \end{array} \right\} n_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{269,28}{18} = \cancel{15} \cdot 15 \text{ mol} \quad \underline{\underline{\text{CuCl}_2 \cdot 15\text{H}_2\text{O}}}$$

Wzór hydratu: $\text{CuCl}_2 \cdot 15\text{H}_2\text{O}$

Przykład 5.

Obliczenia: $SEM = 1,084V = E_K + 0,762$ $E_K = 0,322V$

$0,342V \rightarrow E^\circ_{Cu/Cu^{2+}}$

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

$-0,02 = \frac{0,059}{2} \cdot \log C_{Cu^{2+}}$

$\log C_{Cu^{2+}} = -0,678$ $C_{Cu^{2+}} = 0,21 \text{ mol/dm}^3$

$n = 0,21 \cdot 0,5 = 0,105 \text{ mol } Cu^{2+}$

$CuSO_4 \cdot 5H_2O, CuCl_2 \cdot xH_2O$ $m = 22,05g$

równomolowa mieszanina $\rightarrow 0,105 : 2 = 0,0525 \text{ mol } Cu^{2+}$ w każdym

$M(CuSO_4 \cdot 5H_2O) = 250g/mol$

$M(CuCl_2 \cdot xH_2O) = 135 + 18x g/mol$

$250 + 135 + 18x = 22,05$

$250 \cdot 0,0525 + (135 + 18x) \cdot 0,0525 = 22,05$

$13,125g + 7,0875 + 0,945x = 22,05$

$x \approx 2$

Wzór hydratu: $CuCl_2 \cdot 2H_2O$

Przykład 6.

Obliczenia: $\text{Me}^{2+} | \text{Me} \quad E^\circ = 0,342 \text{ V} \Rightarrow \text{Me} - \text{Cu}$

$E = E^\circ + \frac{0,059}{n} \cdot \log C_{\text{Cu}^{2+}}$ $\text{Zn} | \text{Zn}^{2+} \quad E^\circ = 0,762 \text{ V}$

$E = E_{\text{kat}} - E_{\text{anod}}$ $1,084 \text{ V} = 0,762 \text{ V} + E_{\text{anod}}$

$E_{\text{kat}} = 0,322 \text{ V}$ $1,084 \text{ V} = E_{\text{kat}} - (0,762)$

$-0,322 \text{ V} = 0,342 \text{ V} + \frac{0,059}{2} \cdot \log [C_{\text{Cu}^{2+}}]$ $E_{\text{kat}} = 0,322$

$\log [C_{\text{Cu}^{2+}}] = -0,664$ $\log [C_{\text{Cu}^{2+}}] = -0,664$

$0,664 + \frac{0,059}{2} \cdot \log [C_{\text{Cu}^{2+}}] = 0$ $\frac{-0,664}{0,0295} = \log [C_{\text{Cu}^{2+}}]$

$0,664 + 0,0295 \cdot \log [C_{\text{Cu}^{2+}}] = 0$ $\log [C_{\text{Cu}^{2+}}] = -2,5$

$\log [C_{\text{Cu}^{2+}}] = -2,5$ $\frac{-0,02}{0,0295} = \log [C_{\text{Cu}^{2+}}] = -0,68$

$0,322 = 0,342 + \frac{0,059}{2} \cdot \log [C_{\text{Cu}^{2+}}]$ $M_{\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}} = 159,61 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$

$[C_{\text{Cu}^{2+}}] = 10^{-0,68} = 0,2 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$ $n_{\text{Cu}^{2+}} = 0,2 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} \cdot 0,5 \text{ dm}^3 = 0,1 \text{ mol}$

$n_{\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}} = n_{\text{CuCl}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}} = 0,05 \text{ mol}$ $m_{\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}} = 7,98 \text{ g}$

$m_{\text{CuCl}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}} = 22,05 \text{ g} - 7,98 \text{ g} = 14,07 \text{ g}$

$M = \frac{14,07 \text{ g}}{0,05 \text{ mol}} = 281,4 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$ $m_{\text{H}_2\text{O}} \text{ w } 1 \text{ molu} = 18,02 \text{ g}$

$\frac{14,07 \text{ g}}{18,02 \text{ g}} \approx 8$

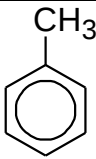
Wzór hydratu: $\text{CuCl}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ $\text{CuCl}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$

W zadaniu 9.1. konieczne było właściwe zinterpretowanie danych elektrochemicznych, zastosowanie równania Nernsta, poprawne wykorzystanie informacji o składzie mieszaniny oraz zachowanie wymaganej dokładności obliczeń. Analiza rozwiązań tego zadania pokazuje, że największą trudność sprawiało zdającym nie tyle wykonanie pojedynczego działania rachunkowego, ile poprawne przeprowadzenie całego wieloetapowego wnioskowania i konsekwentnego działania.

Zbliżony poziom trudności miało **zadanie 14.** (poziom wykonania – 16 %). Sprawdzało ono znajomość przemian zachodzących podczas przeróbki ropy naftowej oraz właściwości związków stosowanych jako dodatki do paliw. W tym zadaniu zdający mieli uzupełnić tabelę, przyporządkowując wzory związków organicznych – jednego będącego antydetonatorem i drugiego otrzymywanego w wyniku reformingu. Wzory związków zostały zamieszczone we wprowadzeniu do zadania.

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
$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 - \text{C} - \text{O} - \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$	

Uzupełnij tabelę. Wpisz numery, którymi oznaczono opisane związki.

Zdający często dokonywali niepoprawnego wyboru jednego lub obu związków. To zadanie nie wymagało przeprowadzenia złożonego rozumowania, a bardzo niski poziom jego wykonania i analiza udzielonych odpowiedzi pozwala wnioskować, że bardzo duża grupa zdających niewystarczająco utrwaliła wiadomości z tego zakresu (przykład 7.). W tym przykładzie pokazany jest jeszcze jeden rodzaj błędu, który zdający popełniali w zadaniu 14. Niewłaściwe zrozumienie zadania przez zdających powodowało, że dokonywali oni przyporządkowania wszystkich wymienionych w zadaniu związków do podanych w tabeli terminów.

Przykład 7.

Produkt reformingu	Antydetonator
2, 3	1

Trudnym zadaniem (poziom wykonania – 21 %) okazało się **zadanie 13.**, w którym zdający mieli obliczyć pH roztworu soli ulegającej hydrolizie. Zadaniem zdających było uwzględnienie reakcji dysocjacji zasadowej K_2CO_3 i wyznaczenie wartości stałej dysocjacji tej reakcji.

W tym celu należało wykorzystać odpowiednią stałą dysocjacji kwasu węglowego oraz iloczyn jonowy wody. Na podstawie wyznaczonej wielkości należało obliczyć stężenie jonów OH^- i pH roztworu.

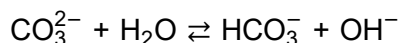
Bardzo dużą trudność sprawiało zdającym właściwe zinterpretowanie poprawnie zapisanego równania reakcji dysocjacji zasadowej. To prowadziło do najczęściej popełnianego błędu, jakim było użycie do obliczeń wartości pierwszej stałej dysocjacji kwasu węglowego – K_{a1} . Zdający stosowali wartość K_{a1} zamiast wartości drugiej stałej dysocjacji K_{a2} (przykład 8.). W konsekwencji otrzymywali błędną wartość K_b , a to prowadziło do uzyskania niewłaściwej

wartości pH. Ten błąd wskazuje na niezrozumienie zależności między reakcją anionu węglanowego z wodą a dysocjacja sprzężonego z nim kwasu.

Inna grupa błędów dotyczyła przekształcania zależności opisujących stan równowagi.

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 $K_w = 1,00 \cdot 10^{-14}$.

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

[illegible]

Przykład 8.

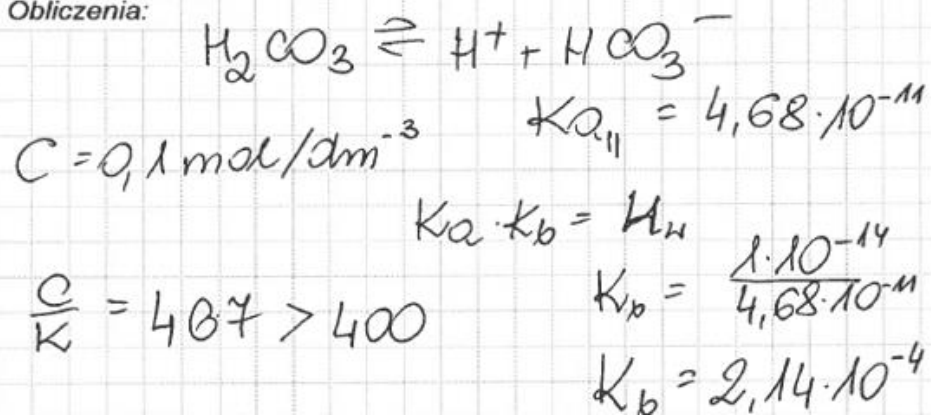
Obliczenia:

$$[\text{CO}_3^{2-}] = 0,1 \text{ mol/dm}^3$$
$$K_a = 4,47 \cdot 10^{-7}$$
$$K_b = \frac{K_w}{K_a} = \frac{10^{-14}}{4,47 \cdot 10^{-7}} = 2,24 \cdot 10^{-8}$$
$$2,24 \cdot 10^{-8} = \frac{[\text{HCO}_3^-] \cdot [\text{OH}^-]}{0,1}$$
$$[\text{HCO}_3^-] \cdot [\text{OH}^-] = 2,24 \cdot 10^{-9} \text{ mol/dm}^3$$
$$[\text{OH}^-] = 4,73 \cdot 10^{-5} \text{ mol/dm}^3$$
$$p_{\text{OH}} = 4,33$$
$$pH = 14 - 4,33 = 9,67$$

Zdarzało się, że zdający nieprawidłowo stosowali ją do obliczenia stężenia jonów OH^- mimo poprawnego wyznaczenia wartości K_b – przykład 9. Należy też zwrócić uwagę na sytuacje, w których zdający znali i stosowali poprawną metodę rozwiązania zadania, lecz popełniali błędy rachunkowe podczas wykonywania kolejnych kroków prowadzących do wyniku (przykład 10.).

Przykład 9.

Obliczenia:



$$K_b = x^2 \cdot C_0$$

$$K_b = \left(\frac{C_{\text{zdys}}}{C_0} \right)^2 \cdot C_0 \Rightarrow K_b = \frac{C_{\text{zdys}}^2}{C_0} \cdot C_0$$

$$C_{\text{zdys}} = \sqrt{\frac{K_b}{C_0}} \quad C_{\text{zdys}} = [\text{OH}^-]$$

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

$$[\text{OH}^-] = 4,626 \cdot 10^{-3}$$

$$\text{pOH} = -\log[\text{OH}^-]$$

$$\text{pOH} = 5,376$$

$$\text{pH} = 14 - 5,38 = 8,62$$

Przykład 10.

$\text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HCO}_3^- + \text{OH}^-$

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

Obliczenia: $\text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{H}^+ + \text{HCO}_3^-$ $K_a = 4,68 \cdot 10^{-7}$
 $\text{HCO}_3^- \rightarrow \text{CO}_3^{2-} + \text{H}^+$ $K_a = 4,68 \cdot 10^{-11}$
 $K_b = \frac{K_w}{K_a} = \frac{10^{-14}}{4,68 \cdot 10^{-11}} = 2,14 \cdot 10^{-4}$

zakładam $v = 1 \text{ dm}^3$

$\text{K}_2\text{CO}_3 \rightarrow 2\text{K}^+ + \text{CO}_3^{2-}$

0,1 mol 0,2 mol 0,1 mol

$\text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HCO}_3^- + \text{OH}^-$

	pozał.	przebieg	końcowa (m.c.m.)
CO_3^{2-}	0,1	-x	0,1-x
H_2O			
HCO_3^-		+x	x
OH^-		+x	x

$2,14 \cdot 10^{-4} = \frac{x^2}{(0,1-x)}$

$2,14 \cdot 10^{-4}(0,1-x) = x^2$

$2,14 \cdot 10^{-5} - 2,14 \cdot 10^{-4}x = x^2$

$2,14 \cdot 10^{-5} - 2,14 \cdot 10^{-4}x - x^2 = 0$

$\Delta = 8,56 \cdot 10^{-5}$

$\sqrt{\Delta} = 9,25 \cdot 10^{-3}$

$x = \frac{2,14 \cdot 10^{-4} - 9,25 \cdot 10^{-3}}{-2} = 4,518 \cdot 10^{-3}$

czyli $\text{OH}^- = 4,518 \cdot 10^{-3}$

$\text{pH} = 14 - \log(4,518 \cdot 10^{-3}) = 2,36$

$\text{pH} = 14 - 2,36 = 11,64$

Zdarzały się też prace, w których poprawnie obliczano stężenie jonów OH^- , ale końcowa wartość pH nie była prawidłowa – przykład 11.

Przykład 11.

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

Obliczenia:

$$K_2CO_3 \rightarrow 2K^+ + CO_3^{2-}$$

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

$$K_{aHCO_3} = 4,68 \cdot 10^{-11}$$

$$K_{bCO_3^{2-}} \cdot K_{aHCO_3} = 10^{-14}$$

$$K_{bCO_3^{2-}} = 2,13 \cdot 10^{-4}$$

$$2,13 \cdot 10^{-4} = \frac{x^2}{(0,1-x)^2}$$

$$2,13 \cdot 10^{-4} (0,1-x)^2 = x^2$$

$$0,85 - 2,13 \cdot 10^{-4} x = x^2$$

$$x^2 + 2,13 \cdot 10^{-4} x - 0,85 = 0$$

$$\Delta = 4,5369 \cdot 10^{-8} - 4 \cdot 1 \cdot (-0,85) = 3,4$$

$$x_1 = \frac{-2,13 \cdot 10^{-4} + 1,84}{2} = 0,91$$

$$x_2 = \frac{-2,13 \cdot 10^{-4} - 1,84}{2}$$

$$4,61 \cdot 10^{-3} \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} = [OH^-]$$

$$pOH = -\log 4,61 \cdot 10^{-3} = 2,33$$

$$pH = 11,67$$

$\alpha = \frac{x}{0,1}$
 $\frac{C_0}{K_b} = 469 \gg 400$
 $\Downarrow$
 $K_b = \alpha^2 \cdot C_0$
 $2,13 \cdot 10^{-4} = \left(\frac{x}{0,1}\right)^2 \cdot 0,1 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$
 $2,13 \cdot 10^{-4} = \frac{x^2}{0,01} \cdot 0,1$
 $2,13 \cdot 10^{-4} = 10 x^2$
 $x^2 = 2,13 \cdot 10^{-5}$
 $x = 4,61 \cdot 10^{-3}$

Jak się okazuje w zadaniach wymagających obliczenia pH roztworu soli, konieczne jest poprawne rozpoznanie równowagi chemicznej opisującej reakcję jonów z wodą, wyznaczenie właściwej stałej równowagi (prawidłowa interpretacja procesu) oraz zastosowanie odpowiednich zależności matematycznych. Posługiwanie się tymi zależnościami wymaga zaś konsekwencji i uważności.

Trudne okazują się zadania, w poleceniu których użyto czasownika operacyjnego wyjaśnij albo uzasadnij. Wyjaśnienia opisanego procesu wymagało zadanie 25.1., natomiast uzasadnienia dokonanego przez siebie wyboru zdający miał dokonać w zadaniach 22. i 24. W **zadaniu 25.1.** (poziom wykonania – 24%) należało wyjaśnić zmiany zaobserwowane po wprowadzeniu kwasu solnego do roztworu benzokainy.

Zgodnie z zapisem w *Informatorze o egzaminie maturalnym z chemii od roku szkolnego 2024/2025*, w odpowiedzi do zadania z czasownikami *wykaż, wyjaśnij* w poleceniu „zdający

formuluje krótką wypowiedź argumentacyjną, w której – dla rozpatrywanego zjawiska, procesu, właściwości i w zakresie określonym w poleceniu – przedstawia właściwy związek przyczynowo-skutkowy, opisuje mechanizm danego procesu [...]”.

Wyjaśnienie omówionego w zadaniu 25.1. procesu musiało zatem zawierać 3 elementy:

- wskazanie, że benzokaina reaguje z kwasem solnym
- informację o powstawaniu soli (związku jonowego)
- wskazanie, że produkt reakcji jest rozpuszczalny w wodzie.

Sama informacja o zachodzeniu reakcji benzokainy z kwasem solnym nie była wystarczająca, tak samo jak stwierdzenie, że w wyniku dodawania kwasu solnego powstaje produkt dobrze rozpuszczalny w wodzie. Konieczne było powiązanie przyczyny (zachodzi reakcja chemiczna) z mechanizmem (charakter powstałego produktu) oraz ze skutkiem, którym była obserwacja dokonana w doświadczeniu.

W odpowiedziach często pojawiały się nieprecyzyjne lub niepoprawne opisy istoty przemiany, mimo poprawnego wskazania udziału grupy aminowej w reakcji – przykłady 12.–15.

Dla 76% piszących największą trudność sprawiło sformułowanie kompletnego wyjaśnienia.

W zdecydowanej większości odpowiedzi występował tylko jeden, rzadziej dwa z wymaganych elementów. Zdający opisywali powstanie soli i jej dobrą rozpuszczalność bez odniesienia do budowy tej substancji (przykład 14.), wskazywali wyłącznie na reakcję grupy aminowej z HCl (przykład 15.) albo ograniczali się do stwierdzenia, że benzokaina reaguje z kwasem i dlatego powstaje klarowny roztwór.

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.

Przykład 12.

...Cząsteczki HCl ^{w tworzą wiązanie jonowe z grupą aminową} przyłączają się do grupy aminowej, przez co powstanie sol, która jest dobrze rozpuszczalna w wodzie.

Przykład 13.

W wyniku dodania HCl ^{do benzokainy} chlor przyłącza się do NH_2 tworząc $NH_3^+Cl^-$ czyli sol dobrze rozpuszczalną w wodzie, a więc związek ten cały rozpuszcza się tworząc klarowny roztwór.

Przykład 14.

W wyniku doświadczenia powstaje sól, której rozpuszczalność jest większa niż rozpuszczalność benzokainy.

Przykład 15.

Benzokaina będzie która jest nierozpuszczalna w wodzie będzie reagować z HCl. Dzięki temu dojdzie do powstania klarownego roztworu bo benzokaina się roztworzy.

Zadanie 22. – pierwsze z dwóch zadań z czasownikiem operacyjnym uzasadnij – (poziom wykonania – 32 %) sprawdzało umiejętność powiązania budowy związków organicznych z ich właściwościami chemicznymi oraz zaprojektowania sposobu ich rozróżnienia. Zadanie było częścią wiązki poprzedzonej informacją wprowadzającą.

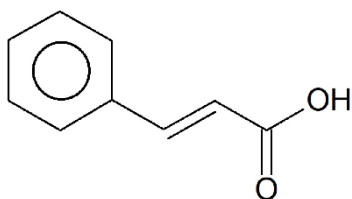
W odpowiedzi zdający miał wskazać odczynnik – roztwór wodny chlorku żelaza(III), a następnie uzasadnić swój wybór, odwołując się do:

- obecności grup hydroksylowych związanych bezpośrednio z pierścieniem aromatycznym w cząsteczce kwasu kawowego i braku takich grup w cząsteczce kwasu cynamonowego
- konsekwencji tej różnicy, czyli powstawania barwnego związku kompleksowego w reakcji tych grup z jonami żelaza(III).

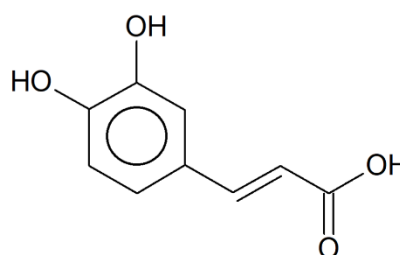
Największą trudność sprawiało sformułowanie pełnego uzasadnienia. Bardzo wielu zdających poprawnie rozpoznawało różnicę w budowie obu kwasów – wskazywało na obecność grup hydroksylowych związanych z pierścieniem aromatycznym w cząsteczce kwasu kawowego i ich brak w cząsteczce kwasu cynamonowego – ale na tym kończyło odpowiedź (przykłady 16. i 17.). Samo porównanie budowy cząsteczek nie spełniało warunku polecenia, które wymagało odwołania się do konsekwencji tej różnicy – barwnego efektu reakcji.

Informacja do zadań 21.–22.

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



kwas cynamonowy



kwas kawowy

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.

 $\text{FeCl}_3(\text{aq})$ $\text{Br}_2(\text{aq})$ $\text{KMnO}_4(\text{aq})$

Przykład 16.

$\text{FeCl}_3(\text{aq})$ $\text{Br}_2(\text{aq})$ $\text{KMnO}_4(\text{aq})$

Uzasadnienie: kwas kawowy zawiera grupy fenolowej, która ~~nie~~ reaguje z FeCl_3 , natomiast kwas cynamonowy nie zawiera tej grupy więc nie reaguje z FeCl_3 .

Przykład 17.

$\text{FeCl}_3(\text{aq})$ $\text{Br}_2(\text{aq})$ $\text{KMnO}_4(\text{aq})$

Uzasadnienie: ponieważ ~~nie~~ w budowie kwasu cynamonowego nie występuje grupa $-\text{OH}$ bezpośrednia połączone z pierścieniem aromatycznym, a w kwasie kawowym tak.

Niewystarczające były również odpowiedzi stwierdzające jedynie, że kwas kawowy reaguje z chlorkiem żelaza(III), a kwas cynamonowy nie reaguje z tym odczynnikiem (przykład 18.).

Przykład 18.

$\text{FeCl}_3(\text{aq})$ $\text{Br}_2(\text{aq})$ $\text{KMnO}_4(\text{aq})$

Uzasadnienie: FeCl_3 pozwala odróżnić kwas kawowy od cynamonowego, ponieważ kwas kawowy ma grupy fenolowe i swoim wzorem chemicznym, natomiast kwas cynamonowy nie, przez co FeCl_3 zareaguje z kw. kawowym.

Aby poprawnie uzasadnić wybór odczynnika w odpowiedzi, należało podać przyczynę (budowa odróżnianych związków) i możliwy do zaobserwowania skutek reakcji (powstanie barwnego związku kompleksowego). Dopiero taka konstrukcja wypowiedzi uzasadnia, dlaczego wodny roztwór FeCl_3 pozwala doświadczalnie rozróżnienie kwasów kawowego i cynamonowego.

Analiza odpowiedzi zdających wskazuje, że często posiadali oni potrzebną wiedzę o budowie obu związków, ale mieli trudność ze sformułowaniem kompletnej wypowiedzi zawierającej związek przyczynowo-skutkowy. W zadaniach wymagających uzasadnienia wskazanie przyczyny, ani samo stwierdzenie skutku jest niewystarczające. Należy powiązać oba wymagane elementy w spójną logiczną wypowiedź. W zadaniu 22. konieczne było określenie różnicy w budowie kwasu kawowego i kwasu cynamonowego oraz określenie, jakie właściwości wynikają z tej różnicy i w jaki sposób ujawniają się one w obserwacjach pozwalających rozstrzygnąć postawiony w zadaniu problem.

Liczne odpowiedzi maturzystów zawierały błędy merytoryczne, w szczególności niepoprawną nomenklaturę – przykład 22. Dodatkowo w przykładzie 19. zdający zasugerował, nieudolnie budując swoją wypowiedź, że kwas kawowy został zanieczyszczony fenolem, a kwas cynamonowy tych zanieczyszczeń nie zawiera.

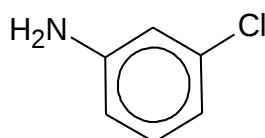
Przykład 19.

$\text{FeCl}_3(\text{aq})$ $\text{Br}_2(\text{aq})$ $\text{KMnO}_4(\text{aq})$
 Uzasadnienie: *Przyjęte FeCl₃. Ze względu na obecność fenolu u...*
kwantytatywnym... dodanie FeCl₃ sprawi, że kolor... zmieni...
kolor na fioletowy. Kwas manganowy nie zawiera g. fenolu...
wg nie... kolor nie zmieni swojej barwy.

W zadaniu 24., tak jak w poprzednim omawianym, należało uzasadnić dokonany wybór, odwołując się do wpływu kierującego podstawników. Zdający mieli rozstrzygnąć, który z przedstawionych dwóch ciągów reakcji pozwoli z większą wydajnością otrzymać 3-chloroanilinę, a następnie dokonać uzasadnienia dokonanego rozstrzygnięcia. Poziom wykonania tego zadania to 37%.

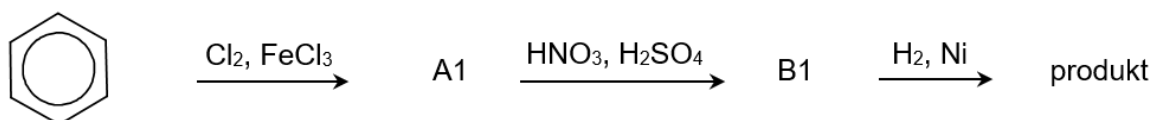
Zadanie 24. (0–1)

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

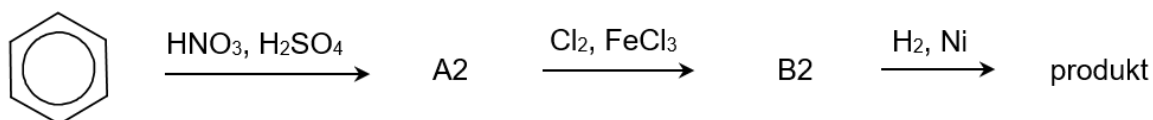


Uczniowie przedstawili dwa projekty, każdy składający się z trzech etapów, opisanych na poniższych schematach.

Projekt 1.



Projekt 2.



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.

W tym zadaniu piszący często też popełniali błędy wynikające z braku należytej staranności w posługiwaniu się poprawną terminologią i poprawną nomenklaturą w opisie podstawników przyłączanych do pierścienia aromatycznego lub w opisie pozycji tych podstawników (przykłady 20.–23.).

Przykład 20.

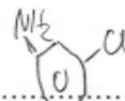
Rozstrzygnięcie: ...projekt 2...

Uzasadnienie: ze względu na to, że jeśli porytaczymy chlo. to będzie on wielonaf. z. połączenie -2 lub -4. ca. nie będzie...
...sulfonato...strymaniem...zniażku...utólega...chsemy...to...podstawili...
pitycha się inaczej.

Przykład 21.

Rozstrzygnięcie: 2

Uzasadnienie: Parci udeży atymy jako gływz puchdt...
gdy...nie...nie...bun...to...podm...gdy...pztgury...Cl₂ to...NO₂...bądź...
...inw...to...Cl₂...w...pztgury...2...a...w...projekte 1...chlo...bądź...puchdt...w 2 lub 4



Przykład 22.

Rozstrzygnięcie: 2

Uzasadnienie: Ponieważ grupa NO₂, która...
...do pierścienia...
...w...pztgury...Cl₂ to...NO₂...bądź...
...inw...to...Cl₂...w...pztgury...2...a...w...projekte 1...chlo...bądź...puchdt...w 2 lub 4

Przykład 23.

Rozstrzygnięcie: ...projekt 2...

Uzasadnienie: Ponieważ...
...HNO₃ i H₂SO₄...
...NO₂...
...-NO₂...
...-NO...

Analiza prac tegorocznych zdających wskazuje na niewielkie przygotowanie praktyczne w zakresie doświadczeń oraz zdobytej wiedzy i opanowanych umiejętności. Dowodzą tego rozwiązania piszących np. w zadaniu 10. z tegorocznego arkusza maturalnego. W **zadaniu 10.** (poziom wykonania – 24%) należało zinterpretować przebieg doświadczenia chemicznego na podstawie przedstawionego materiału barwnego, wybrać substraty oraz zidentyfikować produkt powstały z ich połączenia. Następnie zdający mieli zapisać równanie reakcji – w formie jonowej skróconej – która zaszła w zaprezentowanym doświadczeniu. Wykonanie wymaganych w zadaniu czynności okazało się dla zdających trudne. Problemem była przede wszystkim właściwa analiza materiału źródłowego. Duża grupa zdających przyporządkowywała roztwory soli w sposób losowy. Nierzadko piszący koncentrowali się na

dopasowywaniu barw roztworów do zapamiętanych właściwości poszczególnych jonów, zamiast rozważyć, które z podanych par substancji mogą utworzyć osad widoczny na zdjęciu 2. Szczególnie często wybierano $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ jako sól znajdującą się w pipecie (przykłady 24.–26.). Zapewne decydowało o tym utożsamienie obecności jonów Fe^{3+} z żółtą barwą roztworu. Takie postępowanie prowadziło jednak do pominięcia istotnej obserwacji, jaką było powstanie osadu o określonej barwie.

Zadanie 10. (0–2)

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



Zdjęcie 1. Zdjęcie 2.

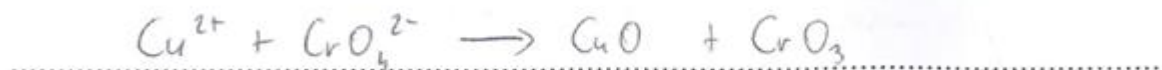
Spośród substancji wymienionych niżej wybierz te, których roztwory zostały użyte w opisanym doświadczeniu. Zaznacz wzory odpowiednich soli. Następnie napisz w formie jonowej skróconej równanie zachodzącej reakcji.

Przykład 24.

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:



Przykład 25.

Sól w roztworze w pipecie:

KCl K_2CrO_4 $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$
 Sól w roztworze w probówce: CuSO_4 $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3$ AgNO_3 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ AgNO_3
 niebieski zielony białawy

Równanie zachodzącej reakcji:

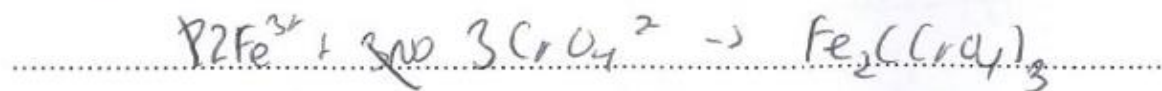


Przykład 26.

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

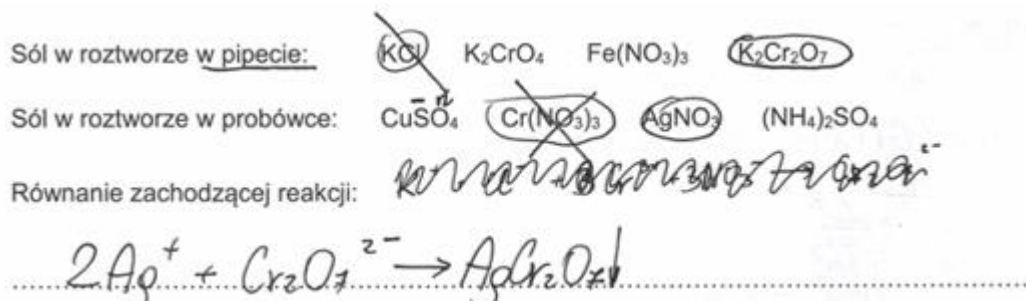
Sól w roztworze w probówce: CuSO_4 $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3$ AgNO_3 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$

Równanie zachodzącej reakcji:



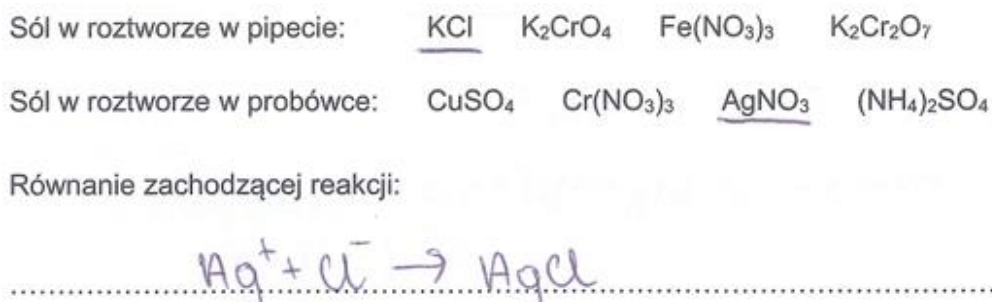
Innym źródłem błędów było mylenie jonów chromianowych(VI) z jonami dichromianowymi(VI). Część zdających wybierała $K_2Cr_2O_7$ zamiast K_2CrO_4 , a następnie konsekwentnie zapisywała równanie reakcji prowadzące do powstania $Ag_2Cr_2O_7$ (przykład 27.).

Przykład 27.



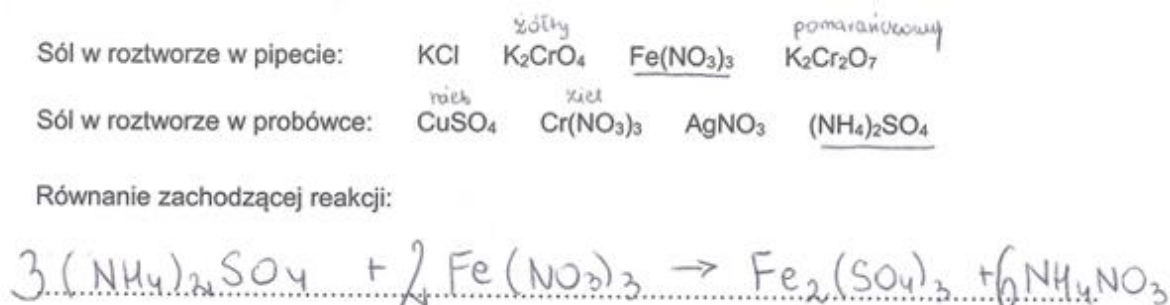
Zdarzały się także odpowiedzi, w których zdający wybierali parę substancji rzeczywiście mogących utworzyć osad, lecz nie odnosili jego barwy do barwy osadu przedstawionego na zdjęciu 2. Takiego wyboru dokonał zdający (przykład 28), który wybrał roztwory KCl i $AgNO_3$ oraz zapisał równanie reakcji strącania $AgCl$, zapominając równocześnie, że początkowo ten osad jest biały, a po dłuższym czasie staje się czarny.

Przykład 28.



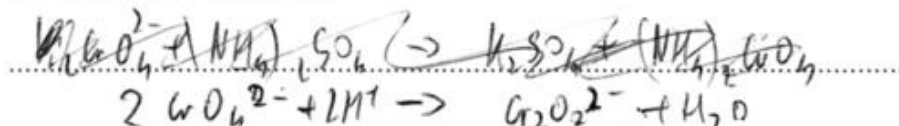
W dużej liczbie prac zaznaczone substancje nie mogły prowadzić do obserwowanej przemiany, a zapisywane równania nie wynikały z wybranego zestawu reagentów lub przedstawiały reakcje, które w opisanych warunkach nie zachodzą (przykłady 29.–31.).

Przykład 29.



Przykład 30.Sól w roztworze w pipiecie: KCl K₂CrO₄ Fe(NO₃)₃ K₂Cr₂O₇Sól w roztworze w probówce: CuSO₄ Cr(NO₃)₃ AgNO₃ (NH₄)₂SO₄

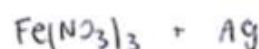
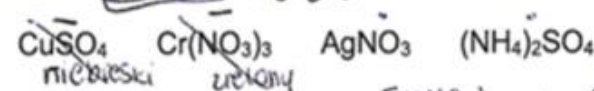
Równanie zachodzącej reakcji:

Przykład 31.

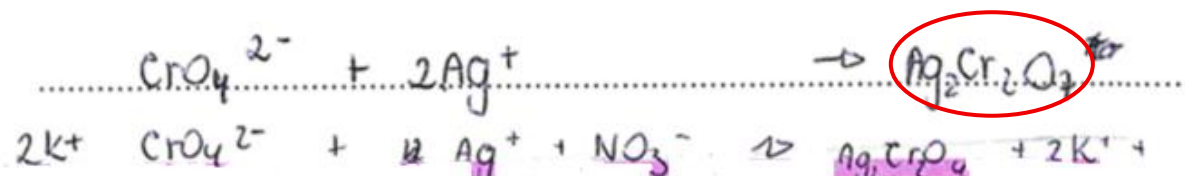
Sól w roztworze w pipiecie:



Sól w roztworze w probówce:



Równanie zachodzącej reakcji:

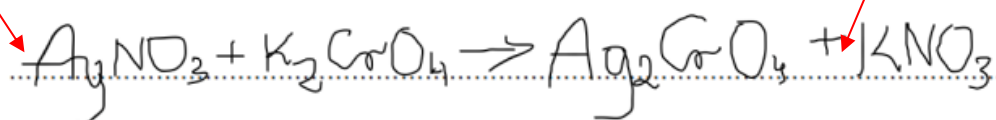


Pojawiały się również próby wykorzystania równowagi między jonami chromianowymi(VI) i dichromianowymi(VI), mimo że warunki doświadczenia nie uzasadniały takiego sposobu rozwiązania (przykład 30.). Zdający otrzymał informację, że do doświadczenia użyto tylko roztworów wodnych dwóch soli. Odpowiedzi takie wskazują na próbę dopasowania do zadania zapamiętanych równań reakcji z udziałem wymienionych jonów, zamiast wnikliwego przeanalizowania przebiegu przedstawionego doświadczenia.

Pewnej grupie zdających trudność sprawiało także zapisanie równania reakcji w wymagany sposób. Nawet mimo poprawnego wyboru obu soli zdarzały się odpowiedzi z niepoprawnie zapisanym równaniem reakcji (przykład 32.). Analiza rozwiązań tego zadania pozwala na stwierdzenie, że zdający mają problem z połączeniem wiadomości teoretycznych z oceną zaprezentowanych danych doświadczalnych. Zdający często wykorzystywali pojedyncze, zapamiętane w toku nauki informacje o barwach roztworów określonych jonów lub rozpuszczalności soli, ale nie zestawiali posiadanych danych w spójną całość.

Przykład 32.Sól w roztworze w pipiecie: KCl K₂CrO₄ Fe(NO₃)₃ K₂Cr₂O₇Sól w roztworze w probówce: CuSO₄ Cr(NO₃)₃ AgNO₃ (NH₄)₂SO₄

2 Równanie zachodzącej reakcji:



W tegorocznym arkuszu dla zdających trudne okazały się zadania polegające na napisaniu wzorów związków organicznych albo zapisaniu równań reakcji omówionych w informacjach wprowadzających do zadań (przemian związków organicznych), tj. zadania 15.2., 16.2., podobnie zadania 23., 27. oraz 28.

Zadanie 16.2. (poziom wykonania – 27 %) sprawdzało umiejętność wykorzystania informacji wprowadzającej dotyczącej reakcji dysproporcjonowania aldehydów oraz zapisania równania reakcji w formie jonowej skróconej. W informacji wprowadzającej podano, że w przypadku mieszaniny aldehydów zawierającej metanal to właśnie on ulega utlenieniu do kwasu, natomiast drugi aldehyd redukuje się do odpowiedniego alkoholu. Zdający powinni wykorzystać tę informację i zapisać równanie reakcji aldehydu benzoesowego z metanalem w środowisku zasadowym.

Postawiony w tym zadaniu problem wymagał od zdających poprawnej analizy oraz przetworzenia informacji podanych we wprowadzeniu. Część piszących właściwie rozpoznawała, że w przedstawionej sytuacji metanal ulega utlenieniu do anionu mrówczanowego, jednak nie potrafili dokonać ustalenia produktu redukcji aldehydu benzoesowego.

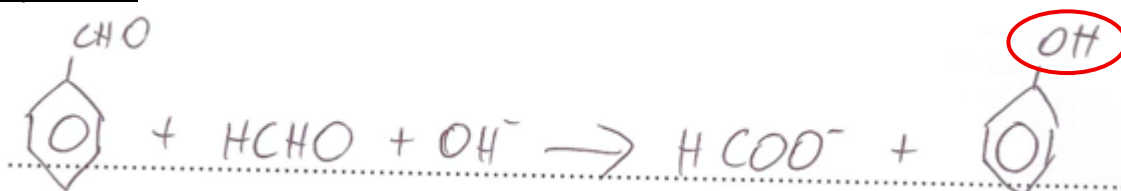
Zadanie 16.2. (0–1)

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.

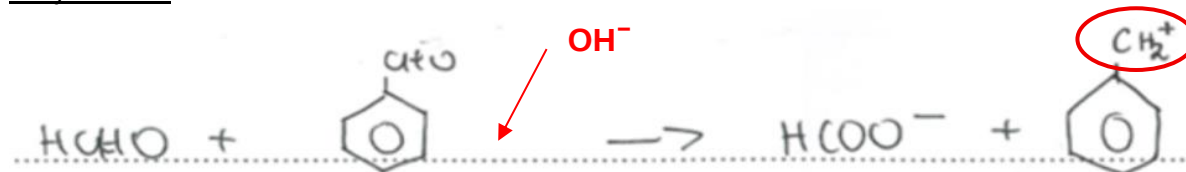
Zamiast fenylometanolu (alkoholu benzyłowego) zapisywali związki o nieprawidłowej budowie, np. fenol (przykład 33.), co wskazuje na nieuwzględnienie faktu, że redukcja grupy aldehydowej nie narusza szkieletu węglowego związku.

Przykład 33.



Duży problem sprawiało też poprawne zapisanie równania reakcji. Znaczna część zdających w swoich odpowiedziach podawała właściwe produkty reakcji, ale nie stosowała się do warunku zadania – równanie nie było zapisane w formie jonowej skróconej albo nie uwzględniano środowiska reakcji (przykłady 34.).

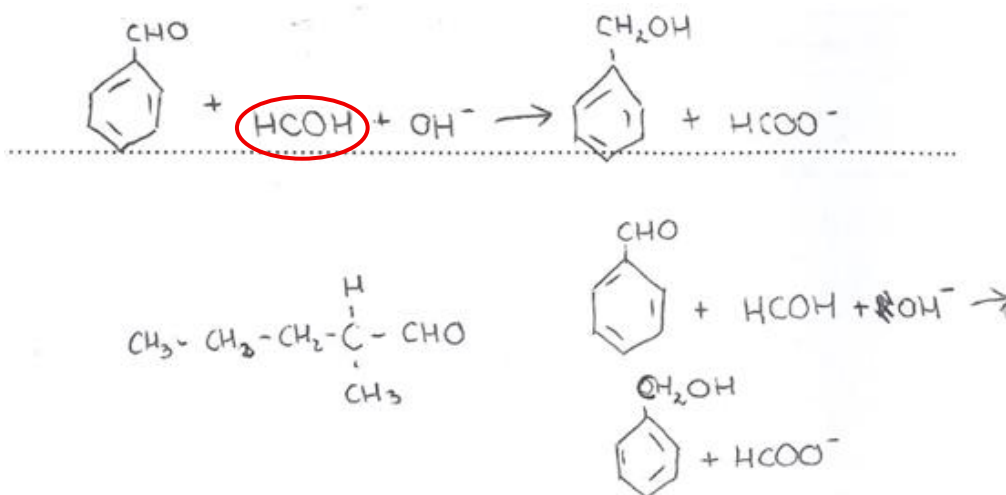
Przykład 34.



Z poziomu wykonania zadania można wnioskować, że dla zdających trudność stanowiło nie tyle odtworzenie wiadomości dotyczących właściwości aldehydów, ile zastosowanie pozyskanej informacji do konkretnej, nowej sytuacji.

Wśród błędnych odpowiedzi zdarzały się również takie, w których zdający stosowali niewłaściwy zapis grupy aldehydowej (przykład 35.).

Przykład 35.



Podobny problem został przedstawiony maturzystom w zadaniu 23., które było wiązką dwóch zadań – **zadania 23.1.** (poziom wykonania 29 %) i **zadania 23.2.** wykonanego przez 27 % piszących.

W zadaniu 23.1. należało ustalić budowę dwóch izomerów związku organicznego opisanego w informacji wprowadzającej oraz napisanie równania reakcji hydroksykwasu – będącego jednym z tych izomerów – z wodorotlenkiem sodu.

Z kolei w zadaniu 23.2. po zapoznaniu się z informacją o reakcji dehydratacji, jakiej ulega kwas dikarboksylowy tj. kwas bursztynowy, zdający mieli napisać wzór produktu tej przemiany. Postawiony w tym zadaniu problem wymagał od zdających utworzenia wzoru cząsteczki cyklicznej z zastosowaniem posiadanych wiadomości odnoszących się do budowy i tworzenia cząsteczek wody. Celem rozwiązującego było pozyskanie, przetworzenie podanych treści oraz zastosowanie nabytej wiedzy do utworzenia wzoru opisanego produktu reakcji dehydratacji.

Mimo szczegółowych opisów w obu częściach zadania 23., wielu zdających nie potrafiło przełożyć pozyskanych wiadomości na oczekiwaną poprawną odpowiedź. W zapisach rozwiązań w zadaniu 23.1. występowały nieprawidłowe połączenia atomów lub grup atomów – wiązanie prowadzone było często do atomu wodoru zamiast do atomu węgla.

Wartościowość atomów węgla w zapisanych wzorach nie zawsze była równa cztery.

Dodatkowo w tym zadaniu zdający często pomijali część informacji dotyczących izomeru związku X – proponowali związki o niewłaściwej liczbie atomów węgla, o rozgałęzionym zamiast o prostym łańcuchu węglowym albo takie, których budowa nie odpowiadała warunkom dotyczącym położenia grup funkcyjnych i chiralności cząsteczki

(przykłady 36.–38.). W konsekwencji tych błędów również zapisane równanie reakcji utworzonego przez zdających związku z wodorotlenkiem sodu było niepoprawne. Zdarzyły się też rozwiązania, w których zdający zapisywali równanie reakcji z wodorotlenkiem potasu, a nie – ze wskazanym w poleceniu NaOH (przykład 39.).

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 $HOOC-CH_2-CH_2-COOH$.

Zadanie 23.1. (0–3)

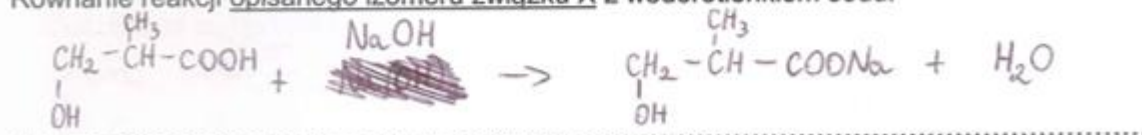
Wśród izomerów związku X zawierających dwie grupy funkcyjne i prosty łańcuch węglowy istnieją takie dwa, których cząsteczki są chiralne. W cząsteczkach jednego z nich grupy funkcyjne nie są połączone z tym samym atomem węgla.

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.

Przykład 36.

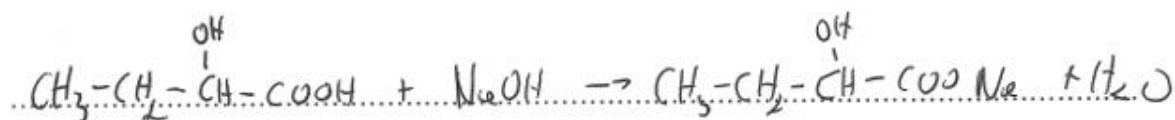
Wzór związku X	Wzór opisanego izomeru związku X
$\begin{array}{c} CH_2-CH_2-CH_2-COOH \\ \\ OH \end{array}$	$\begin{array}{c} CH_3 \\ \\ CH_2-CH-COOH \\ \\ OH \end{array}$

Równanie reakcji opisanego izomeru związku X z wodorotlenkiem sodu:

Przykład 37.

Wzór związku X	Wzór opisanego izomeru związku X
$\begin{array}{c} HO-CH_2-CH_2-CH_2-C(=O)OH \\ + \\ HO-CH_2-CH_2-CH_2-C(=O)OH \end{array}$	$\begin{array}{c} OH \\ \\ CH_3-CH_2-CH-C(=O)OH \end{array}$

Równanie reakcji opisanego izomeru związku X z wodorotlenkiem sodu:



Przykład 38.

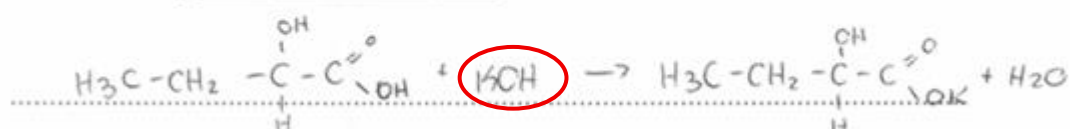
Wzór związku X	Wzór opisanego izomeru związku X
$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{COOH} \\ \\ \text{OH} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{OH} \end{array}$

Równanie reakcji opisanego izomeru związku X z wodorotlenkiem sodu:

Przykład 39.

Wzór związku X	Wzór opisanego izomeru związku X
$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{C}(=\text{O})\text{OH} \\ \\ \text{OH} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{C}(\text{OH})(\text{H})-\text{C}(=\text{O})\text{OH} \end{array}$

Równanie reakcji opisanego izomeru związku X z wodorotlenkiem sodu:

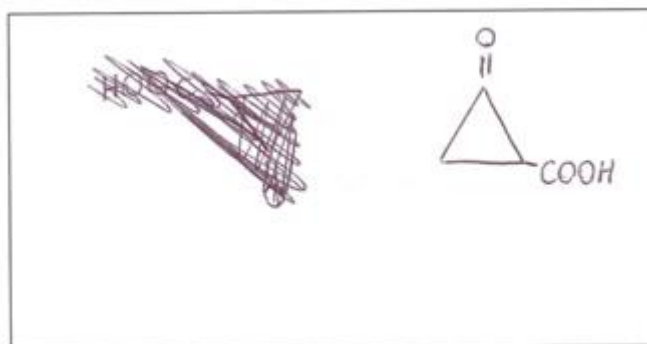


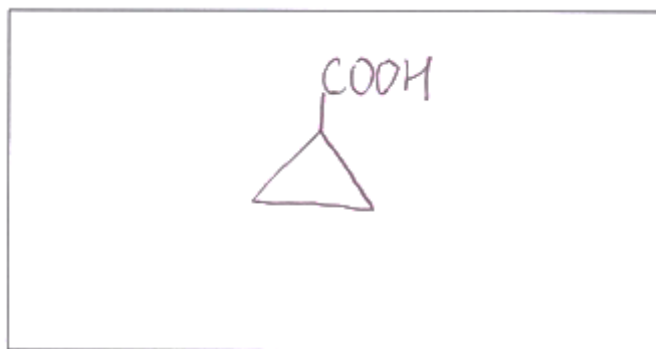
Natomiast w zadaniu 23.2 maturzyści zapisywali związki cykliczne o niewłaściwej budowie – w ich strukturze zachowana była grupa karboksylowa albo pojawiał się pierścień zbudowany tylko z atomów węgla. Bardzo często w zapisanych wzorach produktu dehydratacji nie był uwzględniony bilans atomów węgla, tlenu i wodoru, który powinien uwzględniać eliminację cząsteczki wody z cząsteczki kwasu bursztynowego (przykłady 40. i 41.).

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.

Przykład 40.

Przykład 41.

Podobny poziom wykonania jak zadanie 23. miało **zadanie 15.2.** (27%). Wymagało ono przeanalizowania opisu budowy dwóch węglowodorów i ustalenia wzorów związków. Zdający musieli uwzględnić jednocześnie jednakowy wzór sumaryczny obu węglowodorów, opisany w informacji wprowadzającej indeks niedoboru wodoru, liczbę atomów węgla o hybrydyzacji sp^2 oraz budowę produktu polimeryzacji drugiego węglowodoru – węglowodoru B. Zdający mieli także posłużyć się informacją dotyczącą stechiometrii reakcji uwodornienia obu związków.

W rozwiązaniach tego zadania również największą trudność sprawiało poprawne powiązanie wszystkich warunków podanych w informacji do zadania. Szczególnie często piszący pomijali informację, że do uwodornienia jednego mola węglowodoru B konieczna jest dwukrotnie większa ilość wodoru niż do uwodornienia jednego mola węglowodoru A.

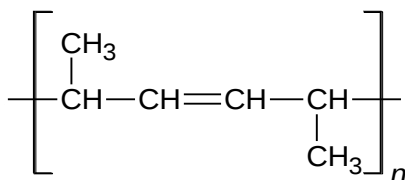
W cząsteczce węglowodoru B występowały dwa wiązania podwójne, do jego całkowitego uwodornienia niezbędne były dwa mole wodoru. Natomiast uwodornienie węglowodoru A wymagało jednego mola wodoru. Taka stechiometria reakcji uwodorniania wskazywała na występowanie w cząsteczce związku A innego niż wiązanie podwójne elementu decydującego o indeksie niedoboru wodoru – obecności pierścienia.

W dużej liczbie zdający zapisali dla węglowodoru A wzór związku łańcuchowego z jednym wiązaniem podwójnym (przykład 42.). Wynikało to z pominięcia faktu, że taki związek ma inny wzór sumaryczny niż węglowódor B. Jeśli ten postępowanie zostało wykonane i zdający zapisywali poprawny wzór węglowodoru B, to nierzadko w rozwiązaniu pojawiały się równania reakcji uwodornienia węglowodoru A niezgodne z warunkami zadania (przykład 43.).

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:

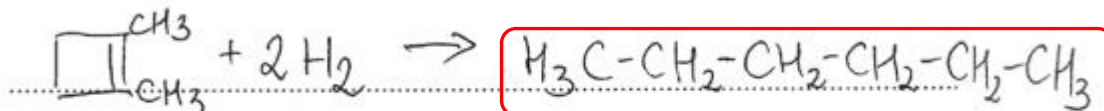
- w cząsteczkach węglowodoru A nie występują trzeciorzędowe atomy węgla
- łańcuch węglowodoru B jest nierozgałęziony i zawiera cztery atomy węgla o hybrydyzacji orbitali walencyjnych sp^2 . W wyniku polimeryzacji węglowodoru B można otrzymać związek o wzorze:



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

Przykład 42.

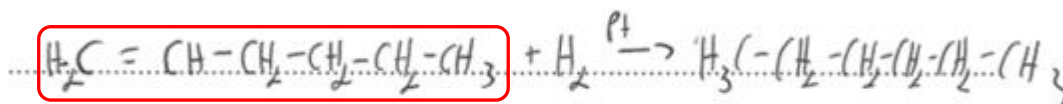
Równanie reakcji:



Wzór węglowodoru B: $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3$

Przykład 43.

Równanie reakcji:



Wzór węglowodoru B: $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3$

W tegorocznym arkuszu maturalnym pojawiła się też grupa błędów związanych z nieznajomością tworzenia zapisu wzorów łańcuchowych związków organicznych w projekcji Fischera oraz z tworzeniem na ich podstawie wzorów taflowych Hawortha. Taka sytuacja miała miejsce w rozwiązaniach zadania 27. (poziom wykonania 36%) i zadania 28. (poziom wykonania – 27%).

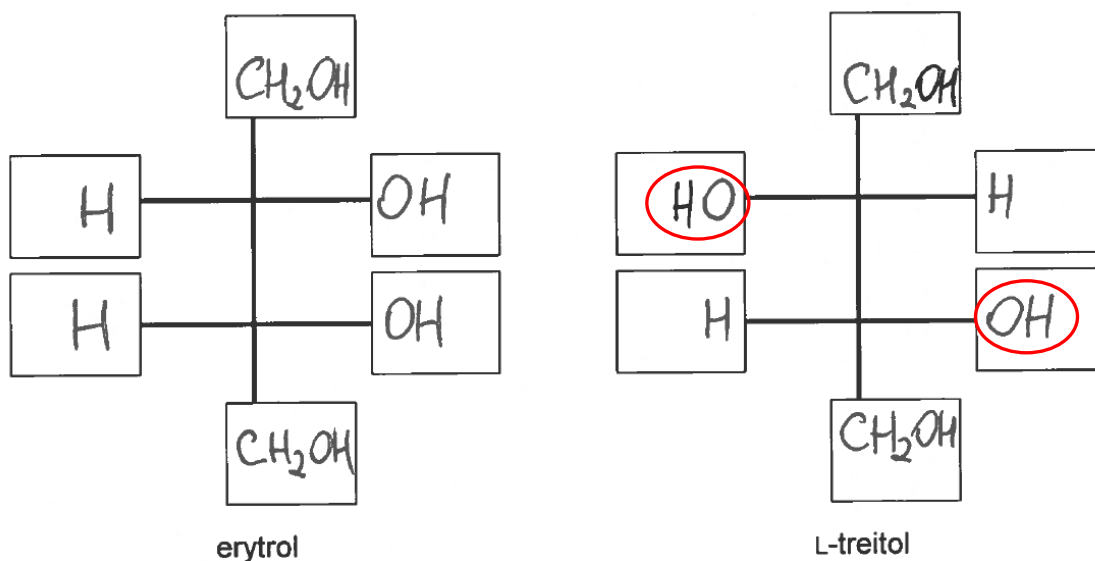
Zdający często nieprawidłowo rozmieszczali grupy hydroksylowe i atomy wodoru we wzorze łańcuchowym L-treitolu (przykład 44.) czy we wzorze taflowym D-arabinozy (przykład 45.). Zdarzały się rozwiązania, w których uzupełnione schematy wzorów zawierały dwie grupy hydroksylowe (zamiast czterech) we wzorze L-treitolu albo pięć grup hydroksylowych w cząsteczce cukru. Takie błędy mogą być traktowane jako błędy nieuwagi, ale mogą też wynikać z nieznajomości tworzenia obu form wzorów – formy łańcuchowej (projekcja Fischera) i formy pierścieniowej (projekcja Hawortha). Takie sytuacje przedstawiono w przykładach 46. i 47.

Zadanie 27. (0–2)

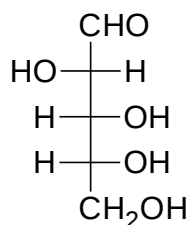
Alkohole tetrahydroksylowe o wzorze sumarycznym $C_4H_{10}O_4$ występują w postaci diastereoizomerów. Jeden z nich, stosowany jako słodzik, nosi nazwę erytrol (lub erytrytol). Jego cząsteczki są achiralne, natomiast cząsteczki jego diastereoizomeru nazywanego treitolem są chiralne.

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

Przykład 44.

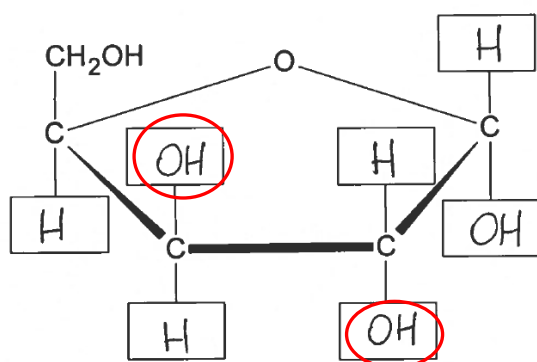
**Zadanie 28. (0–1)**

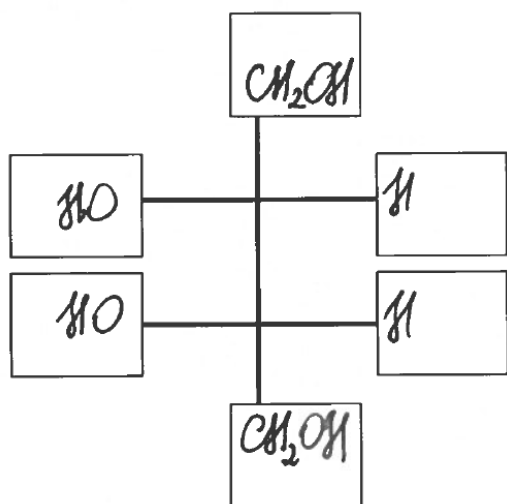
Poniżej przedstawiono wzór D-arabinozy w projekcji Fischera.



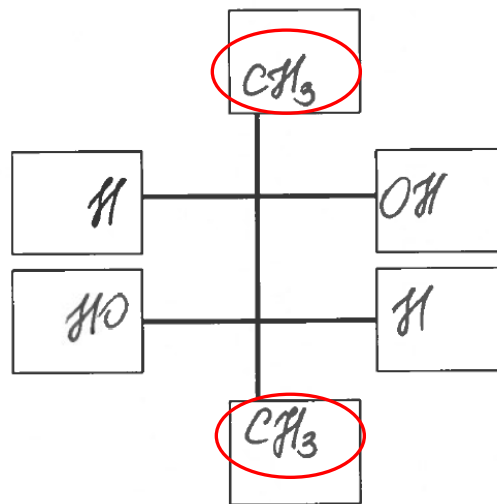
Na podstawie analizy wzoru D-arabinozy uzupełnij wszystkie pola schematu tak, aby przedstawiał on wzór α -D-arabinofuranozy w projekcji Hawortha (wzór taflowy).

Przykład 45.

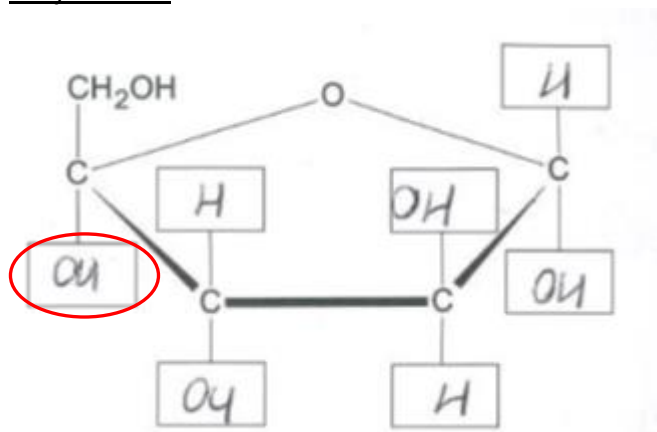


Przykład 46.

erytrol



L-treitol

Przykład 47.**Zadania, z którymi zdający poradzili sobie najlepiej**

Najłatwiejszym dla zdających okazało się **zadanie 12.** (poziom wykonania – 83%).

Rozwiązanie tego zadania polegało na uzupełnieniu tabeli – zdający miał dokonać identyfikacji roztworów i wpisać w odpowiednie pola tabeli wzór każdej z substancji, której roztwory wraz z dodanymi wskaźnikami umożliwiającymi identyfikację pokazano na zdjęciach. Dodatkowo od zdających oczekiwano przyporządkowania oznaczeń literowych wskaźników do każdego zdjęcia przedstawiającego identyfikowany roztwór z wprowadzonym do niego wskaźnikiem A, B albo C.

Zdecydowana większość tegorocznych maturzystów bezbłędnie rozwiązała to zadanie.

Jednak zdarzały się przypadki, że zdający zamiast wymienionego w treści zadania NaOH do tabeli wpisywali KOH (przykład 48.) lub, tak jak w przykładzie 49., zamieniali podaną w informacji krotność użycia danego wskaźnika. Zdający zamiast trzykrotnie wpisać do tabeli błękit bromotymolowy (C) wskazywali na trzykrotne użycie czerwieni Kongo.

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.

Przykład 48.

C	B	C	A	B	C
					
NaCl		KOH		HCl	

Przykład 49.

C	B	B	A	B	C
					
NaCl		NaOH		HCl	

Zadania 1.1. (poziom wykonania – 68%) i **zadanie 19.1.** (poziom wykonania – 69%) dla dwóch trzecich zdających okazały się zadaniami umiarkowanie trudnymi. Rozwiązanie zadania 1.1. polegało na ustaleniu, jakich pierwiastków dotyczy zamieszczony w informacji wstępnej opis, a następnie dla każdego z tych pierwiastków należało podać:

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

Najczęściej pojawiającym się błędem w rozwiązaniu tego zadania była niewłaściwa interpretacja informacji dotyczącej pierwiastka Q, w której napisano, że jest to główny składnik powietrza i występuje w postaci dwuatomowych cząsteczek. Zdający uznawali, że podany opis dotyczy tlenu. Zdarzały się też odpowiedzi, w których piszący podali niepoprawną wartość maksymalnego stopnia utlenienia (przykład 50.).

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.

Zadanie 1.1. (0–2)

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

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

Przykład 50.

	Symbol chemiczny	Symbol bloku konfiguracyjnego	Maksymalny stopień utlenienia
Pierwiastek A	Cr	d	+ III
Pierwiastek Q	O	p	IV

Zadanie 19.1. było zadaniem zamkniętym, w którym zdający mieli wskazać wzór związku będącego substratem w opisaney w informacji wstępnej reakcji Hecka.

Wnioski i rekomendacje

Do tegorocznego egzaminu maturalnego z chemii przystąpiło ponad trzydzieści dwa tysiące maturzystów a w województwie mazowieckim ponad pięć i pół tysiąca maturzystów. Poziom merytoryczny prezentowanych odpowiedzi, jak co roku, był zróżnicowany. Były prace bardzo dobrze rozwiązane, a zamieszczone w nich odpowiedzi były przejrzyste, spójne logicznie, trafne i poprawne merytorycznie. Nieliczne błędy w tych pracach to najczęściej efekt nieuwagi lub mało dokładnej analizy warunków zadania.

W ponad 50% prac zdający wprowadzili podejmowali próby rozwiązania większości zadań w arkuszu, ale popełniali liczne błędy i łączny wynik w takich pracach nie przekraczał 25 punktów.

Popełnione błędy pozwalają stwierdzić, że zdający mają trudności:

- z dokonaniem właściwej analizy informacji opisujących dany proces lub zjawisko
- z dostrzeganiem zależności między prezentowanymi faktami i zastosowaniem podanych informacji do rozwiązania problemu, w tym problemu rachunkowego
- w posługiwaniu się poprawną terminologią i notacją chemiczną
- z budowaniem właściwego modelu matematycznego pozwalającego poprawnie rozwiązać problem obliczeniowy
- z zapisaniem równań reakcji chemicznych
- ze sformułowaniem logicznie uporządkowanej odpowiedzi, w tym z logicznym uzasadnieniem swojej oceny
- w uwzględnieniu wszystkich elementów, których wymaga polecenie
- w posługiwaniu się całością zdobytej wiedzy chemicznej.

Poniżej przedstawiono rekomendacje, których zastosowanie może pomóc uniknąć opisanych trudności i problemów w przyszłości.

1. Należy doskonalić umiejętność uważnej analizy informacji i warunków podanych w zadaniu. W wielu rozwiązaniach zdający pomijali część danych, wykorzystywali tylko wybrane informacje albo stosowali znany sobie schemat rozwiązania bez sprawdzenia, czy odpowiada on opisanej sytuacji. W przygotowaniu do egzaminu warto zwracać szczególną uwagę na zadania wymagające jednoczesnego wykorzystania kilku informacji oraz na konieczność weryfikowania, czy otrzymane rozwiązanie spełnia wszystkie warunki polecenia.
2. W zadaniach obliczeniowych należy kształcić przede wszystkim umiejętność budowania poprawnego modelu rozwiązania. Błędy rachunkowe były jednym ze źródeł utraty punktów, jednak znacznie poważniejsze konsekwencje miały błędy metody, np. zastosowanie niewłaściwej stałej równowagi, nierozróżnianie potencjału standardowego od potencjału elektrody czy niewłaściwa interpretacja składu mieszaniny. Warto ćwiczyć nie tylko wykonywanie obliczeń, lecz także uzasadnianie wyboru stosowanych zależności i wielkości fizykochemicznych. Ważnym jest też utrwalanie nawyku prawidłowego przybliżania wyników końcowych i podawania ich z poprawną jednostką.
3. Należy zwracać większą uwagę na wymagania formalne zawarte w poleceniu. Zdający tracili punkty mimo zasadniczo poprawnego toku rozumowania, ponieważ nie stosowali wymaganej dokładności mas molowych, szacowali wartości z wykresu mimo polecenia

wykonania obliczeń albo zapisywali równanie w innej formie niż wymagana. Przed zakończeniem rozwiązania zdający powinni sprawdzić, czy spełnili wszystkie warunki określone w poleceniu.

4. Należy doskonalić umiejętności formułowania wyjaśnień i uzasadnień. Część odpowiedzi zawierała poprawne informacje, ale nie przedstawiała pełnego związku przyczynowo-skutkowego. Samo wskazanie różnicy w budowie substancji lub stwierdzenie, że zachodzi reakcja, nie zawsze stanowi wystarczające uzasadnienie. Zdający powinni ćwiczyć formułowanie odpowiedzi pokazujących kolejno przyczynę, jej konsekwencję chemiczną oraz – gdy wymaga tego zadanie – obserwowalny efekt doświadczenia.
5. Należy rozwijać umiejętność interpretowania doświadczeń chemicznych na podstawie wszystkich obserwacji. W części odpowiedzi zdający próbowali dopasowywać zapamiętane barwy jonów lub charakterystyczne reakcje do pojedynczego elementu doświadczenia, zamiast analizować cały jego przebieg. W przygotowaniu do egzaminu warto ćwiczyć przechodzenie od obserwacji makroskopowej do identyfikacji substancji i zapisu procesu na poziomie jonowym.
6. Istotne jest utrwalanie poprawnego zapisu wzorów i równań chemicznych. Problemy dotyczyły zarówno bilansowania równań i zapisu ich wymaganej formy, jak i przedstawiania budowy związków organicznych. Nieprawidłowa wiązalność atomów, błędne połączenia między atomami lub niewłaściwe rozmieszczenie podstawników prowadziły do zapisania wzorów, które nie przedstawiały poprawnych struktur chemicznych. Szczególnej uwagi wymagają wzory półstrukturalne, stereochemia oraz różne sposoby przedstawiania wzorów cząsteczek (projekcje Fischera i Hawortha), jak również przekształcanie wzorów łańcuchowych na wzory taflowe.
7. W nauczaniu chemii organicznej warto większy nacisk położyć na analizę budowy cząsteczki i wynikających z niej właściwości, a nie wyłącznie na zapamiętywanie typowych reakcji.
8. Przygotowanie do egzaminu powinno obejmować cały zakres wymagań, a nie jedynie na zagadnienia najczęściej występujące w zadaniach maturalnych. Bardzo niski poziom wykonania niektórych krótkich zadań wskazuje, że trudność w ich wykonaniu może wynikać z niewystarczającego utrwalenia wiadomości i umiejętności rzadziej pojawiających się w arkuszach.

Wyniki tegorocznego egzaminu wskazują, że skuteczne przygotowanie do matury z chemii powinno łączyć opanowanie treści przedmiotowych z rozwijaniem umiejętności analizy informacji, planowania wieloetapowego rozwiązania, precyzyjnego zapisu oraz formułowania pełnych wyjaśnień i uzasadnień. Niezmiernie ważne jest kształcenie u uczniów nawyku kontroli własnego rozwiązania – zarówno pod względem poprawności chemicznej, jak i jego zgodności ze wszystkimi zakreślonymi w poleceniu wymaganiami.