

# **Sprawozdanie z egzaminu maturalnego 2017**

## **Chemia**

**Jaworzno, wrzesień 2017**

**Opracowanie**

Aleksandra Grabowska (Centralna Komisja Egzaminacyjna)  
Beata Kupis (Okręgowa Komisja Egzaminacyjna w Łodzi)  
Ilona Konkel (Okręgowa Komisja Egzaminacyjna w Gdańsku)

**Redakcja**

dr Wioletta Kozak (Centralna Komisja Egzaminacyjna)

**Opracowanie techniczne**

Joanna Dobkowska (Centralna Komisja Egzaminacyjna)

**Współpraca**

Beata Dobrosielska (Centralna Komisja Egzaminacyjna)  
Agata Wiśniewska (Centralna Komisja Egzaminacyjna)  
Pracownie ds. Analiz Wyników Egzaminacyjnych okręgowych komisji egzaminacyjnych

**Centralna Komisja Egzaminacyjna**  
ul. Józefa Lewartowskiego 6, 00-190 Warszawa  
tel. 022 536 65 00, fax 022 536 65 04  
e-mail: sekretariat@cke.edu.pl  
www.cke.edu.pl

**Okręgowa Komisja Egzaminacyjna w Jaworznie**  
ul. Mickiewicza 4, 43-600 Jaworzno  
tel. 32 616 33 99, 32 616 28 14  
e-mail: oke@oke.jaworzno.pl  
www.oke.jaworzno.pl

## Spis treści

POZIOM ROZSZERZONY .....	4
1. Opis arkusza .....	4
2. Dane dotyczące populacji zdających .....	4
3. Przebieg egzaminu .....	5
4. Podstawowe dane statystyczne .....	6
Wyniki zdających .....	6
Poziom wykonania zadań .....	7
KOMENTARZ DO WYNIKÓW KRAJOWYCH .....	16
1. Analiza jakościowa zadań .....	16
2. Problem „pod lupą”. Zadania sprawdzające umiejętność korzystania z rozbudowanego materiału źródłowego .....	28
3. Wnioski i rekomendacje .....	39

## Poziom rozszerzony

### 1. Opis arkusza

Arkusz egzaminacyjny z chemii składał się z 39 zadań otwartych i zamkniętych, spośród których cztery składały się z dwóch części, a dwa – z trzech części sprawdzających różne umiejętności. Łącznie w arkuszu znalazło się 48 poleceń różnego typu, które sprawdzały wiadomości oraz umiejętności w trzech obszarach wymagań: wykorzystanie i tworzenie informacji (2 polecenia, za których rozwiązanie można było otrzymać łącznie 2 punkty), rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów (11 poleceń, za których rozwiązanie można było otrzymać łącznie 14 punktów) oraz opanowanie czynności praktycznych (6 poleceń, za których rozwiązanie można było otrzymać łącznie 7 punktów). W arkuszu egzaminacyjnym znalazły się także zadania, które jednocześnie sprawdzały wiadomości oraz umiejętności w dwóch obszarach wymagań: wykorzystanie i tworzenie informacji oraz rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów (25 poleceń, za których rozwiązanie można było otrzymać łącznie 33 punkty), a także takie zadania, które sprawdzały umiejętności we wszystkich trzech obszarach (4 polecenia, za których rozwiązanie można było otrzymać łącznie 4 punkty). Za rozwiązanie wszystkich zadań zdający mógł otrzymać 60 punktów. Podczas rozwiązywania zadań zdający mogli korzystać z *Wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych na egzamin maturalny z biologii, chemii i fizyki*, linijki oraz kalkulatora prostego.

### 2. Dane dotyczące populacji zdających

Tabela 1. Zdający rozwiązujący zadania w arkuszu standardowym w województwie śląskim\*

Liczba zdających		
Zdający rozwiązujący zadania w arkuszu standardowym	<b>ogółem</b>	2992
	ze szkół na wsi	38
	ze szkół w miastach do 20 tys. mieszkańców	67
	ze szkół w miastach od 20 tys. do 100 tys. mieszkańców	735
	ze szkół w miastach powyżej 100 tys. mieszkańców	2152
	ze szkół publicznych	2885
	ze szkół niepublicznych	107
	kobiety	2115
	mężczyźni	877
	bez dysleksji rozwojowej	2757
	z dysleksją rozwojową	235

\* Dane w tabeli dotyczą tegorocznych absolwentów.

Z egzaminu zwolniono 4 osoby – laureatów i finalistów Olimpiady Chemicznej.

Tabela 2. Zdający rozwiązujący zadania w arkuszach dostosowanych w województwie śląskim

Zdający rozwiązujący zadania w arkuszach dostosowanych	z autyzmem, w tym z zespołem Aspergera	4
	słabowidzący	4
	niewidomi	0
	słabosłyszący	5
	niestyszący	2
	<b>ogółem</b>	15

### 3. Przebieg egzaminu

Tabela 3. Informacje dotyczące przebiegu egzaminu w województwie śląskim

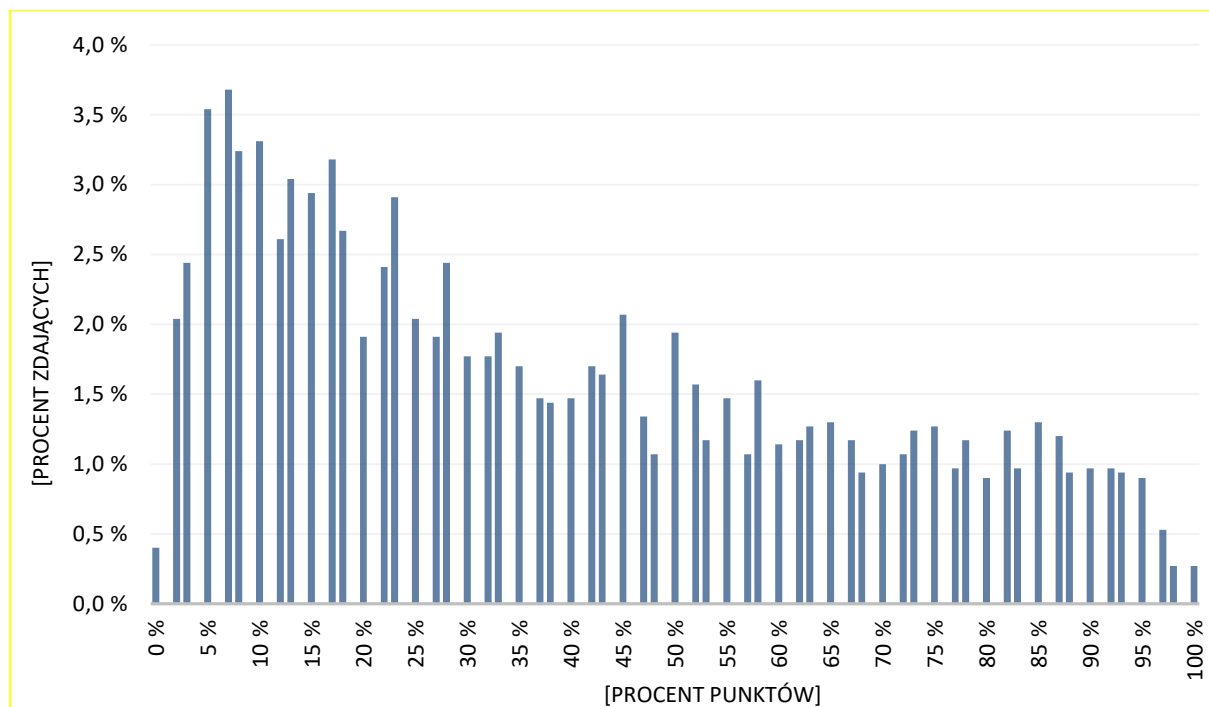
Termin egzaminu			16 maja 2017 r.
Czas trwania egzaminu			180 minut
Liczba szkół			237
Liczba zespołów egzaminatorów			6
Liczba egzaminatorów			116
Liczba obserwatorów <sup>1</sup> (§ 8 ust. 1)			12
Liczba unieważnień <sup>2</sup>	w przypadku:		
	art. 44zzv pkt 1	stwierdzenia niesamodzielnego rozwiązywania zadań przez zdającego	0
	art. 44zzv pkt 2	wniesienia lub korzystania przez zdającego w sali egzaminacyjnej z urządzenia telekomunikacyjnego	0
	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	stwierdzenia naruszenia przepisów dotyczących przeprowadzenia egzaminu	0
	art. 44zzy ust. 10	niemożności ustalenia wyniku (np. zaginięcie karty odpowiedzi)	0
Liczba wglądów <sup>2</sup> (art. 44zzz)			670
Liczba prac, w których nie podjęto rozwiązania zadań			0

<sup>1</sup> Na podstawie rozporządzenia Ministra Edukacji Narodowej z dnia 21 grudnia 2016 r. w sprawie szczegółowych warunków i sposobu przeprowadzania egzaminu gimnazjalnego i egzaminu maturalnego (Dz.U. z 2016 r., poz. 2223).

<sup>2</sup> Na podstawie ustawy z dnia 7 września 1991 r. o systemie oświaty (tekst jedn. Dz.U. z 2016, poz. 1943, ze zm.). Wglądy – stan na 11.09.2017 r.

## 4. Podstawowe dane statystyczne

### Wyniki zdających



Wykres 1. Rozkład wyników zdających w województwie śląskim

Tabela 4. Wyniki zdających w województwie śląskim – parametry statystyczne\*

Zdający	Liczba zdających	Minimum (%)	Maksimum (%)	Mediana (%)	Modalna (%)	Średnia (%)	Odchylenie standardowe (%)
<b>ogółem</b>	2992	0	100	32	7	38	27
w tym:							
z liceów ogólnokształcących	2685	0	100	35	17	41	27
z techników	307	0	90	8	5	17	19

\* Dane dotyczą tegorocznych absolwentów.

**Poziom wykonania zadań**

Tabela 5. Poziom wykonania zadań w kraju i województwie śląskim

Nr zad.	Wymaganie ogólne	Wymaganie szczegółowe	Poziom wykonania zadania (%)	
			kraj	woj.
1.1.	I. Wykorzystanie i tworzenie informacji. II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów.	IV etap edukacyjny – poziom rozszerzony 2. Struktura atomu – jądro i elektrony. Zdający: 2.4) określa przynależność pierwiastków do bloków konfiguracyjnych: <i>s</i> , <i>p</i> i <i>d</i> układu okresowego [...]; 2.5) wskazuje na związek pomiędzy budową atomu a położeniem pierwiastka w układzie okresowym.	60	57
1.2.	II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów.	IV etap edukacyjny – poziom rozszerzony 2. Struktura atomu – jądro i elektrony. Zdający: 2.2) stosuje zasady rozmieszczania elektronów na orbitalach w atomach pierwiastków wieloelektronowych; 2.3) zapisuje konfiguracje elektronowe atomów pierwiastków do Z=36 i jonów o podanym ładunku, uwzględniając rozmieszczenie elektronów na podpowłokach (zapisy konfiguracji: [...] schematy klatkowe).	60	58
1.3.	I. Wykorzystanie i tworzenie informacji. II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów.	IV etap edukacyjny – poziom rozszerzony 6. Reakcje utleniania i redukcji. Zdający: 6.4) przewiduje typowe stopnie utlenienia pierwiastków na podstawie konfiguracji elektronowej ich atomów. III etap edukacyjny 2. Wewnętrzna budowa materii. Zdający: 2.12) [...] odczytuje z układu okresowego wartościowość maksymalną dla pierwiastków grup [...] 16. [...] (względem [...] wodoru); 2.14) ustala dla [...] związków dwupierwiastkowych, na przykładzie tlenków: [...] wzór sumaryczny na podstawie wartościowości.	33	30
2.	I. Wykorzystanie i tworzenie informacji. II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów.	IV etap edukacyjny – poziom rozszerzony 2. Struktura atomu – jądro i elektrony. Zdający: 2.5) wskazuje na związek pomiędzy budową atomu a położeniem pierwiastka w układzie okresowym. 3. Wiązania chemiczne. Zdający: 3.1) przedstawia sposób, w jaki atomy pierwiastków bloku <i>s</i> [...] osiągają trwałe konfiguracje elektronowe (tworzenie jonów). 7. Metale. Zdający: 7.3) analizuje i porównuje właściwości fizyczne [...] metali grup 1. i 2.	79	76
3.1.	II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów.	IV etap edukacyjny – poziom rozszerzony 3. Wiązania chemiczne. Zdający: 3.7) [...] przewiduje wpływ rodzaju wiązania (jonowe, kowalencyjne [...]) na właściwości fizyczne substancji [...].	63	59
3.2.	I. Wykorzystanie i tworzenie informacji.	IV etap edukacyjny – poziom rozszerzony 5. Roztwory i reakcje zachodzące w roztworach wodnych. Zdający: 5.10) pisze równania reakcji [...] w formie cząsteczkowej [...].	83	82

Nr zad.	Wymaganie ogólne	Wymaganie szczegółowe	Poziom wykonania zadania (%)	
			kraj	woj.
4.	I. Wykorzystanie i tworzenie informacji. II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów.	IV etap edukacyjny – poziom rozszerzony 4. Kinetyka i statyka chemiczna. Zdający: 4.8) klasyfikuje substancje do kwasów i zasad zgodnie z teorią Brønsteda–Lowry’ego; 4.9) interpretuje wartości stałej dysocjacji; 4.10) porównuje moc elektrolitów na podstawie wartości stałej dysocjacji.	30	25
5.	I. Wykorzystanie i tworzenie informacji. II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów.	IV etap edukacyjny – poziom rozszerzony 4. Kinetyka i statyka chemiczna. Zdający: 4.1) definiuje termin szybkość reakcji [...]; 4.3) stosuje pojęcia egzoenergetyczny, endoenergetyczny [...] do opisu efektów energetycznych przemian; 4.5) przewiduje wpływ [...] temperatury na szybkość reakcji [...]; 4.6) wykazuje się znajomością i rozumieniem pojęć: [...] stała równowagi [...]; 4.7) stosuje regułę przekory do jakościowego określenia wpływu temperatury [...] i ciśnienia na układ pozostający w stanie równowagi.	15	15
6.	II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów.	IV etap edukacyjny – poziom rozszerzony 1. Atomy, cząsteczki i stechiometria chemiczna. Zdający: 1.5) dokonuje interpretacji jakościowej i ilościowej równania reakcji w ujęciu molowym [...] i objętościowym (dla gazów); 1.6) wykonuje obliczenia z uwzględnieniem wydajności reakcji i mola [...].	12	11
7.	II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów.	IV etap edukacyjny – poziom rozszerzony 4. Kinetyka i statyka chemiczna. Zdający: 4.2) szkicuje wykres zmian stężeń reagentów [...] w funkcji czasu; 4.6) wykazuje się znajomością i rozumieniem pojęć: stan równowagi dynamicznej [...].	27	24
8.	II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów.	IV etap edukacyjny – poziom rozszerzony 1. Atomy, cząsteczki i stechiometria chemiczna. Zdający: 1.2) odczytuje w układzie okresowym masy atomowe pierwiastków i na ich podstawie oblicza masę molową związków chemicznych [...]; 1.6) wykonuje obliczenia z uwzględnieniem [...] mola [...]. 5. Roztwory i reakcje zachodzące w roztworach wodnych. Zdający: 5.2) wykonuje obliczenia związane [...] z zastosowaniem pojęć stężenie procentowe [...].	29	27
9.	III. Opanowanie czynności praktycznych.	IV etap edukacyjny – poziom rozszerzony 8. Nietale. Zdający: 8.9) opisuje typowe właściwości chemiczne tlenków pierwiastków o liczbach atomowych od 1 do 30 [...]. IV etap edukacyjny – poziom podstawowy 1. Materiały i tworzywa pochodzenia naturalnego. Zdający: 1.4) [...] projektuje wykrycie skał wapiennych [...].	40	37



Nr zad.	Wymaganie ogólne	Wymaganie szczegółowe	Poziom wykonania zadania (%)	
			kraj	woj.
10.	II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów.	IV etap edukacyjny – poziom rozszerzony 4. Kinetyka i statyka chemiczna. Zdający: 4.8) klasyfikuje substancje do kwasów i zasad zgodnie z teorią Brønsteda–Lowry’ego.	68	63
11.	I. Wykorzystanie i tworzenie informacji. II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów.	IV etap edukacyjny – poziom rozszerzony 4. Kinetyka i statyka chemiczna. Zdający: 4.6) wykazuje się znajomością i rozumieniem pojęć: stan równowagi dynamicznej; 4.7) stosuje regułę przekory do jakościowego określenia wpływu zmian [...] stężenia reagentów na układ pozostający w stanie równowagi dynamicznej; 4.9) interpretuje wartości [...] pH [...].	56	54
12.	II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów.	IV etap edukacyjny – poziom rozszerzony 4. Kinetyka i statyka chemiczna. Zdający: 4.6) wykazuje się znajomością i rozumieniem pojęć: stan równowagi dynamicznej i stała równowagi; zapisuje wyrażenie na stałą równowagi podanej reakcji; 4.9) interpretuje wartości [...] pH [...]. 5. Roztwory i reakcje zachodzące w roztworach wodnych. Zdający: 5.2) wykonuje obliczenia związane [...] z zastosowaniem pojęć stężenie [...] molowe.	26	22
13.	I. Wykorzystanie i tworzenie informacji. II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. III. Opanowanie czynności praktycznych.	IV etap edukacyjny – poziom rozszerzony 4. Kinetyka i statyka chemiczna. Zdający: 4.9) interpretuje wartości [...] pH [...]. 5. Roztwory i reakcje zachodzące w roztworach wodnych. Zdający: 5.8) uzasadnia (ilustrując równaniami reakcji) przyczynę [...] odczynu niektórych roztworów soli (hydroliza); 5.9) [...] bada odczyn roztworu; 5.10) pisze równania reakcji: zubożnienia [...], hydrolizy soli w formie [...] jonowej ([...] skróconej). III etap edukacyjny 6. Kwasy i zasady. Zdający: 6.6) wskazuje na zastosowanie wskaźników; 6.8) interpretuje wartość pH [...].	30	24
14.	II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów.	IV etap edukacyjny – poziom rozszerzony 4. Kinetyka i statyka chemiczna. Zdający: 4.9) interpretuje wartości [...] pH [...]; 4.10) porównuje moc elektrolitów na podstawie wartości ich stałych dysocjacji. 5. Roztwory i reakcje zachodzące w roztworach wodnych. Zdający: 5.8) uzasadnia (ilustrując równaniami reakcji) przyczynę kwasowego odczynu roztworów kwasów [...] oraz odczynu niektórych roztworów soli (hydroliza); 5.9) [...] bada odczyn roztworu. III etap edukacyjny 6. Kwasy i zasady. Zdający: 6.5) wyjaśnia, na czym polega dysocjacja elektrolityczna zasad i kwasów [...]; 6.8) interpretuje wartość pH [...].	39	35

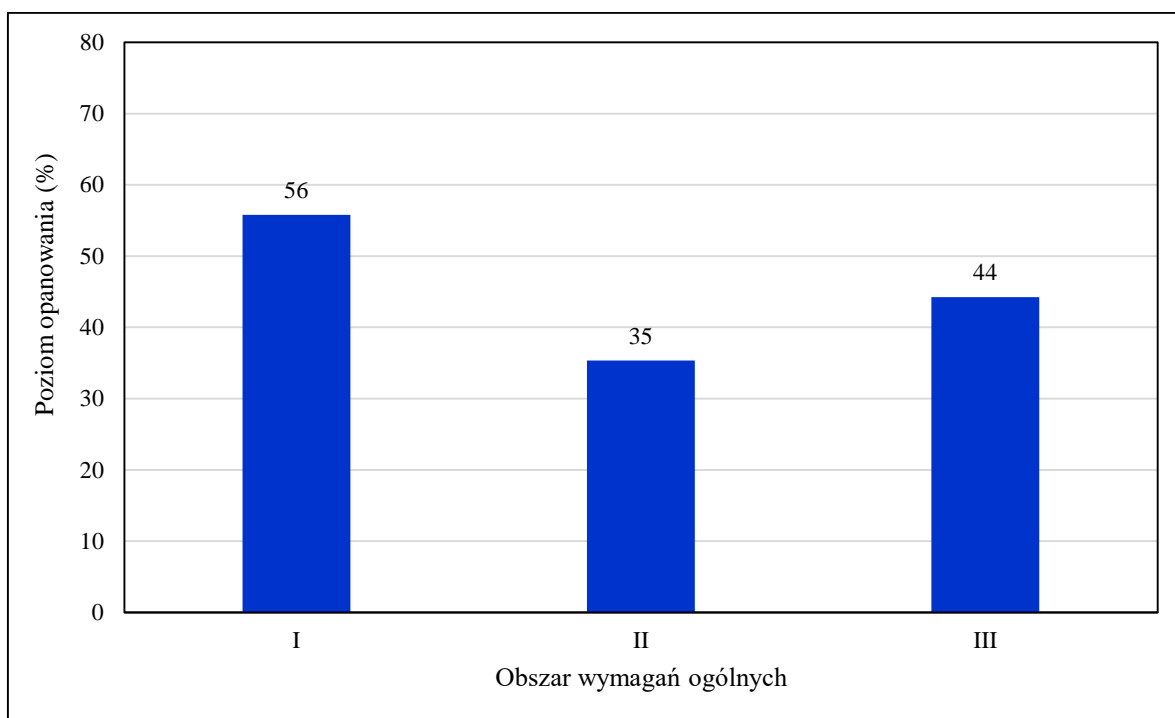
Nr zad.	Wymaganie ogólne	Wymaganie szczegółowe	Poziom wykonania zadania (%)	
			kraj	woj.
15.	I. Wykorzystanie i tworzenie informacji. II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów.	IV etap edukacyjny – poziom rozszerzony 1. Atomy, cząsteczki i stechiometria chemiczna. Zdający: 1.1) stosuje pojęcie mola; 1.6) wykonuje obliczenia [...].	19	16
16.	II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów.	IV etap edukacyjny – poziom rozszerzony 6. Reakcje utleniania i redukcji. Zdający: 6.1) wykazuje się znajomością i rozumieniem pojęć: stopień utlenienia, utleniacz, reduktor, utlenianie, redukcja. 7. Metale. Zdający: 7.5) przewiduje kierunek przebiegu reakcji metali z [...] roztworami soli, na podstawie danych zawartych w szeregu napięciowym metali.	56	54
17.	I. Wykorzystanie i tworzenie informacji. II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów.	IV etap edukacyjny – poziom rozszerzony 13. Estry i tłuszcze. Zdający: 13.10) zapisuje ciągi przemian [...] wiążące ze sobą właściwości poznanych węglowodorów i ich pochodnych. 9. Węglowodory. Zdający: 9.7) opisuje właściwości chemiczne alkanów, na przykładzie następujących reakcji: [...] podstawienie (substytucja) atomu (lub atomów) wodoru przez atom (lub atomy) chloru [...] przy udziale światła [...]; 9.11) wyjaśnia na [...] przykładach mechanizmy reakcji substytucji [...]. 4. Kinetyka i statyka chemiczna. Zdający: 4.1) definiuje termin: szybkość reakcji [...].	72	73
18.	I. Wykorzystanie i tworzenie informacji. II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów.	IV etap edukacyjny – poziom rozszerzony 13. Estry i tłuszcze. Zdający: 13.10) zapisuje ciągi przemian [...] wiążące ze sobą właściwości poznanych węglowodorów i ich pochodnych. 9. Węglowodory. Zdający: 9.7) opisuje właściwości chemiczne alkanów, na przykładzie następujących reakcji: [...] podstawienie (substytucja) atomu (lub atomów) wodoru przez atom (lub atomy) chloru [...] przy udziale światła [...]; 9.11) wyjaśnia na [...] przykładach mechanizmy reakcji substytucji [...].	36	32
19.	I. Wykorzystanie i tworzenie informacji. II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. III. Opanowanie czynności praktycznych.	IV etap edukacyjny – poziom rozszerzony 13. Estry i tłuszcze. Zdający: 13.10) zapisuje ciągi przemian [...] wiążące ze sobą właściwości poznanych węglowodorów i ich pochodnych. 10. Hydroksylowe pochodne węglowodorów – alkohole i fenole. Zdający: 10.3) opisuje właściwości chemiczne alkoholi, na przykładzie etanolu [...] w oparciu o reakcje: [...] utlenianie do związków karbonylowych i ewentualnie do kwasów karboksylowych [...]; zapisuje odpowiednie równania reakcji; 10.5) opisuje działanie: CuO [...] na alkohole pierwszorzędowe [...];	55	50

Nr zad.	Wymaganie ogólne	Wymaganie szczegółowe	Poziom wykonania zadania (%)	
			kraj	woj.
		10.6) dobiera współczynniki reakcji rozтворu manganianu(VII) potasu (w środowisku kwasowym) z etanolem.		
20.	I. Wykorzystanie i tworzenie informacji. II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów.	IV etap edukacyjny – poziom rozszerzony 11. Związki karbonylowe – aldehydy i ketony. Zdający: 11.2) [...] tworzy nazwy systematyczne prostych aldehydów i ketonów.	50	44
21.	I. Wykorzystanie i tworzenie informacji. II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów.	IV etap edukacyjny – poziom rozszerzony 9. Węglowodory. Zdający: 9.8) opisuje właściwości chemiczne alkenów [...].	38	36
22.	I. Wykorzystanie i tworzenie informacji. II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów.	IV etap edukacyjny – poziom rozszerzony 3. Wiązania chemiczne. Zdający: 3.5) rozpoznaje typ hybrydyzacji [...]. 9. Węglowodory. Zdający: 9.4) [...] wykazuje się rozumieniem pojęć: [...] izomeria; 9.5) rysuje wzory [...] izomerów [...]; wyjaśnia zjawisko izomerii <i>cis-trans</i> ; uzasadnia warunki wystąpienia izomerii <i>cis-trans</i> w cząsteczce związku [...] o podanym wzorze [...].	36	33
23.	I. Wykorzystanie i tworzenie informacji. II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów.	IV etap edukacyjny – poziom rozszerzony 9. Węglowodory. Zdający: 9.4) wykazuje się rozumieniem pojęć: [...] izomeria; 9.5) rysuje wzory [...] półstrukturalne izomerów [...].	58	55
24.	I. Wykorzystanie i tworzenie informacji. II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów.	IV etap edukacyjny – zakres rozszerzony 4. Kinetyka i statyka chemiczna. Zdający: 4) interpretuje zapis $\Delta H < 0$ i $\Delta H > 0$ do określenia efektu energetycznego reakcji; 6) wykazuje się znajomością i rozumieniem pojęć: stan równowagi dynamicznej i stała równowagi [...]; 7) stosuje regułę przekory do jakościowego określenia wpływu zmian temperatury, stężenia reagentów i ciśnienia na układ pozostający w stanie równowagi dynamicznej.	45	42
25.	I. Wykorzystanie i tworzenie informacji.	IV etap edukacyjny – zakres rozszerzony 4. Kinetyka i statyka chemiczna. Zdający: 7) stosuje regułę przekory do jakościowego określenia wpływu zmian [...] ciśnienia na układ pozostający w stanie równowagi dynamicznej.	35	31

Nr zad.	Wymaganie ogólne	Wymaganie szczegółowe	Poziom wykonania zadania (%)	
			kraj	woj.
26.	I. Wykorzystanie i tworzenie informacji. II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów.	IV etap edukacyjny – poziom rozszerzony 1. Atomy, cząsteczki i stechiometria chemiczna. Zdający: 1.1) stosuje pojęcie mola; 1.6) wykonuje obliczenia [...].	34	30
27.1.	I. Wykorzystanie i tworzenie informacji. II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów.	IV etap edukacyjny – poziom rozszerzony 6. Reakcje utleniania i redukcji. Zdający: 6.1) wykazuje się znajomością i rozumieniem pojęć: stopień utlenienia, utleniacz, reduktor, utlenianie, redukcja; 6.3) wskazuje utleniacz, reduktor, proces utleniania i redukcji w podanej reakcji redoks; 6.5) stosuje zasady bilansu elektronowego – dobiera współczynniki stechiometryczne w równaniach reakcji utleniania-redukcji (w formie [...] jonowej).	42	43
27.2.	I. Wykorzystanie i tworzenie informacji. II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów.	IV etap edukacyjny – poziom rozszerzony 5. Roztwory i reakcje zachodzące w roztworach wodnych. Zdający: 5.2) wykonuje obliczenia [...] z zastosowaniem pojęć stężenie [...] molowe.	20	17
28.	I. Wykorzystanie i tworzenie informacji. II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów.	IV etap edukacyjny – poziom rozszerzony 9. Węglowodory. Zdający: 9.11) wyjaśnia na [...] przykładach mechanizmy reakcji substytucji [...]; 9.15) opisuje właściwości węglowodorów aromatycznych, na przykładzie reakcji benzenu [...]: [...] reakcje [...] Br <sub>2</sub> wobec katalizatora [...]. 10. Hydroksylowe pochodne węglowodorów – alkohole i fenole. Zdający: 10.7) opisuje reakcje benzenolu z: [...] bromem [...].	56	54
29.1.	I. Wykorzystanie i tworzenie informacji. II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów.	IV etap edukacyjny – poziom rozszerzony 9. Węglowodory. Zdający: 9.4) wykazuje się rozumieniem pojęć: [...] izomeria.	61	61
29.2.	I. Wykorzystanie i tworzenie informacji. II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów.	IV etap edukacyjny – poziom rozszerzony 3. Wiązania chemiczne. Zdający: 3.7) opisuje i przewiduje wpływ rodzaju wiązania ([...] wodorowe [...]) na właściwości fizyczne substancji [...] organicznych. 10. Hydroksylowe pochodne węglowodorów – alkohole i fenole. Zdający: 10.4) porównuje właściwości fizyczne [...].	56	52
30.	I. Wykorzystanie i tworzenie informacji.	IV etap edukacyjny – poziom rozszerzony 3. Wiązania chemiczne. Zdający:	54	51

Nr zad.	Wymaganie ogólne	Wymaganie szczegółowe	Poziom wykonania zadania (%)	
			kraj	woj.
	II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów.	5) rozpoznaje typ hybrydyzacji ( $sp$ , $sp^2$ , $sp^3$ ) w [...] cząsteczkach związków [...] organicznych. 6. Reakcje utleniania i redukcji. Zdający: 6.1) wykazuje się znajomością i rozumieniem pojęć: stopień utlenienia, utleniacz, reduktor, utlenianie, redukcja; 6.2) oblicza stopnie utlenienia pierwiastków w jonie i cząsteczce związku [...] organicznego; 6.3) wskazuje utleniacz, reduktor, proces utleniania i redukcji w podanej reakcji redoks.		
31.	I. Wykorzystanie i tworzenie informacji. II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów.	IV etap edukacyjny – poziom rozszerzony 6. Reakcje utleniania i redukcji. Zdający: 6.1) wykazuje się znajomością i rozumieniem pojęć: stopień utlenienia, utleniacz, reduktor, utlenianie, redukcja; 6.2) oblicza stopnie utlenienia pierwiastków w jonie i cząsteczce związku [...] organicznego; 6.3) wskazuje utleniacz, reduktor, proces utleniania i redukcji w podanej reakcji redoks.	21	19
32.	I. Wykorzystanie i tworzenie informacji. II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów.	IV etap edukacyjny – poziom rozszerzony 12. Kwasy karboksylowe. Zdający: 12.2) na podstawie obserwacji wyników doświadczenia (reakcja kwasu mrówkowego z manganianem(VII) potasu w obecności kwasu siarkowego(VI) wnioskuje o redukujących właściwościach kwasu mrówkowego; uzasadnia przyczynę tych właściwości.	32	29
33.1.	II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów.	IV etap edukacyjny – poziom rozszerzony 9. Węglowodory. Zdający: 9.4) [...] wykazuje się rozumieniem pojęć: [...] izomeria; 9.5) rysuje wzory [...] izomerów optycznych [...].	15	11
33.2.	II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów.		42	40
34.	I. Wykorzystanie i tworzenie informacji. II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów.	IV etap edukacyjny – poziom rozszerzony 13. Estry i tłuszcze. Zdający: 13.2) [...] zapisuje równania reakcji alkoholi z kwasami karboksylowymi [...].	40	38
35.1.	III. Opanowanie czynności praktycznych.	IV etap edukacyjny – poziom rozszerzony 10. Hydroksylowe pochodne węglowodorów – alkohole i fenole. Zdający: 10.3) opisuje właściwości chemiczne alkoholi [...]; 10.4) [...] projektuje doświadczenie, którego przebieg pozwoli odróżnić alkohol monohydroksylowy od alkoholu polihydroksylowego [...].	67	64
35.2.			43	40
36.1.	III. Opanowanie czynności praktycznych.	IV etap edukacyjny – poziom rozszerzony 14. Związki organiczne zawierające azot. Zdający: 14.7) zapisuje równania reakcji acetamidu [...] z roztworem NaOH. 14.9) analizuje budowę cząsteczki mocznika [...] i wynikające z niej właściwości [...].	50	46

Nr zad.	Wymaganie ogólne	Wymaganie szczegółowe	Poziom wykonania zadania (%)	
			kraj	woj.
36.2.	I. Wykorzystanie i tworzenie informacji. II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. III. Opanowanie czynności praktycznych.	IV etap edukacyjny – poziom rozszerzony 5. Roztwory i reakcje zachodzące w roztworach wodnych. Zdający: 5.8) uzasadnia (ilustrując równaniami reakcji) przyczynę [...] odczynu niektórych roztworów soli (hydroliza). 5.10) pisze równania reakcji: [...] hydrolizy soli w formie [...] jonowej ([...] skróconej).	41	37
36.3.	I. Wykorzystanie i tworzenie informacji. II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. III. Opanowanie czynności praktycznych.	IV etap edukacyjny – poziom rozszerzony 5. Roztwory i reakcje zachodzące w roztworach wodnych. Zdający: 5.8) uzasadnia (ilustrując równaniami reakcji) przyczynę [...] odczynu niektórych roztworów soli (hydroliza). 5.10) pisze równania reakcji: [...], wytrącania osadów i hydrolizy soli w formie [...] jonowej ([...] skróconej). 14. Związki organiczne zawierające azot. Zdający: 14.7) zapisuje równania reakcji acetamidu [...] z roztworem NaOH. 14.9) analizuje budowę cząsteczki mocznika [...] i wynikające z niej właściwości [...].  III etap edukacyjny 7. Sole. Zdający: 7.5) [...] projektuje [...] doświadczenie pozwalające otrzymać sole w reakcjach strąceniowych i pisze odpowiednie równania reakcji w sposób [...] jonowy [...].	24	21
37.	III Opanowanie czynności praktycznych.	IV etap edukacyjny – poziom rozszerzony 14. Związki organiczne zawierające azot. Zdający: 14.11) opisuje właściwości kwasowo-zasadowe aminokwasów [...]. 15. Białka. Zdający: 15.4) planuje [...] doświadczenie pozwalające na identyfikację białek (reakcja biuretowa i ksantoproteinowa).	48	44
38.	I Wykorzystanie i tworzenie informacji. II Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów.	IV etap edukacyjny – poziom rozszerzony 14. Związki organiczne zawierające azot. Zdający: 14.11) opisuje właściwości kwasowo-zasadowe aminokwasów [...].	30	28
39.	III Opanowanie czynności praktycznych.	IV etap edukacyjny – poziom rozszerzony 16. Cukry. Zdający: 16.5) [...] planuje [...] doświadczenie pozwalające na odróżnienie glukozy i fruktozy. 16.7) wyjaśnia, dlaczego sacharoza nie wykazuje właściwości redukujących.	51	50



Wykres 2. Poziom wykonania zadań w obszarach wymagań ogólnych w kraju

## Komentarz do wyników krajowych

Egzamin maturalny z chemii sprawdzał, w jakim stopniu absolwenci spełnili wymagania z zakresu tego przedmiotu określone w podstawie programowej kształcenia ogólnego dla III i IV etapu edukacyjnego. Zadania w arkuszu egzaminacyjnym reprezentowały różnorodne wymagania ogólne i szczegółowe podstawy programowej. Ponadto zadania w arkuszu egzaminacyjnym zawierały różnorodne materiały źródłowe oraz sprawdzały przede wszystkim umiejętności złożone, w tym umiejętność myślenia naukowego, projektowania doświadczeń i analizy wyników.

### 1. Analiza jakościowa zadań

Większość zadań w arkuszu okazała się trudna (dwadzieścia pięć zadań) i umiarkowanie trudna (szesnaście zadań), cztery – bardzo trudne, a trzy zadania były łatwe. Do łatwych zaliczyć można zadania 2., 3.2. i 17., natomiast szczególnie niski poziom wykonania osiągnęli zdający w zadaniach 5., 6., 15. i 33.1.

Najłatwiejsze okazało się zadanie 3.2. – drugie z dwóch zadań, które stanowiły wiązkę. Należało w nim napisać w formie cząsteczkowej równanie reakcji chlorku arsenu(III) z wodą. Aby poprawnie rozwiązać to zadanie, należało skorzystać z informacji wprowadzającej, z której jednoznacznie wynikało, że chlorek arsenu(III) w reakcji z wodą tworzy kwas arsenowy(III) o wzorze  $\text{H}_3\text{AsO}_3$  oraz chlorowódor. Poziom wykonania tego zadania wyniósł 83%.

Kolejnym łatwym zadaniem (poziom wykonania: 79%) okazało się zadanie 2., do rozwiązania którego również należało skorzystać z informacji wprowadzającej i dokonać analizy tekstu dotyczącego energii jonizacji. Sprawdzane umiejętności zostały dobrze opanowane przez liczną grupę zdających.

Łatwe (poziom wykonania: 72%) okazało się też zadanie 17., w którym na podstawie schematów przedstawiających kolejne etapy reakcji i opisu ich przebiegu należało wybrać najwolniejszy etap reakcji halogenowania alkanów w obecności światła.

Do najtrudniejszych zadań arkusza zaliczyć można wszystkie zadania rachunkowe. Tegoroczny arkusz egzaminacyjny, tak jak w roku ubiegłym, zawierał sześć zadań wymagających rozwiązania problemu obliczeniowego. Dwa spośród nich – zadania 6. i 15. – osiągnęły poziom wykonania kwalifikujący je do zadań bardzo trudnych. Cztery pozostałe zadania obliczeniowe: 8., 12., 26. i 27.2. okazały się dla zdających trudne.

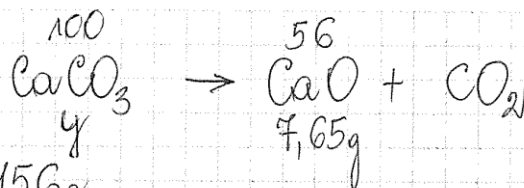
Najłatwiejszym zadaniem obliczeniowym było zadanie 26. Jego poziom wykonania wyniósł 34%. Rozwiązanie zadania wymagało wykonania odpowiednich obliczeń stechiometrycznych i – na ich podstawie – podania wzoru półstrukturalnego chloropochodnej węglowodoru. Pełna analiza tego zadania i jego rozwiązań została przedstawiona w następnym rozdziale.

W kolejnym trudnym zadaniu 8. (poziom wykonania: 29%) na podstawie opisu doświadczenia oraz równania reakcji należało obliczyć masę użytej w doświadczeniu próbki węglanu wapnia. Najczęściej popełniane w tym zadaniu błędy wynikały z błędnej analizy informacji i treści zadania (np. pomijanie faktu, że masa próbki węglanu wapnia to suma masy  $\text{CaCO}_3$ , który uległ rozkładowi, oraz masy  $\text{CaCO}_3$ , który znajdował się w mieszaninie po przerwaniu ogrzewania).

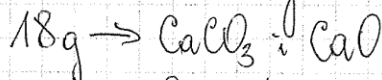


## Przykład 1.

Obliczenia:



$$100 + 56 = 156\text{g}$$



$$\begin{array}{l} 18\text{g} - 100\% \\ x\text{g} - 57,5\% \end{array}$$

$$x = 10,35\text{g} \rightarrow \text{tyle CaCO}_3 \text{ było w mieszaninie}$$

$$18\text{g} - 10,35\text{g} = 7,65\text{g} \rightarrow \text{tyle CaO}$$

$$y = 13,66\text{g CaCO}_3$$

poddało prażeniu.

Odp: Poddało prażeniu 13,66g  $\text{CaCO}_3$

Zdarzało się także, że zdający przyjmowali obliczone wartości mas składników mieszaniny jako zależność stechiometryczną.

## Przykład 2.

Obliczenia:

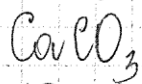
$$M_{\text{CaCO}_3} = 100 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$$18\text{g} - 100\%$$

$$x\text{g} - 57,5\%$$

$$x = 10,35\text{g}$$

$$18 - 10,35 = 7,65\text{g}$$



$$10,35\text{g}$$

m



$$7,65\text{g}$$

$$56\text{g}$$

$$m = 75,84\text{g}$$

Niepoprawna interpretacja danych prowadziła też do przyjęcia niezgodnego z opisem stosunku molowego reagentów lub jego nieuwzględnienia.

### Przykład 3.

Obliczenia:

$$\begin{array}{rcl}
 100\text{g} & - & 56\text{g} \\
 \text{CaCO}_3 & \xrightarrow{\Delta} & \text{CaO} + \text{CO}_2 \\
 x & & 18\text{g} \\
 x = \frac{18\text{g} \cdot 100\text{g}}{56\text{g}} = 32,14\text{g} \\
 32,14\text{g} & - & 57,5\% \\
 y & - & 100\% \\
 y = \frac{100 \cdot 32,14}{57,5} & & y = 55,9\text{g}
 \end{array}$$

Poniższy przykład próby rozwiązania zadania pokazuje, że zdający umieją obliczyć masę składnika mieszaniny, znając jego zawartość procentową i masę całej mieszaniny, ale nie wiedzą, jaki sens fizyczny ma obliczona wielkość.

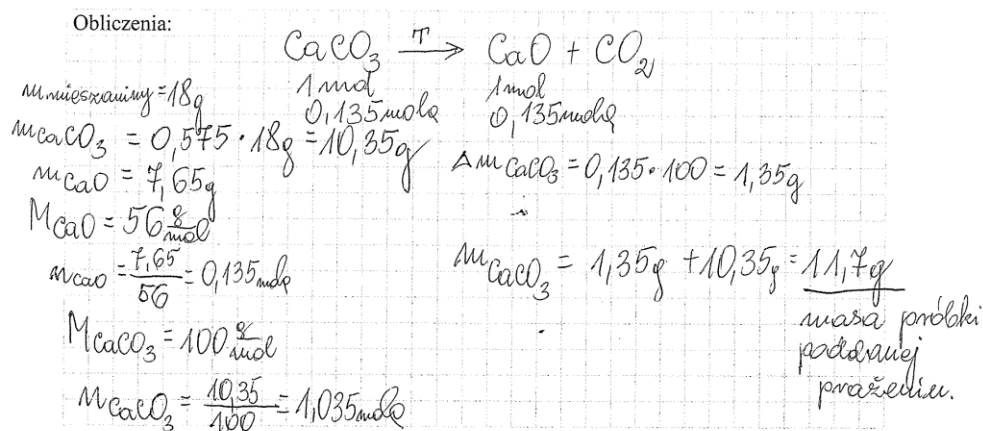
### Przykład 4.

Obliczenia:

$$\begin{array}{rcl}
 \text{CaCO}_3 & \longrightarrow & \text{CaO} + \text{CO}_2 \\
 10,35\text{g} & & 7,65\text{g} \quad 2,7\text{g} \\
 m_{\text{CaCO}_3} = 0,575 \cdot 18\text{g} = 10,35\text{g} \\
 m_{\text{CaO}} = 18\text{g} - 10,35\text{g} = 7,65\text{g} \\
 m_{\text{CO}_2} = 10,35\text{g} - 7,65\text{g} = 2,7\text{g} \\
 \begin{array}{rcl}
 100\text{g CaCO}_3 & - & 44\text{g CO}_2 \\
 & & - 2,7\text{g} \\
 \text{tyle CaCO}_3 \text{ przed reakcją} & \cdot & x \\
 \text{reagowało} & & x = 6,136\text{g CaCO}_3 \\
 \text{masa CaCO}_3 \text{ przed reakcją: } & 10,35\text{g} + 6,136\text{g} = & 16,486\text{g}
 \end{array}
 \end{array}$$

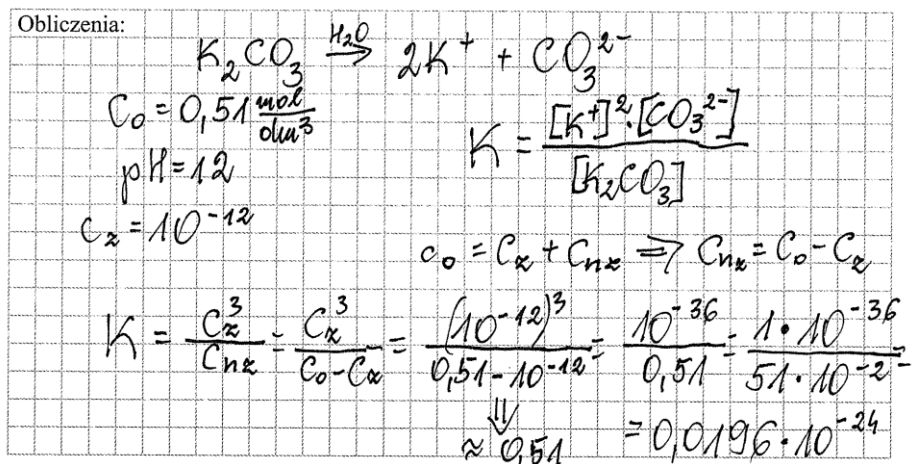
Zdający często popełniali błędy obliczeniowe w działaniach dzielenia i mnożenia z wykorzystaniem ułamków dziesiętnych.

Przykład 5.

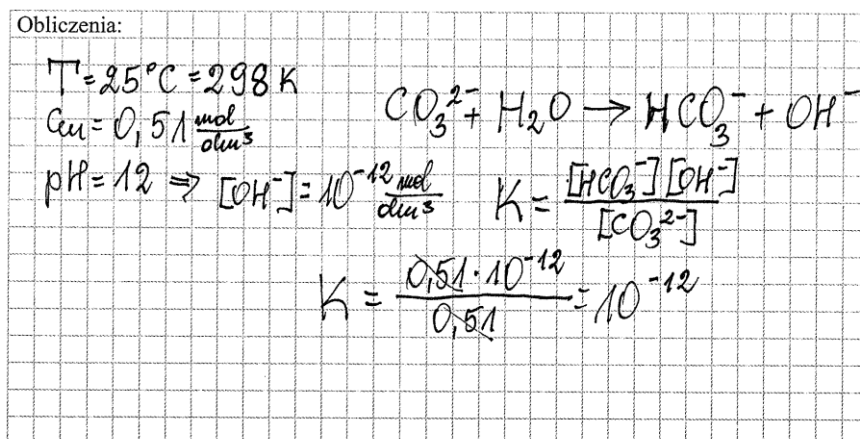


W zadaniu 12. (poziom wykonania: 26%) liczna grupa zdających nie umiała poprawnie powiązać danych z szukaną. Maturzyści często nie potrafili wykorzystać zależności między stałą dysocjacji elektrolitu, stężeniem i pH roztworu tego elektrolitu.

Przykład 6.



Przykład 7.



W rozwiązaniach bardzo często pojawiały się też błędy rachunkowe, szczególnie wskazujące na brak umiejętności wykonywania działań na potęgach.

Przykład 8.

Obliczenia:

$$C_{\text{m}} = 0,51 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$$

$$\text{pH} = 12$$

$$[\text{H}^+] = 10^{-12}$$

$$\alpha = \frac{[\text{H}^+]}{C_{\text{m}}}$$

$$\alpha = \frac{1 \cdot 10^{-12}}{5,1 \cdot 10^{-1}} \cdot 10^2$$

$$\alpha = 0,2 \cdot 10^{-11} \cdot 10^2 = 0,2 \cdot 10^{-9} \%$$

$$K = \alpha^2 \cdot C_{\text{m}}$$

$$K = (0,2 \cdot 10^{-9} \%)^2 \cdot 0,51$$

$$K = (0,2 \cdot 10^{-2})^2 \cdot 0,51$$

$$K = 0,04 \cdot 10^{-14} \cdot 0,51$$

$$K = 0,02 \cdot 10^{-14}$$

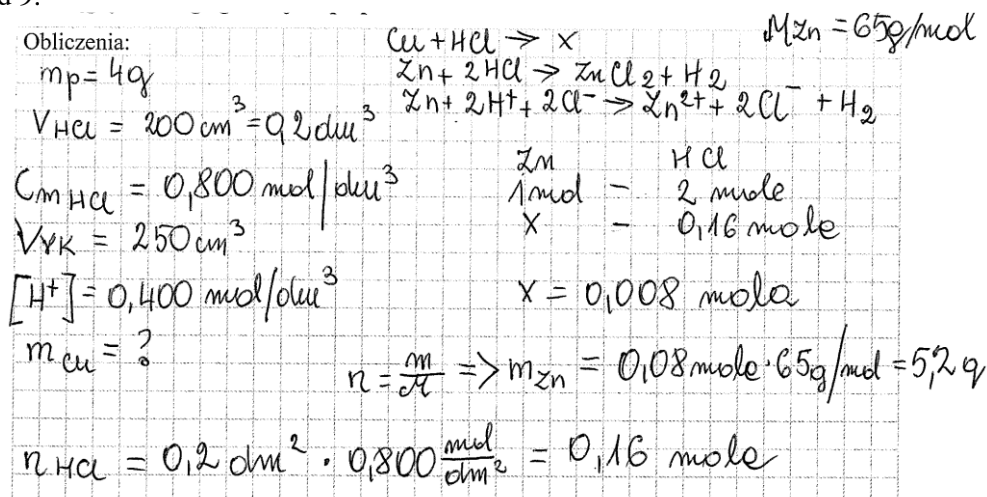
$$K = 2 \cdot 10^{-12}$$

Niepokojący jest też fakt, że wielu zdających nie umiało poprawnie zapisać wyrażenia na stałą równowagi reakcji, mimo że równanie tego procesu było przedstawione w informacji do zadania.

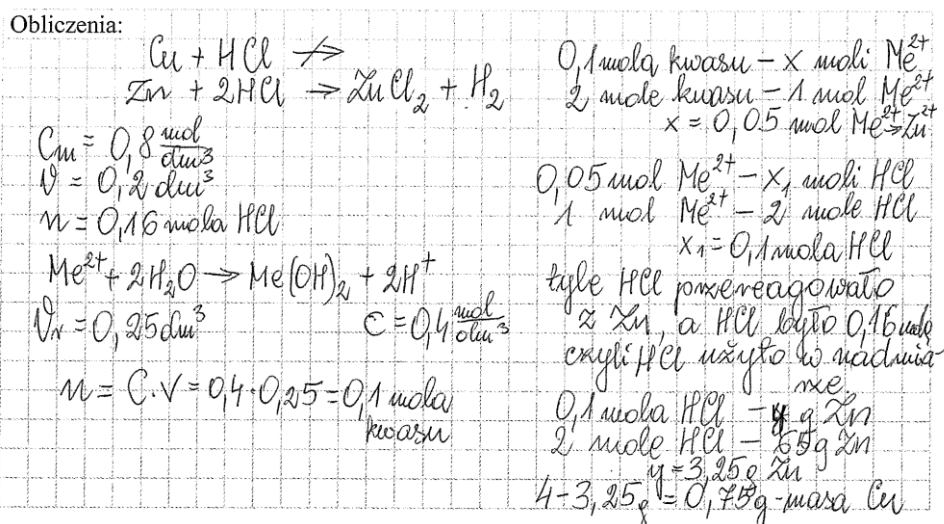
Rozwiązanie zadania 27.2. było wieloetapowe. Aby dojść do wyniku końcowego, należało pokonać następujące etapy: 1) obliczenie liczby moli  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ , 2) obliczenie liczby moli  $\text{I}_2$  i liczby moli  $\text{Br}_2$ , który nie przereagował z fenolem, 3) obliczenie liczby moli  $\text{Br}_2$  użytego do etapu II, 4) obliczenie liczby moli  $\text{Br}_2$ , który przereagował z fenolem, 5) obliczenie liczby moli fenolu, 6) obliczenie stężenia molowego fenolu, co spowodowało, że zadanie okazało się trudne (poziom wykonania: 20%). Analiza tego zadania znajduje się w następnym rozdziale.

Bardzo trudne (poziom wykonania: 19%) okazało się zadanie 15., w którym należało obliczyć, ile gramów miedzi znajdowało się w opisanej próbce stopu miedzi z cynkiem. W informacji wstępnej podano równanie, które opisywało reakcję zachodzącą po poddaniu próbki stopu działaniu kwasu solnego. Informacja zawierała również dane dotyczące roztworu, który powstał po rozcieńczeniu wodą roztworu otrzymanego po reakcji. Najczęściej zdający prezentowali kilkietapowe rozwiązanie tego zadania: obliczali liczbę moli jonów  $\text{H}^+$  w kwasie solnym oraz w roztworze po reakcji i na tej podstawie – liczbę moli jonów  $\text{H}^+$ , które wzięły udział w reakcji, oraz liczbę moli  $\text{Zn}$ , masę  $\text{Zn}$  i masę  $\text{Cu}$ . Błędy popełniane w tym zadaniu wynikały przede wszystkim z założenia niezgodnego z opisem. Zdający często obliczali liczbę moli cynku, przyrównując ją do liczby moli jonów  $\text{H}^+$  obecnych w kwasie solnym przed reakcją lub po jej zakończeniu – w obliczeniach nie uwzględniali stechiometrii reakcji kwasu z cynkiem.

## Przykład 9.

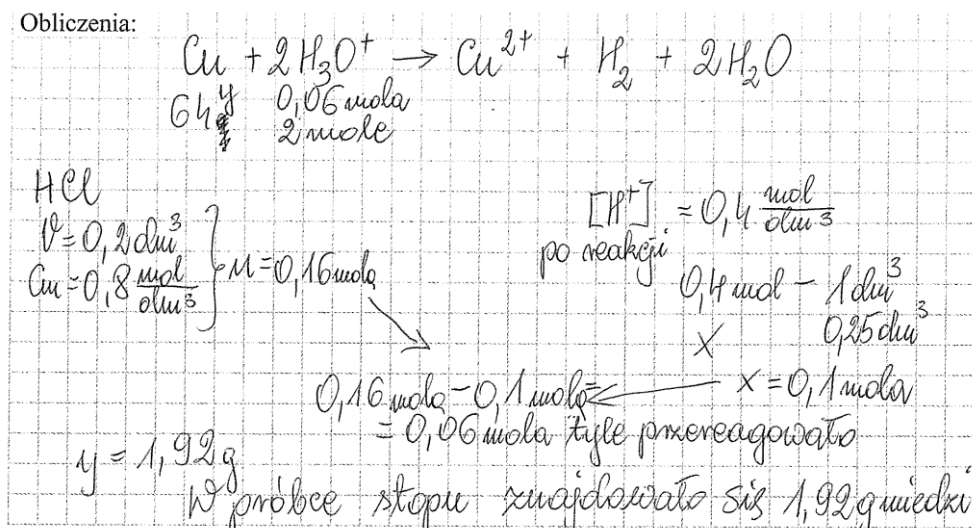


## Przykład 10.



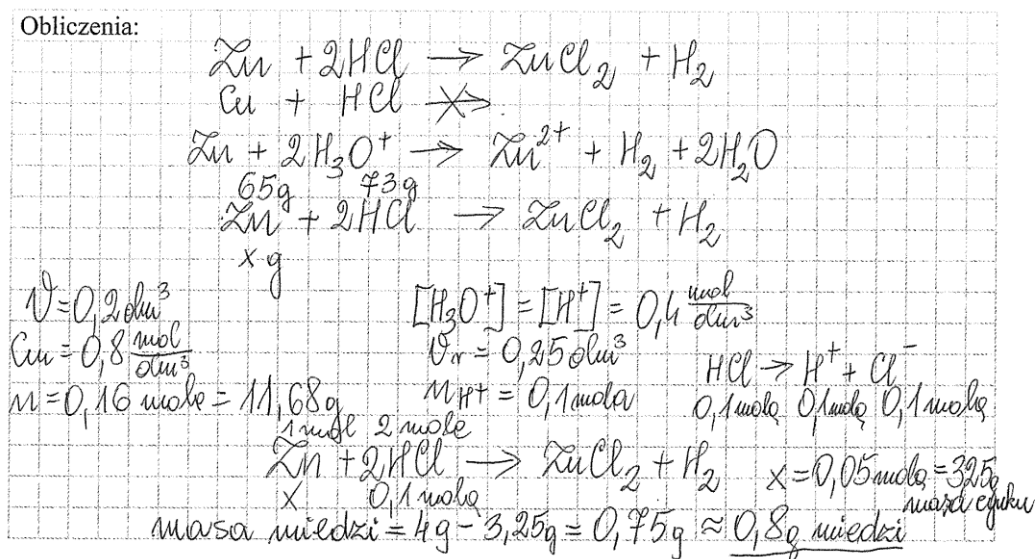
Niepokojąco duża liczba zdających rozwiązywała zadanie na podstawie błędnego założenia, że miedź, podobnie jak cynk, reaguje z kwasem solnym. Rozwiązanie zadania wymagało wykazania się elementarną wiedzą dotyczącą właściwości miedzi.

## Przykład 11.



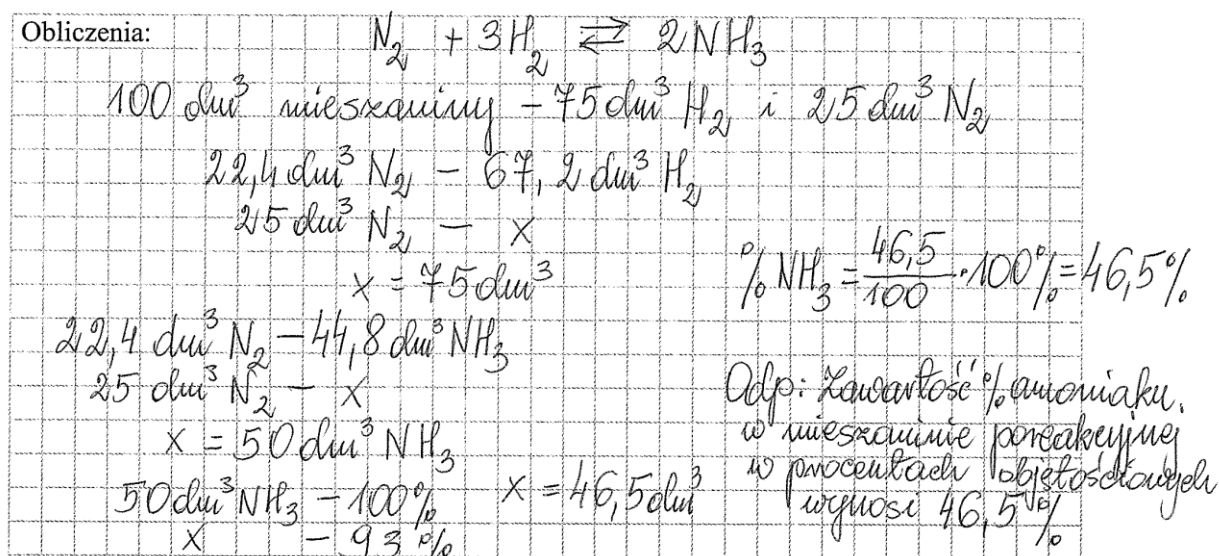
Utrudnieniem był wymóg zaokrąglenia wyniku końcowego do drugiego miejsca po przecinku.

Przykład 12.



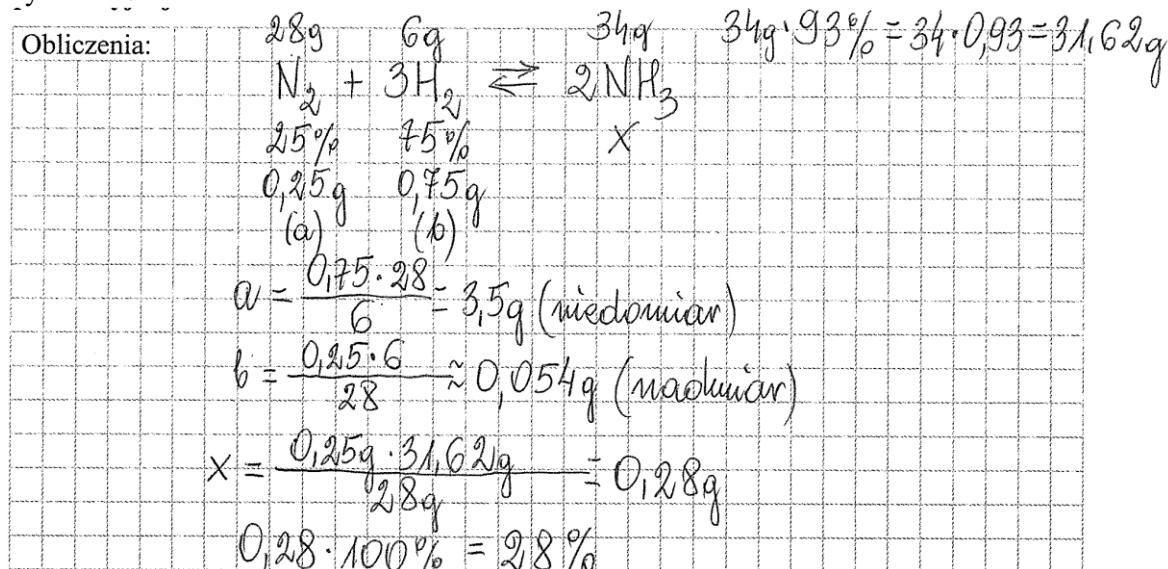
Największą trudność (poziom wykonania: 12%) sprawiło zdającym zadanie 6. W zadaniu tym podana była informacja, z której wynikało, że w mieszaninie wodoru i azotu użytej do syntezy amoniaku zawartość wodoru jest równa 75% objętościowych oraz że wydajność procesu syntezy amoniaku wynosiła 93%. Rozwiązanie zadania polegało na obliczeniu zawartości amoniaku w mieszaninie poreakcyjnej. Większość zdających poprawnie wyliczyła objętość amoniaku w mieszaninie, np. 46,5 dm<sup>3</sup> przy założeniu, że na początku było łącznie 100 dm<sup>3</sup> azotu i wodoru. Jednak ci sami zdający nie zauważyli, że w skład mieszaniny poreakcyjnej wchodzi również azot i wodór, które nie wzięły udziału w syntezie amoniaku.

Przykład 13.

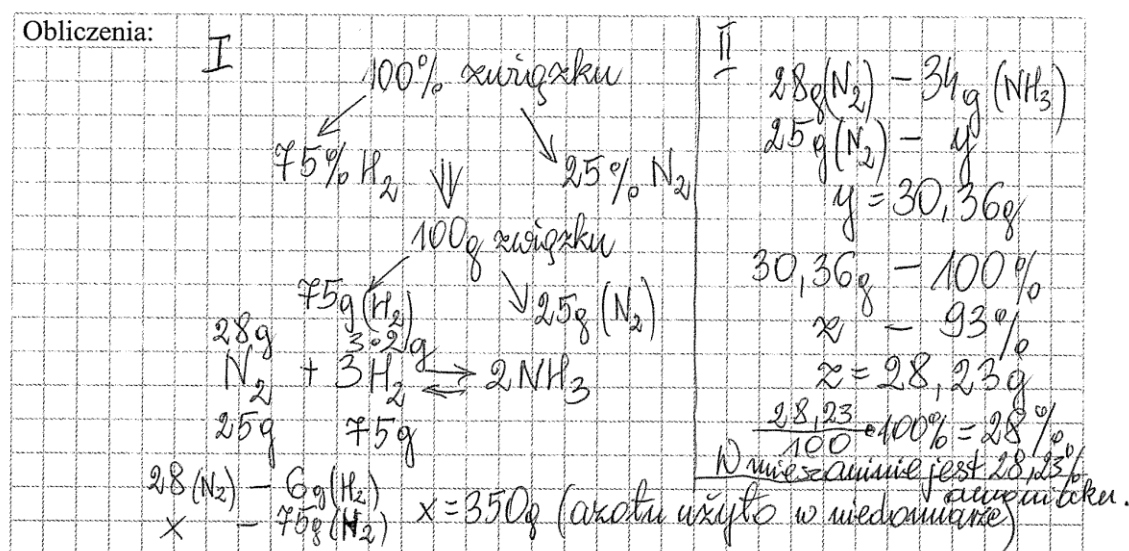


Zdarzały się też przypadki obliczania zawartości amoniaku w mieszaninie poreakcyjnej w procentach masowych, bardzo często na podstawie błędnego założenia, że stosunek molowy lub objętościowy jest równy stosunkowi masowemu reagentów.

## Przykład 14.



## Przykład 15.



Rozwiązania zadań obliczeniowych pokazują, że maturzyści mają trudności z rozwiązywaniem zadań wieloetapowych, które wymagają wykorzystania różnych informacji i powiązania kilku elementów. Widoczny jest brak umiejętności zaplanowania drogi rozwiązania, szczególnie w zadaniach złożonych. Niepokój budzi fakt, że wielu zdających nie uwzględniło w obliczeniach stechiometrii równania reakcji, mimo że każde równanie reakcji stanowiące podstawę obliczeń jest przedstawione w informacji do zadania. Może to świadczyć o niedostrzeganiu zależności stechiometrycznych. Część maturzystów błędnie układała proporcje, miała również trudności z przekształcaniem wzorów. Można też zauważyć, że maturzyści mieli problemy z przedstawianiem toku rozumowania i wyrażaniem zależności ilościowych w formie wyrażeń algebraicznych. Niektórzy nie potrafili wyszukać w poleceniach i informacjach do zadań danych niezbędnych do wykonania obliczeń lub wykonywali obliczenia niezgodne z treścią polecenia. Miało to istotny wpływ na poprawne rozwiązanie zadania – liczna grupa zdających rozwiązywała zadanie, początkowo stosując poprawną metodę rozwiązania, ale na kolejnym etapie rozwiązania nie brała pod uwagę ważnych założeń wynikających z treści zadania. Analiza niepoprawnych rozwiązań kolejny raz potwierdza niewystarczające umiejętności matematyczne maturzystów. Błędy rachunkowe popełniane podczas obliczeń świadczą o trudnościach wynikających z braku umiejętności wykonywania działań matematycznych, szczególnie na potęgach.

Można zauważyć, że zdający nie mają nawyku precyzyjnego zapisywania wykonywanych przekształceń, co również prowadzi do błędnych rozwiązań. Analiza popełnionych błędów pozwala także stwierdzić, że liczna grupa maturzystów ma duże trudności w posługiwaniu się całością zdobytej wiedzy chemicznej.

Obok zadań rachunkowych dużą trudność sprawiły zdającym także zadania innego typu. Należą do nich zadania: 5., 7., 31., 33.1. i 36.3.

Jednym z najtrudniejszych w całym arkuszu okazało się zadanie 5., którego poziom wykonania wyniósł 15%. Należało uzupełnić zdania dotyczące równowagi i szybkości reakcji wyrażeniami wybranymi spośród trzech podanych. W tym celu należało dokonać analizy informacji wprowadzającej – danych z tabeli, w której zestawiono wartości stałej równowagi reakcji syntezy amoniaku w różnych temperaturach. Większość zdających bezbłędnie uzupełniła informacje dotyczące zmiany wydajności reakcji przy wzroście temperatury w warunkach izobarycznych oraz przy wzroście ciśnienia w warunkach izotermicznych, ale też większość błędnie uzupełniła informację dotyczącą zmiany szybkości reakcji syntezy amoniaku, jeżeli zmaleje temperatura w układzie. Najczęściej wybierano odpowiedź *wzrośnie*. Maturzyści zapomnieli, że szybkość reakcji chemicznej zależy od częstości tzw. zderzeń efektywnych cząstek chemicznych, czyli zderzeń prowadzących do zajścia reakcji. Zderzenie efektywne może nastąpić tylko wówczas, gdy drobiny obdarzone są dostatecznie dużą energią. Ze wzrostem temperatury energia drobin rośnie, a w konsekwencji rośnie liczba zderzeń efektywnych w jednostce czasu. Szybkość reakcji rośnie więc ze wzrostem temperatury, a maleje wraz z obniżaniem się temperatury.

#### Przykład 16.

Jeżeli w układzie będącym w stanie równowagi nastąpi wzrost temperatury w warunkach izobarycznych ( $p = \text{const}$ ), to wydajność reakcji syntezy amoniaku ..... *zmaleje* ....., natomiast przy wzroście ciśnienia w warunkach izotermicznych ( $T = \text{const}$ ) wydajność tego procesu ..... *wzrośnie* ..... . Jeżeli zmaleje temperatura w układzie, to szybkość reakcji syntezy amoniaku ..... *wzrośnie* .....

#### Przykład 17.

Jeżeli w układzie będącym w stanie równowagi nastąpi wzrost temperatury w warunkach izobarycznych ( $p = \text{const}$ ), to wydajność reakcji syntezy amoniaku ..... *zmaleje* ....., natomiast przy wzroście ciśnienia w warunkach izotermicznych ( $T = \text{const}$ ) wydajność tego procesu ..... *wzrośnie* ..... . Jeżeli zmaleje temperatura w układzie, to szybkość reakcji syntezy amoniaku ..... *się nie zmienia* .....

Bardzo dużą trudność (poziom wykonania: 15%) sprawiło zdającym zadanie 33.1., w którym należało dokonać analizy budowy cząsteczki kwasu winowego i ocenić, czy obecność w cząsteczce kwasu winowego dwóch asymetrycznych atomów węgla upoważnia do sformułowania wniosku, że istnieją 4 możliwe odmiany cząsteczki tego kwasu (tzw. stereoizomery). Odpowiedź musiała zawierać informację, że istnieje forma (odmiana, izomer), która ma płaszczyznę symetrii lub która jest formą *mezo*, lub która jest achiralna. Większość zdających formułowała odpowiedź *związek posiada płaszczyznę symetrii*, która jest błędna, ponieważ istnieją 3 izomery tego związku, z których tylko jeden ma płaszczyznę symetrii.



## Przykład 18.

Czy obecność w cząsteczce kwasu winowego dwóch asymetrycznych atomów węgla upoważnia do sformułowania wniosku, że istnieją 4 możliwe odmiany cząsteczki tego kwasu (tzw. stereoizomery)?

NIE

Uzasadnienie: .....Cząsteczka kwasu winowego ma bowiem płaszczyznę symetrii w tych stereoizomerach, które mają grupę OH po jednej stronie. Skutkuje to w tych przypadkach brakiem czystości optycznej.

Odpowiedzi zdających nie zawierały koniecznego elementu (odniesienia się do jednej z form kwasu winowego – izomeru *mezo*). Niektórzy zdający stwierdzali, że stereoizomer *posiada oś symetrii*. Sformułowanie to jest błędne, ponieważ warunkiem istnienia formy nieczynnej optycznie jest występowanie płaszczyzny symetrii. Symetria płaszczyznowa jest innym elementem symetrii niż symetria osiowa. Cząsteczki chiralne mogą mieć oś symetrii, lecz nie mają płaszczyzny symetrii. Liczna grupa zdających udzieliła odpowiedzi *Tak*, powołując się w uzasadnieniu na liczbę asymetrycznych atomów węgla i wynikającą z tego maksymalną liczbę stereoizomerów, ale bez uwzględnienia ich elementów symetrii.

## Przykład 19.

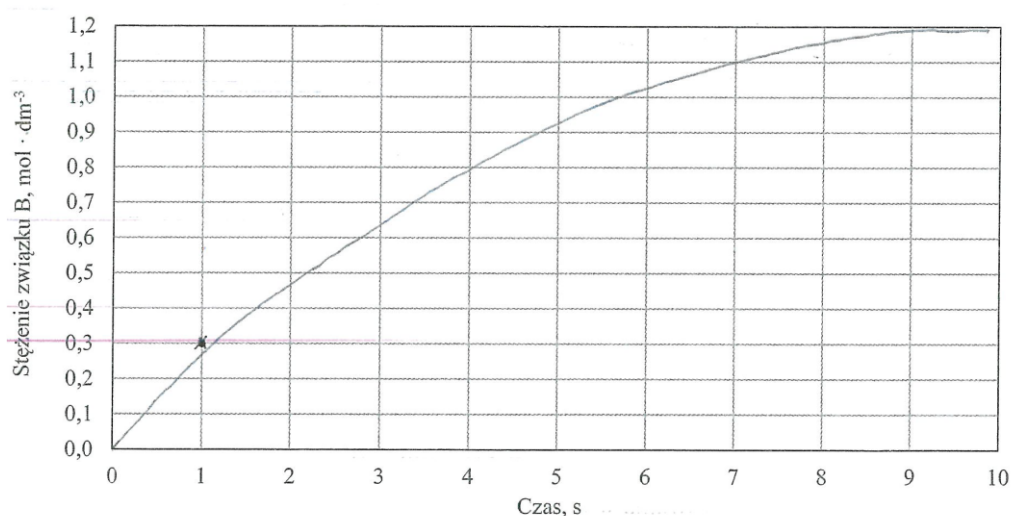
Czy obecność w cząsteczce kwasu winowego dwóch asymetrycznych atomów węgla upoważnia do sformułowania wniosku, że istnieją 4 możliwe odmiany cząsteczki tego kwasu (tzw. stereoizomery)?

TAK

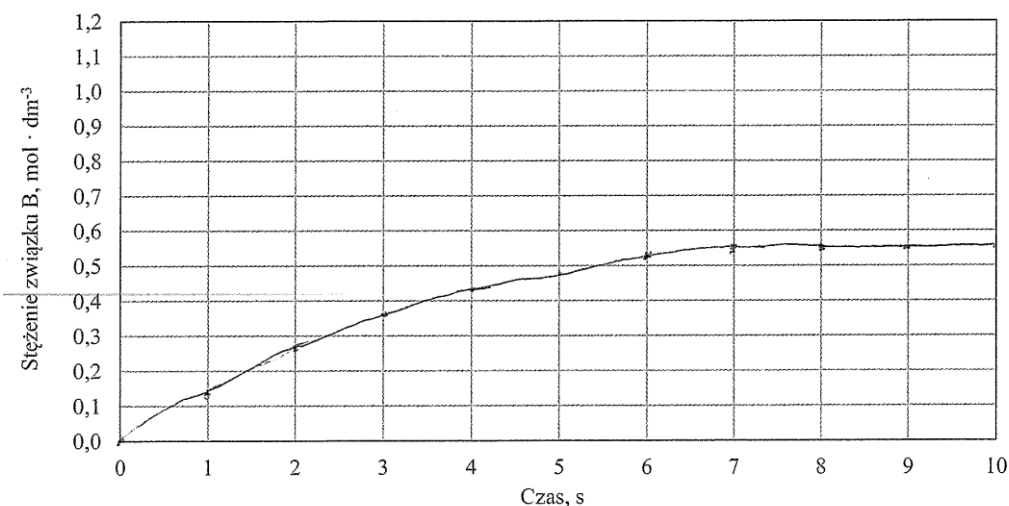
Uzasadnienie: .....Liczba odmian cząsteczek tego kwasu opisuje wzór  $2^n$ , gdzie „n” to liczba asymetrycznych atomów węgla. Cząsteczka ta zawiera 2 asymetryczne at. C, a zatem  $2^2 = 4$  odmian stereoizomerów.

Rozwiązanie zadania 7. (poziom wykonania: 27%) polegało na narysowaniu wykresu przedstawiającego zależność stężenia związku B otrzymanego w reakcji opisanej równaniem  $A(g) \rightleftharpoons 2B(g)$  od czasu trwania reakcji. Zadanie należało wykonać na podstawie wykresu przedstawiającego zależność stężenia związku A od czasu trwania reakcji, który był podany w informacji wstępnej. Zdający popełniali szereg błędów, np. wykres nie rozpoczynał się w punkcie (0,0), był prostoliniowy, był wykresem funkcji malejącej, ale najczęściej wykres w przedziale <8,10> nie był wykresem funkcji stałej o wartości  $1,1 \pm 0,1$  (Przykład 20.) albo nie uwzględniał stechiometrii zachodzącej reakcji (Przykład 21.).

## Przykład 20.



## Przykład 21.



Dużą trudność (poziom wykonania: 21%) sprawiło zdającym zadanie 31., w którym należało podać liczbę moli elektronów oddawanych przez 1 mol cykloheksanonu i 1 mol cykloheksanolu podczas utleniania mieszaniny tych związków kwasem azotowym(V). Reakcje były opisane równaniami zamieszczonymi w informacji wstępnej. Oprócz błędów wynikających prawdopodobnie z niepoprawnie przeprowadzonych prostych działań arytmetycznych często pojawiały się błędy w obliczeniach stopni utlenienia oraz liczby elektronów biorących udział w procesie redoks (w zadaniu należało uwzględnić dwa atomy węgla zmieniające stopień utlenienia lub obliczyć liczbę moli elektronów na podstawie zmiany stopnia utlenienia azotu).

## Przykład 22.

Przemiana I: 1 mol

Przemiana II: 3 mole

Zdający bardzo często tracili punkt z powodu podania wyniku z błędną jednostką (elektron). Pojęcie mola elektronów nie jest tożsame z pojęciem elektronu. 6 moli to  $6 \cdot 6,02 \cdot 10^{23}$ , czyli  $3,612 \cdot 10^{24}$  elektronów, a 8 moli to  $8 \cdot 6,02 \cdot 10^{23}$ , czyli  $4,816 \cdot 10^{24}$  elektronów. Popełniony błąd jest więc błędem merytorycznym.

Przykład 23.

Przemiana I: .....  $6e$  .....

Przemiana II: .....  $8e$  .....

Jednym z trudniejszych zadań okazało się zadanie 36.3., którego poziom wykonania wyniósł 24%. Zadanie wymagało rozwiązania problemu doświadczalnego i było jednym z zadań stanowiących wiązkę. W trzech probówkach (I, II i III) znajdowały się wodne roztwory: mocznika ( $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ ), chlorku amonu ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ) i acetamidu ( $\text{CH}_3\text{CONH}_2$ ). W celu ich identyfikacji przeprowadzono dwie serie doświadczeń. Na podstawie wyników tych doświadczeń trzeba było napisać wzór substancji, której charakterystyczny zapach był wyczuwalny u wylotu probówek I i II, oraz napisać w formie jonowej skróconej równanie reakcji, w wyniku której w probówce I powstał biały osad. Zdający najczęściej w rozwiązaniu nie uwzględniali informacji wprowadzającej do zadania. Wynikało z niej, że jony  $\text{Ba}^{2+}$  zostały dodane do produktów hydrolizy zasadowej mocznika, czyli do roztworu zawierającego jony węglanowe  $\text{CO}_3^{2-}$ .

Przykład 24.

Wzór substancji: .....  $\text{NH}_3$  .....

Równanie reakcji: .....  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2 + \text{Ba}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{BaCO}_3 \downarrow + 2\text{NH}_4^+$  .....

Przykład 25.

Wzór substancji: .....  $\text{NH}_3$  .....

Równanie reakcji: .....  $2\text{H}_2\text{N}-\overset{\text{O}}{\underset{\text{||}}{\text{C}}}-\text{NH}_2 + \text{Ba}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow 6\text{NH}_3 + \text{BaCO}_3 + 5\text{H}_2\text{O}$  .....

Zapisane w odpowiedzi równania często były błędne, ponieważ dotyczyły środowiska kwasowego albo obojętnego, a więc nie spełniały warunków zadania.

Analiza popełnionych błędów pozwala stwierdzić, że liczna grupa maturzystów:

- nie potrafi wyjaśnić problemu zadanego w poleceniu
- nie dostrzega zależności między prezentowanymi faktami
- nie potrafi sformułować logicznie uporządkowanej odpowiedzi, w tym logicznie uzasadnić swojego stanowiska
- posługuje się niepoprawną terminologią chemiczną
- ma duże trudności w wykonywaniu działań matematycznych.

## 2. Problem „pod lupą”. Zadania sprawdzające umiejętność korzystania z rozbudowanego materiału źródłowego

Arkusz egzaminacyjny z chemii składał się z różnorodnych pod względem formy i zakresu treści zadań, które sprawdzały różne umiejętności. Część zadań to zadania proste, których celem było sprawdzenie pojedynczych umiejętności, np. odczytania informacji z układu okresowego pierwiastków, napisania wzoru lub równania reakcji na podstawie opisu albo określenie typów i mechanizmów reakcji zilustrowanych na schemacie. Jednak większość zadań występujących w arkuszu egzaminacyjnym poprzedzona była informacją wprowadzającą zawierającą materiały źródłowe. Wśród zadań badających umiejętność korzystania z rozbudowanego materiału źródłowego znalazły się zadania różnego typu. Rozwiązanie tych zadań wymagało odczytania, dokonania analizy czy przetworzenia informacji przedstawionych w formie tekstu naukowego o tematyce chemicznej, schematu przemian chemicznych, tabeli danych fizykochemicznych lub wykresu. Część zadań wymagała ponadto syntezy wielu elementów informacji oraz własnej wiedzy. W niektórych poleceniach dodatkową trudnością była konieczność samodzielnego sformułowania wyjaśnienia lub uzasadnienia albo wykonania obliczeń.

W tym rozdziale przedstawiono analizę wybranych zadań, w których zastosowano różnorodne materiały źródłowe, sprawdzających złożone umiejętności i wymagających udzielenia odpowiedzi w różnych formach. Są to zadania 2., 17., 22., 24., 25., 26., 27., 29. i 38.

W zadaniu 2. materiał informacyjny składał się z tekstu naukowego o tematyce chemicznej dotyczącego energii jonizacji. Podana została definicja pierwszej i drugiej energii jonizacji. Zamieszczono też wykresy przedstawiające zmiany pierwszej i drugiej energii jonizacji wybranych pierwiastków uszeregowanych według rosnącej liczby atomowej. Dla ułatwienia analizy na wykresach oznaczono punkty odpowiadające wartościom pierwszej i drugiej energii jonizacji pierwiastków należących do 1. i 2. grupy oraz 2. i 3. okresu, czyli litu i berylu oraz sodu i magnezu. Aby poprawnie rozwiązać zadanie, zdający musieli – oprócz wykorzystania materiału informacyjnego – wykazać się też wiedzą z zakresu struktury atomu i wiązań chemicznych oraz wskazać na związek między budową atomu a położeniem pierwiastka w układzie okresowym. Maturzyści udzielali odpowiedzi, wybierając właściwe określenia spośród wymienionych. Zadanie to okazało się łatwe, poprawnych odpowiedzi udzieliło prawie 80% zdających. Korzystając z dostępnych informacji, zdający z łatwością uzupełnili zdania dotyczące zadanego tematu. Analiza rozwiązań dowodzi, że większość maturzystów nie miała trudności z odczytaniem z wykresów i porównaniem wartości odpowiednich energii jonizacji oraz z poprawnym uzasadnieniem obserwowanych różnic. Zdarzało się jednak, nawet w pracach, których autorzy uzyskali wysokie wyniki, że zdający uzupełniali zdanie dotyczące zmian drugiej energii jonizacji na podstawie pierwszego wykresu, na którym zilustrowano zmiany pierwszej energii jonizacji, co świadczy o pobieżnej analizie materiału.

Zadanie 17. miało na celu sprawdzenie znajomości i rozumienia mechanizmu halogenowania alkanu. W tym celu przedstawiono równania ilustrujące trzy etapy procesu halogenowania alkanów oraz krótki tekst dotyczący szybkości tworzenia halogenku alkilu. Na podstawie tych informacji zdający mieli wskazać ten etap przemiany, który jest najwolniejszy. To zadanie również nie sprawiło trudności większości maturzystów.

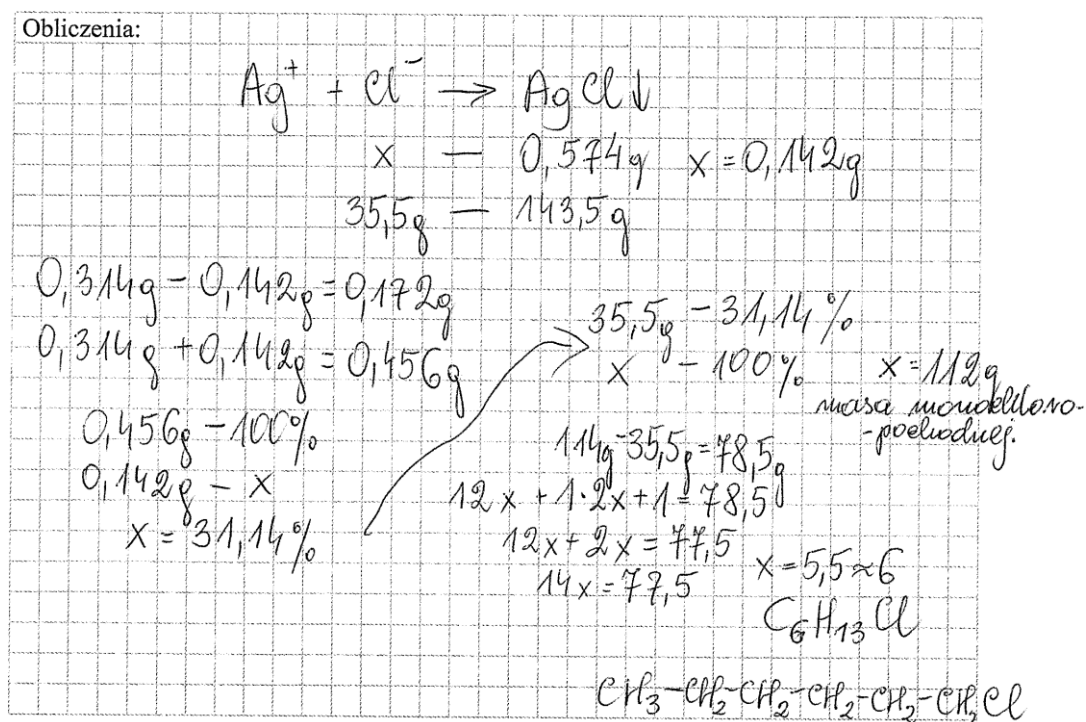
Zadania 2. i 17. należą do najłatwiejszych zadań w arkuszu egzaminacyjnym. Można zauważyć, że dla tegorocznych maturzystów łatwe okazały się zadania, które wymagały analizy lub prostego przetworzenia informacji zawartych w materiale źródłowym.

Wśród zadań, których rozwiązanie wymagało skorzystania z rozbudowanej informacji wprowadzającej, były również zadania rachunkowe: 26. i 27.2. Zadania te okazały się dla zdających trudne.

Materiał źródłowy do zadania 26. zawierał opis doświadczenia, w którym bierze udział próbka monochloropochodnej. Próbkę tę ogrzewano w obecności wodnego roztworu wodorotlenku sodu,

a otrzymaną mieszaninę poreakcyjną zobojętniono i wprowadzono do niej nadmiar wodnego roztworu  $\text{AgNO}_3$ . Informacja zawierała równania reakcji ilustrujące zachodzące podczas doświadczenia procesy: schemat reakcji z nadmiarem wodnego roztworu wodorotlenku sodu oraz równanie reakcji wytrącania osadu chlorku srebra, który powstał po dodaniu wodnego roztworu azotanu(V) srebra do mieszaniny poreakcyjnej powstałej w pierwszym etapie doświadczenia. W treści zadania podano również informacje o masie próbki chloropochodnej oraz o masie wytrąconego osadu  $\text{AgCl}$ . Na podstawie podanych informacji i przeprowadzonych obliczeń zdający mieli zaproponować wzór półstrukturalny (grupowy) chloropochodnej. Przedstawiony opis doświadczenia dotyczył przemian, które uczniowie poznają w toku nauki w szkole, dlatego dla części zdających selekcja i analiza informacji nie okazała się trudna. Oprócz rozwiązań, w których zdający przedstawiali tok rozumowania i dochodzili do poprawnego wyniku (ustalali poprawny wzór półstrukturalny chloropochodnej alkanu), były jednak również rozwiązania błędne. Pomimo bardzo dokładnego opisu doświadczenia ponad połowa zdających błędnie rozwiązała to zadanie, co zapewne wynikało z nieuwważnego czytania informacji lub ich błędnej interpretacji. Błędna interpretacja informacji i danych do zadania powodowała, że zdający zapisywali błędne zależności między danymi a szukaną, czyli stosowali błędną metodę rozwiązania.

## Przykład 26.



Zdarzało się również, że zdający rozwiązywali zadanie, podstawiając błędnie dane, np. mylili masę chlorku srebra z masą próbki chloropochodnej.

## Przykład 27.

Obliczenia:  $M_{AgCl} = 143,5 \text{ g/mol}$

$$\begin{array}{r} 1 \text{ mol} - 143,5 \text{ g} \\ x - 0,314 \text{ g} \end{array} \quad x \approx 0,002 \text{ mola}$$

$$M = \frac{m}{n} = \frac{0,574}{0,002} = 287 \text{ g/mol.}$$

$$C_n H_{2n+1} Cl$$

$$\downarrow$$

$$12n + 2n + 1 + 35,5 = 287$$

$$14n = 287 - 36,5$$

$$14n = 250,5$$

$$n \approx 18$$

$$CH_3 - (CH_2)_{16} - CH_2 - Cl$$

## Przykład 28.

Obliczenia:

$$m_{\text{końcowa}} C_x H_y Cl = 0,314 \text{ g}$$

$$m_{\text{K}} AgCl = 0,574 \text{ g}$$

$$M_{AgCl} = 143,5 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$$n_{AgCl} = \frac{0,574}{143,5 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,0023 \text{ mola}$$

$$\begin{array}{l} 1 \text{ mol } AgCl - 1 \text{ mol } Cl^- \\ 0,0023 \text{ mola } AgCl - x \\ x = 0,0023 \text{ mola } Cl^- \end{array}$$

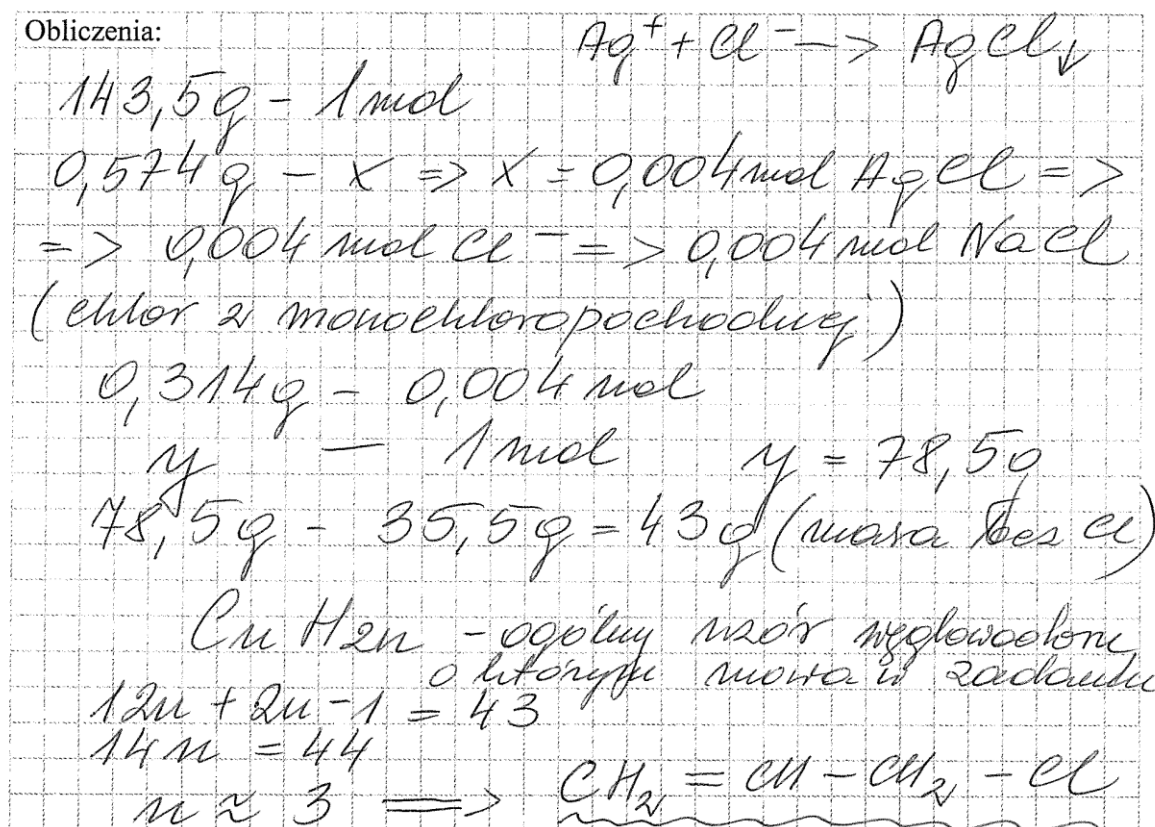
$$\begin{array}{l} 1 \text{ mol } NaCl - 1 \text{ mol } C_x H_y Cl \\ 0,0023 \text{ mola } NaCl - y \\ y = 0,0023 \text{ mola } C_x H_y Cl \\ n = \frac{m}{M} \\ M = \frac{m}{n} \end{array}$$

$$M_{C_x H_y Cl} = \frac{0,314}{0,0023} = 136,5 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$$C_7 H_{17} Cl - \text{wzrost chloropochodnej}$$

Część zdających stosowała poprawną metodę do rozwiązania zadania, jednak popełniane błędy rachunkowe i błędne szacowania prowadziły do wyznaczenia błędnego wzoru. Niektórzy nie uwzględniali wszystkich warunków zadania i w odpowiedzi podawali wzór sumaryczny zamiast wzoru półstrukturalnego, zapisywali wzór alkanu zamiast wzoru chloropochodnej lub przyjmowali, że związek jest pochodną innego węglowodoru, np. alkenu. Takie błędy świadczą o nieuważnym czytaniu polecenia.

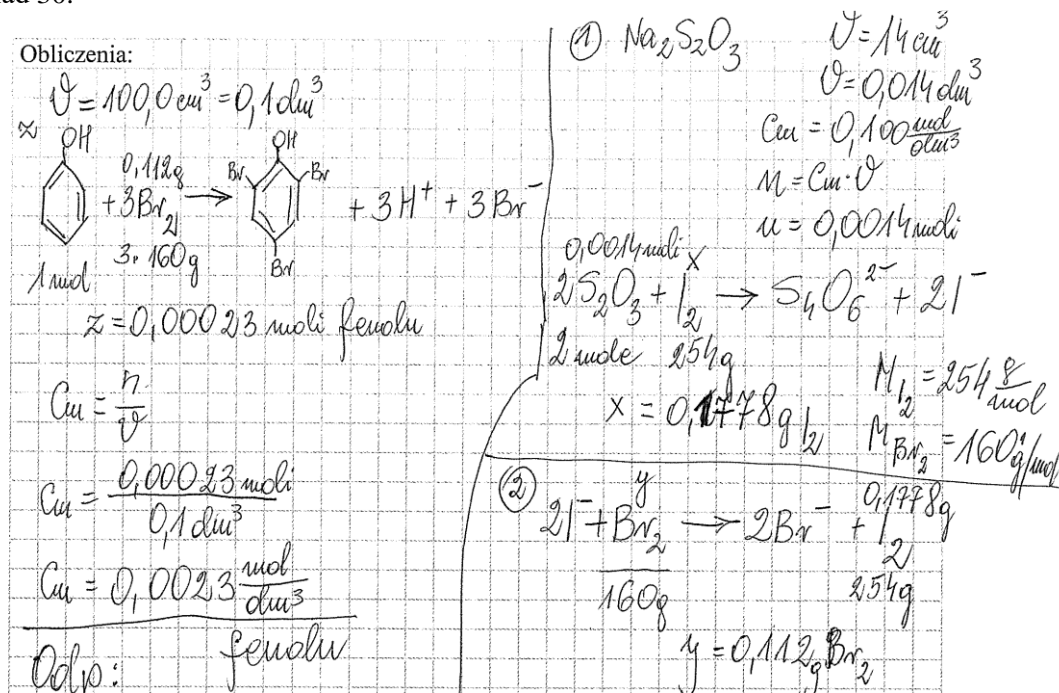
#### Przykład 29.



Na materiał źródłowy do zadania 27.2. składał się tekst opisujący metodę oznaczania zawartości fenolu w ściekach przemysłowych, na którą składa się kilka etapów (otrzymywanie bromu, bromowanie fenolu, wydzielanie jodu w ilości równoważnej do niezużytego bromu, miareczkowanie jodu wodnym roztworem tiosiarczanu sodu), oraz równania ilustrujące zachodzące podczas tego oznaczania procesy. Dla wielu zdających zaplanowanie drogi rozwiązania zadanego problemu obliczeniowego – wymagającego pokonania kilku etapów – okazało się za trudne, pomimo że w opisie zawarty był zrozumiały, przejrzysty tekst naukowy.

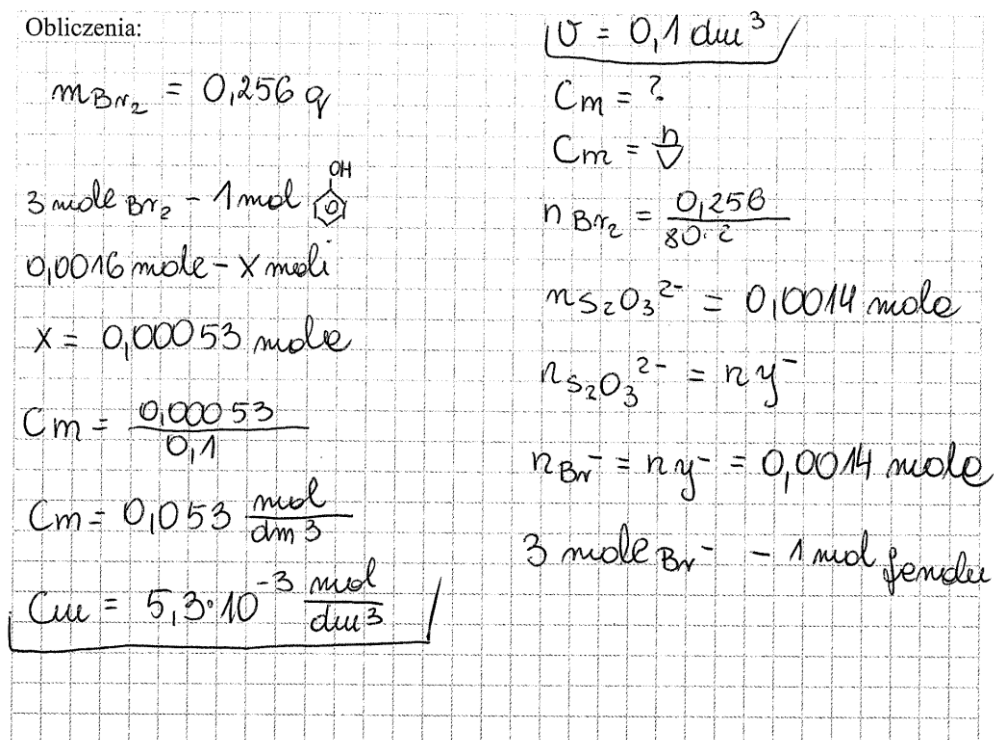
Najczęstszym błędem wynikającym z błędnej interpretacji informacji było wykorzystanie do obliczenia liczby moli fenolu liczby moli  $Br_2$  użytego do II etapu – zdający nie zauważali, że w reakcji z fenolem brom był użyty w nadmiarze.

## Przykład 30.



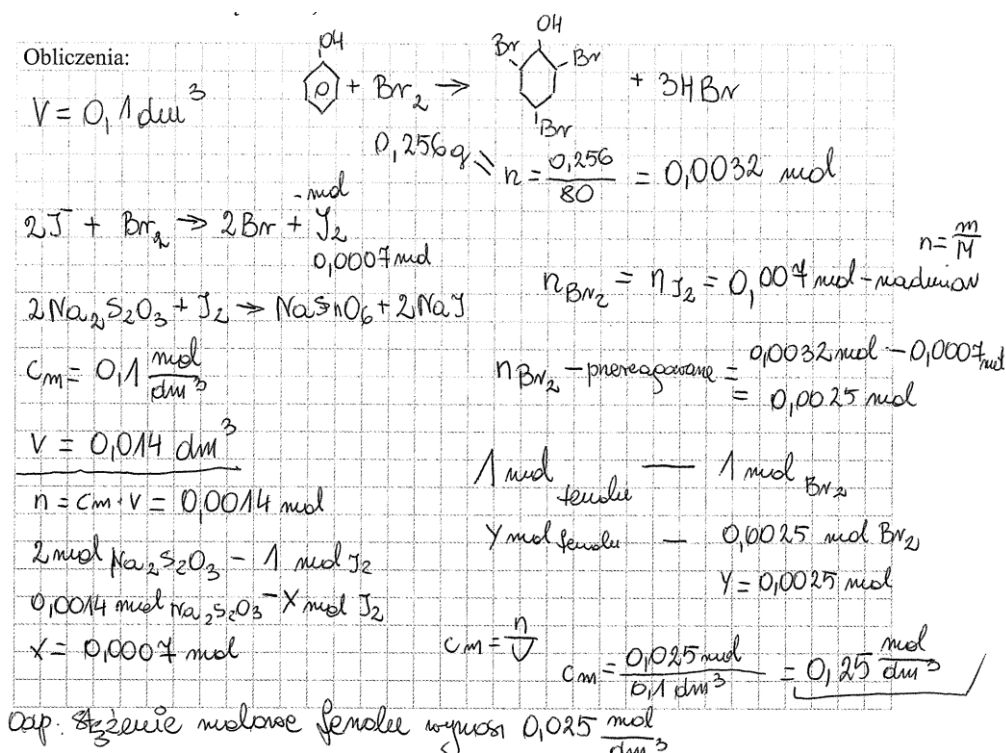
W swoich rozwiązaniach zdający pomijali zależności stechiometryczne lub uwzględniali błędną stechiometrię reakcji oraz stechiometrię wzoru, chociaż wszystkie równania reakcji i wzory reagentów były podane w tekście wprowadzającym. Miało to miejsce na różnych etapach rozwiązania.

## Przykład 31.





## Przykład 32.



W obu zadaniach obliczeniowych opisane doświadczenia zilustrowane były odpowiednimi równaniami reakcji. Ich analiza, zaplanowanie kilku kolejnych etapów rozwiązania i poprawne powiązanie wszystkich danych z szukaną okazały się bardzo trudne dla wielu zdających.

Rozwiązania większości zadań z rozbudowaną informacją wprowadzającą wymagały sformułowania słownego uzasadnienia lub wyjaśnienia. Były to zadania: 22., 24., 25., 29.1., 29.2. i 38.

Materiał źródłowy do zadania 22., które okazało się trudne (poziom wykonania: 36%), zawierał tekst dotyczący dwóch izomerycznych alkenów A i B oraz wzór półstrukturalny halogenku alkilowego, który alkeny A i B utworzyły w reakcji z HCl (jako produkt główny). Informacje te były w pełni wystarczające, aby poprawnie rozwiązać zadanie. Na podstawie podanych informacji należało ułożyć wzory izomerów. Większość zdających nie poradziła sobie z analizą informacji wprowadzającej, w której określone były warunki, jakie muszą spełnić izomeryczne alkeny A i B, i błędnie ułożyła ich wzory, przy czym częściej poprawnie zapisywano wzór alkenu A.

## Przykład 33.

Wzór alkenu A	Wzór alkenu B
$\text{CH}_3 - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_3$	$\text{CH}_2 = \text{CH}_2$

Wyjaśnienie: .....Ponieważ posiada te same podstawniki,  
a izomeria cis-trans zachodzi gdy są  
różne podstawniki.....

W drugiej części zadania należało sformułować wyjaśnienie dotyczące braku możliwości występowania izomerii *cis-trans* alkenu B. Jednak nawet wśród osób, które poprawnie ułożyły wzory półstrukturalne obu alkenów albo tylko alkenu B, znalazły się takie, które formułowały błędne wyjaśnienie. Wiele też było odpowiedzi zbyt ogólnych, niewyjaśniających problemu lub niebędących odpowiedzią na pytanie.

## Przykład 34.

Wzór alkenu A	Wzór alkenu B
$\text{CH}_3 - \text{CH} = \underset{\text{CH}_3}{\text{C}} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \underset{\text{CH}_2}{\text{C}} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$

Wyjaśnienie: .....Alken B nie występuje w postaci izomerów  
cis-trans, ponieważ tylko przy jednym atomie węgla przy wi-  
ązaniu podwójnym ma 2 wodory.....

Część osób prawdopodobnie pomyliła pojęcie izomerii geometrycznej *cis-trans* z innym rodzajem izomerii, np. z izomerią optyczną.

## Przykład 35.

Wzór alkenu A	Wzór alkenu B
$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \underset{\text{CH}_3}{\text{C}} = \text{CH} - \text{CH}_3$	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \underset{\text{CH}_2}{\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}} = \text{CH}_2$

Wyjaśnienie: .....Alken B nie ma 4 różnych  
podstawników.....

Liczna grupa zdających (która także poprawnie napisała wzór alkenu B) formułowała błędne, czasami absurdalne, wyjaśnienia świadczące o całkowitej nieznajomości problemu. Ich zdaniem alken B nie występuje w postaci izomerów geometrycznych *cis-trans*, ponieważ:

- *wiązanie podwójne w cząsteczce tego związku nie wchodzi w skład łańcucha głównego tego alkenu*
- *jeden z węgli przy wiązaniu podwójnym posiada trzy takie same podstawniki*
- *przy pęknięciu wiązania podwójnego jego głównymi podstawnikami będą atomy wodoru*
- *alken ten posiada rozgałęziony łańcuch*
- *alken ten nie posiada symetrycznych podstawników.*

Materiał źródłowy do zadania 29.1. i 29.2. to tekst dotyczący budowy cząsteczek eterów. W informacji podano wzór ilustrujący budowę eterów  $R-O-R'$  i wyjaśniono, że R i R' mogą być zarówno grupami alkilowymi, jak i aryłowymi. W tabeli zestawiono wzory półstrukturalne wybranych alkoholi i odpowiadających im eterów oraz wartości temperatury wrzenia  $t_w$  (pod ciśnieniem 1013 hPa) tych związków.

Rozwiązanie zadania 29.1. wymagało przeanalizowania wzorów alkoholi i eterów. Większość zdających poprawnie stwierdziła, że alkohole i etery o tej samej liczbie atomów węgla w cząsteczce są izomerami, co jednoznacznie wynika z informacji zawartych w tabeli, i poprawnie uzasadniła swoją odpowiedź. Jednak część zdających dokonała poprawnej oceny, ale przedstawiła błędne uzasadnienie. W rozwiązaniach znalazły się np. sformułowania, że alkohole i etery mają taki sam skład pierwiastkowy. Pojęcie „skład pierwiastkowy” określa wyłącznie to, z jakich pierwiastków składa się związek (na przykład wszystkie alkohole składają się z węgla, wodoru i tlenu), i nie jest tożsame z pojęciem „wzór sumaryczny”, który oprócz składu jakościowego podaje informację o składzie ilościowym. Inni maturzyści dokonali błędnej oceny i błędnie wyjaśnili swoją odpowiedź. Do najczęstszych błędów należało powoływanie się na fakt, że w cząsteczkach alkoholi jest grupa  $-OH$ , a w cząsteczkach eterów nie ma grupy  $-OH$ . Inni zdający argumentowali, że alkohole i etery o tej samej liczbie atomów węgla w cząsteczce nie są izomerami, ponieważ:

- *etery i alkohole mają różne podstawniki*
- *w eterach atom tlenu występuje w środku cząsteczki*
- *należą do osobnej grupy pochodnych węglowodorów*
- *mają różne temperatury wrzenia*
- *alkohole zawierają grupę hydroksylową, a etery – ketonową.*

W przypadku zadania 29.2. większość zdających poprawnie podała numery związku najmniej lotnego i najbardziej lotnego. Jednak część zdających błędnie wyjaśniła, dlaczego etery są bardziej lotne niż alkohole o tej samej masie cząsteczkowej. Do najczęstszych błędów należało stwierdzenie, że w cząsteczkach (a nie między cząsteczkami) alkoholi między atomem tlenu i wodoru tworzy się wiązanie wodorowe. Inni maturzyści stwierdzali, że:

- *tlen w alkoholach jest częścią grupy  $-OH$  a w eterach jest on wolny, więc łatwiej się unosi*
- *etery są bardziej lotne, ponieważ tlen związany jest z 2 atomami węgla*
- *etery mają bardziej płaską budowę od alkoholi, dlatego ich lotność jest większa.*

Wielu zdających posługiwało się pojęciami makroskopowymi w odniesieniu do cząsteczki, np. pisali oni o „lotności” lub „temperaturze” wrzenia cząsteczki.

Analiza rozwiązań zadania 29. wskazuje, że zdający w większości poradzi sobie z analizą materiału źródłowego w postaci tabeli danych, na ogół poprawnie odpowiadając na pytanie dotyczące izomerii alkoholi i eterów oraz wskazując substancje o największej i najmniejszej lotności. Poważną trudność stanowiło natomiast sformułowanie poprawnego uzasadnienia, co wynikało zarówno z trudności merytorycznych, jak i nieporadności językowej. W pracach zdających pojawiły się również błędy wskazujące na pobieżne czytanie informacji wprowadzającej, która dotyczyła alkoholi i eterów: w wielu odpowiedziach pojawiały się natomiast odwołania do innej grupy pochodnych węglowodorów – estrów.

Zadania 24. i 25. stanowiły wiązkę z materiałem źródłowym, na który składał się tekst dotyczący rozkładu metanu, równanie ilustrujące tę przemianę, wzór opisujący równowagowy stopień przemiany metanu  $x$  oraz wykres ilustrujący zależność równowagowego stopnia przemiany metanu  $x$  od temperatury dla trzech wartości ciśnienia. Cały materiał pochodzący z podręcznika technologii chemicznej zawierał terminy naukowe, które były dla zdającego nowe, ale opisane i wyjaśnione. Okazało się, że ich zrozumienie stanowiło dla zdających poważny problem.

W zadaniu 24. na podstawie analizy materiału źródłowego należało stwierdzić, że dla reakcji rozkładu metanu  $\Delta H$  opisanej reakcji rozkładu metanu jest większa od zera, ponieważ wydajność tej reakcji wzrasta ze wzrostem temperatury. Aby dojść do takiego wniosku, należało poprawnie zinterpretować równowagowy stopień przemiany metanu (zdefiniowany wzorem matematycznym) jako miarę wydajności reakcji oraz przeanalizować wykres. Wielu zdających nie umiało poprawnie zinterpretować przedstawionych informacji. Błędna interpretacja wzoru prowadziła do stwierdzenia, że  *$\Delta H$  opisanej reakcji rozkładu metanu jest mniejsza od zera, ponieważ gdy wartość  $x$  jest duża, znaczy, że otrzymaliśmy mało produktów lub wydajność tej reakcji maleje ze wzrostem temperatury.* Niektóre błędy wynikały z niezrozumienia zagadnień związanych ze stanem równowagi chemicznej i regułą przekory. Często pojawiała się odpowiedź niepełna, w której poprawnie stwierdzano, że  $\Delta H$  opisanej reakcji jest większa od zera, ale nie podawano pełnego uzasadnienia, a jedynie inaczej formułowano swój wybór.

Przykład 36.

*$\Delta H$  opisanej reakcji rozkładu metanu jest  
mniejsza od zera, ponieważ jest to reakcja  
endotermiczna*

W zadaniu 25. na podstawie analizy materiału źródłowego należało wyjaśnić, dlaczego wydajność opisanej reakcji maleje ze wzrostem ciśnienia. W odpowiedzi trzeba było odwołać się do przedstawionego w informacji równania reakcji i dostrzec zależność stechiometryczną między gazowymi reagentami. Tutaj również można było zauważyć błędną interpretację przedstawionych informacji i niezrozumienie zagadnień związanych ze stanem równowagi chemicznej i regułą przekory. Udzielano na przykład odpowiedzi:

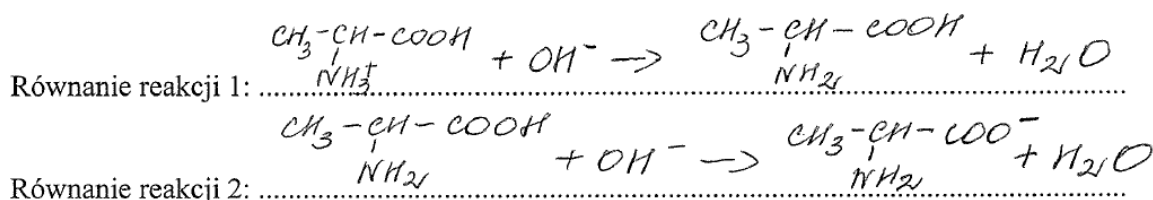
- *wraz ze wzrostem ciśnienia równowaga opisanej reakcji rozkładu metanu przesuwa się w stronę większej liczby moli gazowych produktów*
- *objętość gazowych produktów jest większa od substratów i wzrost ciśnienia ogranicza tworzenie substratów.*

Bardzo wielu zdających nie otrzymało pozytywnej oceny za odpowiedź do tego zadania, ponieważ, porównując liczbę moli reagentów, w wyjaśnieniu pomijało fakt, że chodzi o reagenty gazowe.

Jedną z przyczyn trudności w rozwiązaniu zadania 24. i 25. była nieumiejętność sformułowania logicznie uporządkowanej wypowiedzi oraz tendencja do posługiwania się skrótami myślowymi prowadzącymi do błędów merytorycznych. W odpowiedziach często pojawiały się sformułowania, które dyskwalifikowały odpowiedź, np.: *stała równowagi przesuwa się [...], układ przesuwa się [...], reakcja przesuwa się [...]*.

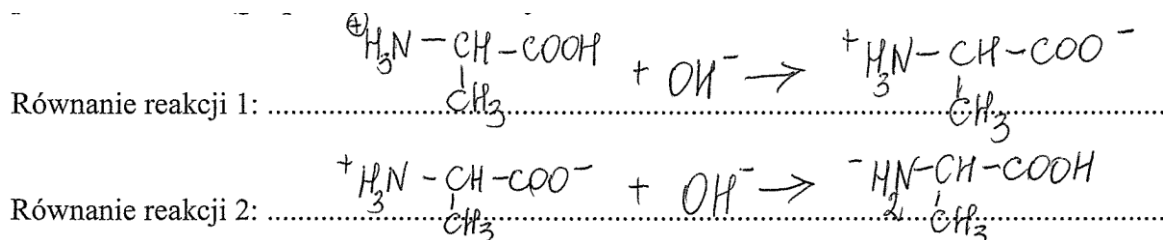
Zadanie 38. zawierało materiał źródłowy, na który składał się tekst dotyczący przeprowadzonego doświadczenia – reakcji alaniny (obecnej w zakwaszonym wodnym roztworze) z wodnym roztworem wodorotlenku sodu, schemat opisujący tę dwuetapową przemianę oraz wykres ilustrujący zależność pH mieszaniny reakcyjnej od objętości dodanego roztworu wodorotlenku sodu (w jednostkach umownych). Aby poprawnie rozwiązać zadanie, należało zinterpretować wykres, a w szczególności rozpoznać punkt A zaznaczony na wykresie jako punkt izoelektryczny. Najczęstszym błędem było zapisywanie równań niezgodnych z przedstawionym schematem, polegające na nieuwzględnieniu w zapisie odpowiednich form alaniny, szczególnie w punkcie A, w którym aminokwas występuje jako jon obojnaczy.

Przykład 37.



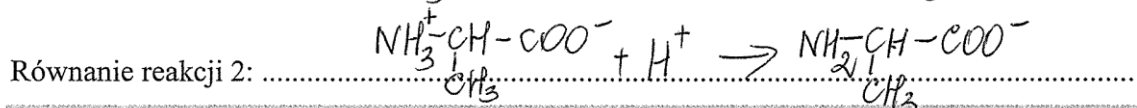
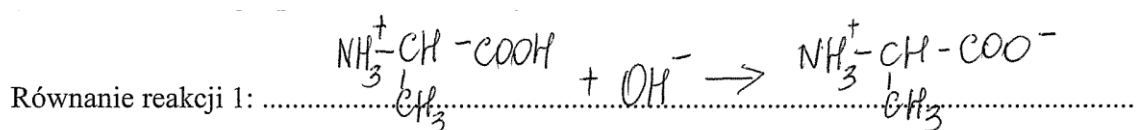
Pojawiało się wiele błędnych odpowiedzi, w których zapisywano schematy zamiast równań reakcji lub rysowano błędne wzory substratów i produktów.

Przykład 38.



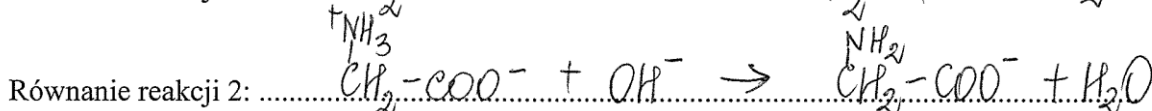
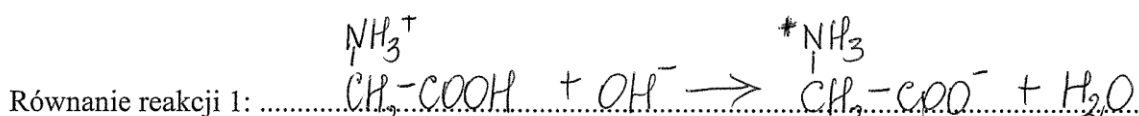
Niekiedy – niezgodnie z opisem przebiegu doświadczenia – przedstawiano przebieg obu lub jednej z reakcji z udziałem jonów wodorowych.

Przykład 39.



Niektórzy maturzyści zapisywali poprawne równania reakcji, ale dla innego aminokwasu, np. glicyny.

Przykład 40.



Szczególny niepokój budzi fakt, że wielu zdających stosowało do opisu przebiegu reakcji jonowych niejonowy zapis ich równań.

Przedstawione przykłady świadczą o tym, że zdający niedokładnie zapoznali się z materiałem wprowadzającym i w ograniczonym zakresie dokonali analizy tekstu i schematu reakcji.

Analiza niepoprawnych rozwiązań pozwala zauważyć, że istotny wpływ na poprawne rozwiązanie zadania miało uważne czytanie informacji do zadania i polecenia oraz analiza ich treści. Korzystanie z materiału źródłowego sprawiało trudności maturzystom. Szczególnie trudne okazało się odczytanie i interpretowanie takich informacji, które składały się z wielu różnych elementów. Zdający gorzej radzili sobie z analizą informacji zawierających nowe dla nich informacje, nieznane pojęcia lub dane odwołujące się do zagadnień nieomawianych w szkole. Trudnością dla wielu zdających była też konieczność wykonania sekwencji następujących po sobie kilku czynności. Zdający często brali pod uwagę tylko niektóre z nich, a inne pomijali, nie dostrzegając popełnionego błędu.

O stopniu trudności zadania decydowała nie tylko treść i złożoność materiału źródłowego, ale również forma oczekiwanej odpowiedzi. Znacznie lepiej zdający radzili sobie z wyborem poprawnego stwierdzenia, dokonaniem oceny lub wskazaniem elementów spełniających określone kryteria niż ze sformułowaniem uzasadnienia, co wskazuje na fakt, że mniejszą trudność sprawia im wykorzystywanie i przetwarzanie informacji niż samodzielne tworzenie informacji. Formułując wyjaśnienia lub uzasadnienia, zdający posługiwali się językiem nieporadnym, nawet jeśli stosowali pojęcia, które powinny być dobrze znane i rozumiane. Nierzadko błędnie stosowali oni terminologię chemiczną, zmieniali sens niektórych pojęć albo mieszały pojęcia, stosowali skróty myślowe, podawali odpowiedzi nieprecyzyjne, nie doprowadzali do końca wyjaśnienia, stosowali nieuprawnione uogólnienia albo nie umieli dokonać uogólnienia. Niektóre odpowiedzi udzielone w części drugiej zaprzeczały poprawnej odpowiedzi w części pierwszej.

Na zakończenie trzeba zaznaczyć, że część zdających napisała prace bardzo dobre, w których odpowiedzi i rozwiązania cechowały się prostotą, były przejrzyste, spójne logicznie, trafne i poprawne merytorycznie.

### 3. Wnioski i rekomendacje

1. Na podstawie analizy wyników egzaminu maturalnego z chemii oraz uwag egzaminatorów oceniających arkusze egzaminacyjne można stwierdzić, że maturzyści poprawnie rozwiązują problemy typowe i o małym stopniu złożoności, a gorzej radzą sobie z rozwiązywaniem złożonych problemów oraz w sytuacjach nietypowych, które wymagają wykorzystania i skojarzenia kilku elementów. Tegoroczny egzamin pokazał, że część maturzystów niestety nie rozumie podstawowych praw, pojęć i zjawisk chemicznych. Znajomość wzorów i zależności nie idzie w parze z umiejętnością określenia warunków stosowalności praw, z których korzystają zdający. Można sądzić, że część maturzystów, którzy dość sprawnie posługują się pojęciami i stosują wyuczone algorytmy, nie rozumie istoty analizowanych zjawisk i procesów.
2. Można zauważyć, że poziom merytoryczny prezentowanych odpowiedzi był zróżnicowany. Obok prac bardzo dobrych, w których wszystkie lub prawie wszystkie odpowiedzi były poprawne, precyzyjne i logiczne, znalazły się prace bardzo słabe. Na negatywną ocenę wielu odpowiedzi wpływ miał często brak staranności i precyzji przy zapisie rozwiązania problemu a także nieumiejętność konstruowania krótkiej i logicznej odpowiedzi, stosowanie zbyt dużych uogólnień i skrótów myślowych, niewłaściwe posługiwanie się terminologią chemiczną, formułowanie odpowiedzi niejasnych, niezrozumiałych lub zawierających elementy poprawne i błędne oraz popełnianie błędów językowych, które prowadzą do błędów merytorycznych.
3. Zdający dobrze odczytywali i analizowali informacje przedstawione w formie prostych tekstów o tematyce chemicznej, wykresów, zestawień danych liczbowych lub wzorów dotyczących znanych ze szkoły zagadnień. Zadania, które wymagały dokonania wnikliwej analizy wielu elementów albo syntezy przedstawionych informacji oraz wykonania złożonych czynności intelektualnych, w tym wykazania się zdolnością rozumowania właściwego dla chemii, sprawiły zdającym znacznie większe trudności. Często nie dostrzegali oni istotnych dla rozwiązania problemu zależności, a jedynie odtwarzali zapamiętane wiadomości i posługiwali się schematami, których zastosowanie prowadziło do formułowania odpowiedzi nielogicznych i niezgodnych z tematem zadania. Informacje zawarte w bardziej złożonych tekstach o tematyce chemicznej lub przedstawione za pomocą bardziej skomplikowanych wzorów umiała dobrze wykorzystać tylko część maturzystów. Dużą trudność sprawiły zdającym sytuacje nietypowe oraz rozwiązywanie problemów wymagających powiązania i wykorzystania wiedzy z różnych działów tematycznych chemii. Szczególnie trudne okazało się samodzielne tworzenie informacji.
4. W rozwiązaniach zadań rachunkowych część maturzystów nie potrafiła przedstawić toku rozumowania, wyrazić zależności ilościowych w formie wyrażeń algebraicznych i uwzględnić stechiometrii równania reakcji. Trudnością okazało się zaplanowanie poprawnej drogi rozwiązania, jeśli składało się ono z kilku etapów.
5. Do najczęstszych przyczyn błędów – tak jak w ubiegłych latach – można zaliczyć niewystarczająco wnikliwą analizę treści zadań oraz automatyzm w ich rozwiązywaniu, pobieżne czytanie informacji i poleceń, formułowanie odpowiedzi niespełniających wymagań określonych w poleceniu, np. zapisywanie równania reakcji w formie cząsteczkowej zamiast jonowej.
6. W trakcie nauki warto więc poświęcić czas na ćwiczenie umiejętności formułowania wypowiedzi słownych, dobierania argumentów, dostrzegania zależności przyczynowo-skutkowych. Ważną umiejętnością jest także biegłe posługiwanie się językiem symboli, wzorów i równań chemicznych oraz językiem wyrażeń matematycznych. Najważniejsze jest jednak ciągle dbanie o to, aby uczniowie rozumieli sens formułowanych stwierdzeń, wielkości i pojęć, którymi się posługują, oraz umieli ocenić poprawność własnych sądów.