

<i>Rodzaj dokumentu:</i>	Sprawozdanie za rok 2023 województwo wielkopolskie
<i>Egzamin:</i>	Egzamin maturalny
<i>Przedmiot:</i>	Chemia
<i>Poziom:</i>	Poziom rozszerzony
<i>Termin egzaminu:</i>	15 maja 2023 r.
<i>Data publikacji dokumentu:</i>	19 września 2023 r.

Opracowanie

Aleksandra Grabowska (Centralna Komisja Egzaminacyjna)
dr inż. Anna Jedynak-Koczuł (Centralna Komisja Egzaminacyjna)
dr Piotr Malecha (Okręgowa Komisja Egzaminacyjna w Gdańsku)
Damian Krawczyk (Okręgowa Komisja Egzaminacyjna w Poznaniu)

Redakcja

dr Wioletta Kozak (Centralna Komisja Egzaminacyjna)

Opracowanie techniczne

Andrzej Kaptur (Centralna Komisja Egzaminacyjna)

Współpraca

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

Opracowanie dla województwa wielkopolskiego

Okręgowa Komisja Egzaminacyjna w Poznaniu
Damian Krawczyk
Anna Sperling

Centralna Komisja Egzaminacyjna
ul. Józefa Lewartowskiego 6, 00-190 Warszawa
tel. 22 536 65 00, fax 22 536 65 04
e-mail: sekretariat@cke.gov.pl
www.cke.gov.pl

Spis treści

Opis arkusza maturalnego	4
Dane dotyczące populacji zdających	4
Przebieg egzaminu	5
Podstawowe dane statystyczne	6
Komentarz	17
Wnioski i rekomendacje	49

Opis arkusza egzaminu maturalnego

W roku szkolnym 2022/2023 egzamin maturalny z chemii został przeprowadzany na podstawie wymagań egzaminacyjnych określonych w rozporządzeniu Ministra Edukacji i Nauki z dnia 10 czerwca 2022 r.¹

Arkusz egzaminacyjny z chemii zawierał 34 zadania otwarte i zamknięte, spośród których osiem zadań składało się z dwóch części, a cztery – z trzech części. Łącznie w arkuszu znalazły się 43 polecenia różnego typu, które sprawdzały wiadomości oraz umiejętności w trzech obszarach wymagań: pozyskiwanie, przetwarzanie i tworzenie informacji (5 poleceń, za rozwiązanie których można było otrzymać łącznie 5 punktów), rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów (15 poleceń, za rozwiązanie których można było otrzymać łącznie 20 punktów) oraz 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: wykorzystanie, przetwarzanie i tworzenie informacji oraz rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów (14 poleceń, za rozwiązanie których można było otrzymać łącznie 22 punkty), a także rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów oraz opanowanie czynności praktycznych (6 poleceń, za rozwiązanie których można było otrzymać 8 punktów). Podczas rozwiązywania zadań zdający mogli korzystać z *Wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych na egzamin maturalny z biologii, chemii i fizyki*, linijki oraz kalkulatora naukowego. Za rozwiązanie wszystkich zadań zdający mógł otrzymać 60 punktów.

Dane dotyczące populacji zdających

TABELA 1. ZDAJĄCY ROZWIĄZUJĄCY ZADANIA W ARKUSZU STANDARDOWYM*

Liczba zdających (Formuła 2023)		2057
Zdający rozwiązujący zadania w arkuszu standardowym	ze szkół na wsi	14
	ze szkół w miastach do 20 tys. mieszkańców	319
	ze szkół w miastach od 20 tys. do 100 tys. mieszkańców	985
	ze szkół w miastach powyżej 100 tys. mieszkańców	739
	ze szkół publicznych	1952
	ze szkół niepublicznych	105
	kobiety	1529
	mężczyźni	528
	bez dysleksji rozwojowej	1902
	z dysleksją rozwojową	155
	o których mowa w art. 2 ust. 1 ustawy ² (obywatele Ukrainy)	0

* Dane w tabeli dotyczą tegorocznych absolwentów.

¹ Rozporządzenie Ministra Edukacji i Nauki z dnia 10 czerwca 2022 r. w sprawie wymagań egzaminacyjnych dla egzaminu maturalnego przeprowadzanego w roku szkolnym 2022/2023 i 2023/2024 (Dz.U. poz. 1246).

² Ustawa z dnia 12 marca 2022 r. o pomocy obywatelom Ukrainy w związku z konfliktem zbrojnym na terytorium tego państwa (Dz.U. z 2023r. poz. 103, z późn. zm.).

Z egzaminu w Formule 2023 i Formule 2015 zwolniono 1 – laureata i 3 – finalistów Olimpiady Chemicznej.

TABELA 2. ZDAJĄCY ROZWIĄZUJĄCY ZADANIA W ARKUSZACH DOSTOSOWANYCH

Zdający rozwiązujący zadania w arkuszach dostosowanych	z autyzmem, w tym z zespołem Aspergera	5
	słabowidzący	2
	niewidomi	0
	słabosłyszący	3
	niesłyszący	3
	z niepełnosprawnością ruchową spowodowaną mózgowym porażeniem dziecięcym	1
	z zaburzeniem widzenia barw	2
	Ogółem	16

Przebieg egzaminu

TABELA 3. INFORMACJE DOTYCZĄCE PRZEBIEGU EGZAMINU

Termin egzaminu		15 maja 2023	
Czas trwania egzaminu dla arkusza standardowego		180 minut	
Liczba szkół		146	
Liczba zespołów egzaminatorów		5	
Liczba egzaminatorów		81	
Liczba obserwatorów ³ (§ 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	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	stwierdzenie naruszenia przepisów dotyczących przeprowadzenia egzaminu maturalnego	0
	art. 44zzy ust. 10	niemożność ustalenia wyniku (np. zaginięcie karty odpowiedzi)	0
Liczba wglądów ⁴ (art. 44zzz)		407	

³ Rozporządzenie Ministra Edukacji i Nauki z dnia 1 sierpnia 2022 r. w sprawie egzaminu maturalnego (Dz.U. poz. 1644, z późn. zm.) – podano łącznie dla Formuły 2023 i Formuły 2015.

⁴ Ustawa z dnia 7 września 1991 r. o systemie oświaty (Dz.U. z 2022 r. poz. 2230).

Podstawowe dane statystyczne

Wyniki zdających

WYKRES 1. ROZKŁAD WYNIKÓW ZDAJĄCYCH

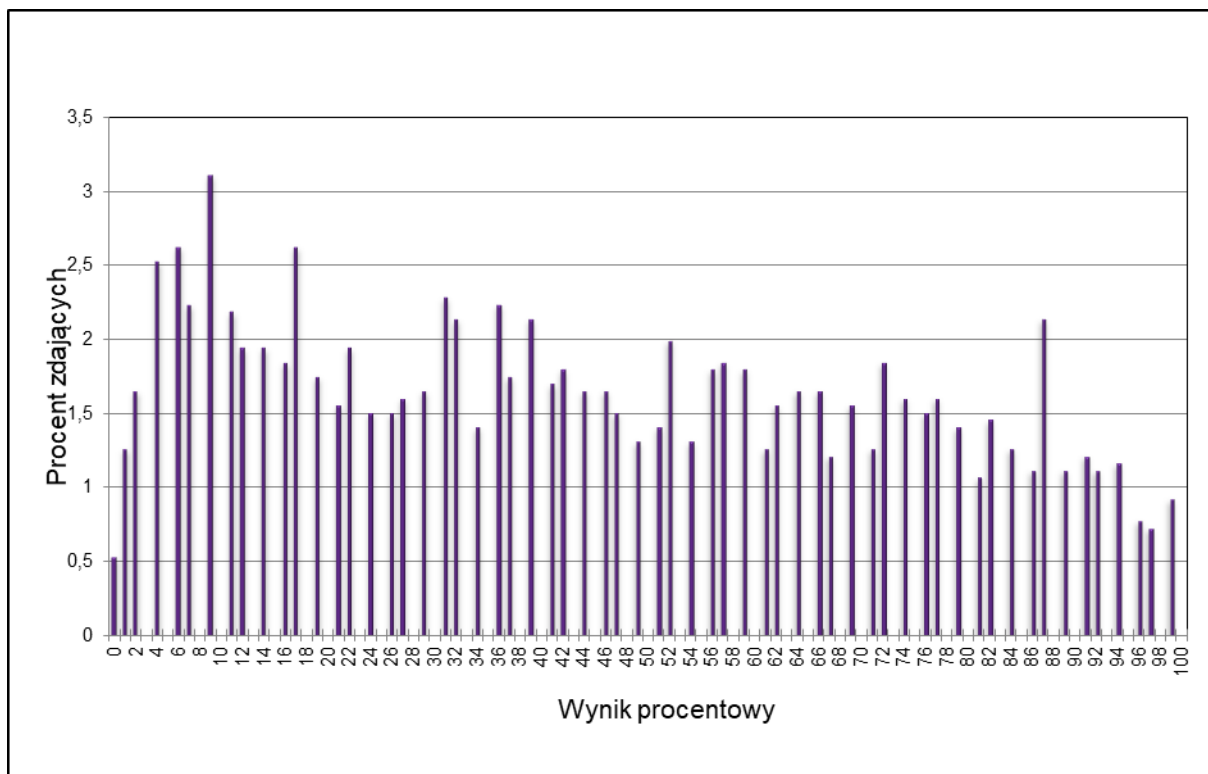


TABELA 4. WYNIKI ZDAJĄCYCH – PARAMETRY STATYSTYCZNE*

Zdający	Liczba zdających	Minimum (%)	Maksimum (%)	Mediana (%)	Modalna (%)	Średnia (%)	Odchylenie standardowe (%)
Ogółem Formuła 2023	2057	0	100	43	10	45	28

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

Poziom wykonania zadań

TABELA 5. POZIOM WYKONANIA ZADAŃ

Wymagania egzaminacyjne 2023			
Nr zad.	Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe <i>Jeśli wymaganie dotyczy treści szkoły podstawowej, dopisano (SP).</i>	Poziom wykonania zadania (%)
1.1.	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 [...].	I. Atomy, cząsteczki i stechiometria chemiczna. Zdający: 1) stosuje pojęcia: nuklid, izotop [...]. II. Budowa atomu. Zdający: 4) określa przynależność pierwiastków do bloków konfiguracyjnych: s, p i d układu okresowego [...].	68
1.2.	II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający: 5) wykorzystuje wiedzę i dostępne informacje do rozwiązywania problemów chemicznych [...].	II. Budowa atomu. Zdający: 1) [...] stosuje pojęcia: powłoka, podpowłoka [...]; 2) stosuje zasady rozmieszczania elektronów na orbitalach (zakaz Pauliego i regułę Hunda) w atomach pierwiastków wieloelektronowych; 3) pisze konfiguracje elektronowe atomów pierwiastków do $Z=38$ [...], uwzględniając przynależność elektronów do podpowłok (zapisy konfiguracji: [...] schematy klatkowe).	59
1.3.	II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający: 5) wykorzystuje wiedzę i dostępne informacje do rozwiązywania problemów chemicznych [...]; 6) stosuje poprawną terminologię.	II. Budowa atomu. Zdający: 1) interpretuje wartości liczb kwantowych; opisuje stan elektronu w atomie za pomocą liczb kwantowych; stosuje pojęcia: powłoka, podpowłoka [...].	58
2.	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 [...].	I. Atomy, cząsteczki i stechiometria chemiczna. Zdający: 3) pisze równania naturalnych przemian promieniotwórczych (α , β^-) oraz sztucznych reakcji jądrowych.	82

3.	<p>II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający:</p> <p>1) opisuje właściwości substancji i wyjaśnia przebieg procesów chemicznych.</p>	<p>III. Wiązania chemiczne. Oddziaływania międzycząsteczkowe. Zdający:</p> <p>7) porównuje właściwości fizyczne substancji tworzących kryształy [...] kowalencyjne, molekularne [...];</p> <p>8) wyjaśnia pojęcie alotropii pierwiastków; na podstawie znajomości budowy diamentu, grafitu i fulerenów tłumaczy ich właściwości [...].</p>	78
4.	<p>I. Pozyskiwanie, przetwarzanie i tworzenie informacji. Zdający:</p> <p>1) [...] przetwarza informacje z różnorodnych źródeł [...].</p> <p>II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający:</p> <p>5) wykorzystuje wiedzę [...] do rozwiązywania problemów chemicznych [...];</p> <p>6) stosuje poprawną terminologię.</p>	<p>III. Wiązania chemiczne. Oddziaływania międzycząsteczkowe. Zdający:</p> <p>2) pisze wzory elektronowe typowych cząsteczek związków kowalencyjnych [...];</p> <p>4) rozpoznaje typ hybrydyzacji (sp [...]) orbitali walencyjnych atomu centralnego w cząsteczkach związków nieorganicznych [...];</p> <p>5) określa typ wiązania (σ i π) w cząsteczkach związków nieorganicznych [...].</p>	64
5.	<p>I. Pozyskiwanie, przetwarzanie i tworzenie informacji. Zdający:</p> <p>1) [...] przetwarza informacje z różnorodnych źródeł [...].</p> <p>II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający:</p> <p>1) [...] wyjaśnia przebieg procesów chemicznych;</p> <p>5) wykorzystuje wiedzę [...] do rozwiązywania problemów chemicznych [...];</p> <p>6) stosuje poprawną terminologię.</p>	<p>XII. Wstęp do chemii organicznej. Zdający:</p> <p>2) na podstawie [...] opisu budowy lub właściwości fizykochemicznych klasyfikuje dany związek chemiczny do: [...] związków jednofunkcyjnych ([...] kwasów karboksylowych [...], amidów) [...].</p> <p>XIV. Kwasy karboksylowe. Zdający:</p> <p>1) [...] rysuje wzory [...] półstrukturalne (grupowe);</p> <p>3) opisuje właściwości chemiczne kwasów karboksylowych na podstawie reakcji tworzenia [...]: [...], amidów; pisze odpowiednie równania reakcji [...].</p>	45
6.	<p>II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający:</p> <p>5) wykorzystuje wiedzę i dostępne informacje do rozwiązywania problemów chemicznych [...];</p> <p>7) wykonuje obliczenia dotyczące praw chemicznych.</p>	<p>IV. Kinetyka i statyka chemiczna. Energetyka reakcji chemicznych. Zdający:</p> <p>1) definiuje i oblicza szybkość reakcji [...];</p> <p>2) przewiduje wpływ: stężenia [...] substratów [...] na szybkość reakcji [...].</p>	31

7.	<p>I. Pozyskiwanie, przetwarzanie i tworzenie informacji. Zdający: 1) [...] przetwarza informacje z różnorodnych źródeł [...].</p> <p>II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający: 5) wykorzystuje wiedzę i dostępne informacje do rozwiązywania problemów chemicznych [...].</p>	<p>VI. Reakcje w roztworach wodnych. Zdający: 2) stosuje termin stopień dysocjacji dla ilościowego opisu zjawiska dysocjacji elektrolitycznej; 5) porównuje moc elektrolitów [...].</p>	30
8.	<p>I. Pozyskiwanie, przetwarzanie i tworzenie informacji. Zdający: 1) pozyskuje przetwarza informacje z różnorodnych źródeł [...]; 2) ocenia wiarygodność uzyskanych danych; 3) konstruuje wykresy [...] na podstawie dostępnych informacji.</p> <p>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.</p>	<p>VI. Reakcje w roztworach wodnych. Zdający: 2) stosuje termin stopień dysocjacji dla ilościowego opisu zjawiska dysocjacji elektrolitycznej; 4) wykonuje obliczenia z zastosowaniem pojęć: stała dysocjacji, stopień dysocjacji, pH [...].</p>	34
9.1.	<p>I. Pozyskiwanie, przetwarzanie i tworzenie informacji. Zdający: 1) [...] przetwarza informacje z różnorodnych źródeł [...].</p> <p>II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający: 1) opisuje właściwości substancji i wyjaśnia przebieg procesów chemicznych.</p>	<p>VI. Reakcje w roztworach wodnych. Zdający: 7) klasyfikuje substancje jako kwasy lub zasady zgodnie z teorią Brønsteda–Lowry'ego; wskazuje sprzężone pary kwas – zasada; 8) uzasadnia przyczynę [...] zasadowego odczynu [...] niektórych wodnych roztworów soli zgodnie z teorią Brønsteda–Lowry'ego; pisze odpowiednie równania reakcji.</p>	37

9.2.	<p>II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający: 1) opisuje właściwości substancji i wyjaśnia przebieg procesów chemicznych.</p> <p>III. Opanowanie czynności praktycznych. Zdający: 2) projektuje doświadczenia chemiczne [...] formułuje wnioski [...].</p>	<p>VII. Systematyka związków nieorganicznych. Zdający: 7) projektuje doświadczenia pozwalające otrzymać różnymi metodami [...] sole [...]; pisze odpowiednie równania reakcji; 9) opisuje typowe właściwości kwasów, w tym zachowanie wobec [...] soli kwasów o mniejszej mocy; projektuje odpowiednie doświadczenia; pisze odpowiednie równania reakcji.</p>	38
10.	<p>II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający: 5) wykorzystuje wiedzę i dostępne informacje do rozwiązywania problemów chemicznych [...].</p> <p>III. Opanowanie czynności praktycznych. Zdający: 2) projektuje doświadczenia chemiczne, rejestruje ich wyniki w różnej formie formułuje [...] wnioski oraz wyjaśnienia.</p>	<p>VI. Reakcje w roztworach wodnych. Zdający: 3) interpretuje wartości [...] pH [...]; 5) porównuje moc elektrolitów [...]; 6) przewiduje odczyn roztworu po reakcji substancji zmieszanych w ilościach stechiometrycznych [...]; 8) uzasadnia przyczynę [...] odczynu niektórych wodnych roztworów soli [...].</p>	41
11.1.	<p>II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający: 1) opisuje właściwości substancji i wyjaśnia przebieg procesów chemicznych.</p>	<p>VI. Reakcje w roztworach wodnych. Zdający: 9) pisze równania reakcji: [...] wytrącania osadów [...] w formie jonowej [...] skróconej.</p>	67
11.2.	<p>II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający: 2) projektuje doświadczenia chemiczne [...], formułuje obserwacje [...].</p>	<p>VI. Reakcje w roztworach wodnych. Zdający: 3) interpretuje wartości [...] K_s.</p>	52
12.	<p>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.</p>	<p>I. Atomy, cząsteczki i stechiometria chemiczna. Zdający: 5) dokonuje interpretacji [...] ilościowej równania reakcji w ujęciu molowym, masowym i objętościowym (dla gazów); 6) wykonuje obliczenia [...] dotyczące: liczby moli oraz mas substratów i produktów (stechiometria [...] równań reakcji chemicznych), objętości gazów w warunkach normalnych [...].</p>	31

13.1.	II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający: 5) wykorzystuje wiedzę i dostępne informacje do rozwiązywania problemów chemicznych [...].	VII. Systematyka związków nieorganicznych. Zdający: 7) projektuje doświadczenia pozwalające otrzymać różnymi metodami: [...] sole; pisze odpowiednie równania reakcji; 9) opisuje typowe właściwości chemiczne kwasów, w tym zachowanie wobec metali [...]; projektuje odpowiednie doświadczenia; pisze odpowiednie równania reakcji.	48
13.2.	III. Opanowanie czynności praktycznych. Zdający: 2) projektuje doświadczenia chemiczne, rejestruje ich wyniki w różnej formie formułuje [...] wnioski oraz wyjaśnienia.	X. Metale, niemetale i ich związki. Zdający: 5) pisze równania reakcji ilustrujące typowe właściwości chemiczne metali wobec: [...] kwasów nieutleniających (dla [...] Zn [...]), [...] stężonego roztworu kwasu azotowego(V) [...] (dla [...] Ag); 7) projektuje doświadczenia, w wyniku których można otrzymać wodór (reakcje [...] niektórych metali z niektórymi kwasami), pisze odpowiednie równania reakcji.	60
13.3.			58
14.	III. Opanowanie czynności praktycznych. Zdający: 2) projektuje doświadczenia chemiczne [...], formułuje obserwacje, wnioski oraz wyjaśnienia.	VIII. Reakcje utleniania i redukcji. Zdający: 6) przewiduje kierunek przebiegu reakcji utleniania-redukcji [...]; pisze odpowiednie równania reakcji.	47
15.	I. Pozyskiwanie, przetwarzanie i tworzenie informacji. Zdający: 1) [...] przetwarza informacje z różnorodnych źródeł [...]. II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający: 7) wykonuje obliczenia dotyczące praw chemicznych.	I. Atomy, cząsteczki i stechiometria chemiczna. Zdający: 6) wykonuje obliczenia [...] dotyczące: liczby moli oraz mas substratów i produktów (stechiometria wzorów [...]) [...]. V. Roztwory. Zdający: 2) wykonuje obliczenia [...] z zastosowaniem pojęć: stężenie procentowe [...]. VII. Systematyka związków nieorganicznych. Zdający: 1) [...] klasyfikuje dany związek chemiczny do [...] soli (w tym [...] hydratów).	24
16.	I. Pozyskiwanie, przetwarzanie i tworzenie informacji. Zdający: 1) [...] przetwarza informacje z różnorodnych źródeł [...].	VIII. Reakcje utleniania i redukcji. Zdający: 5) stosuje zasady bilansu elektronowo-jonowego – dobiera współczynniki stechiometryczne w schematach reakcji utleniania-redukcji (w formie [...] jonowej).	43
17.	II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający: 5) wykorzystuje wiedzę i dostępne informacje do rozwiązywania problemów chemicznych [...].	VIII. Reakcje utleniania i redukcji. Zdający: 1) stosuje pojęcia: stopień utlenienia, utleniacz, reduktor, utlenianie, redukcja; 2) wskazuje [...] proces utleniania i redukcji w podanej reakcji; 5) stosuje zasady bilansu elektronowo-jonowego – dobiera współczynniki stechiometryczne w schematach reakcji utleniania-redukcji (w formie [...] jonowej).	63
18.	III. Opanowanie czynności praktycznych. Zdający: 2) projektuje doświadczenia chemiczne [...].	X. Metale, niemetale i ich związki. Zdający: 6) przewiduje produkty redukcji jonów manganianowych(VII) w zależności od środowiska [...].	38

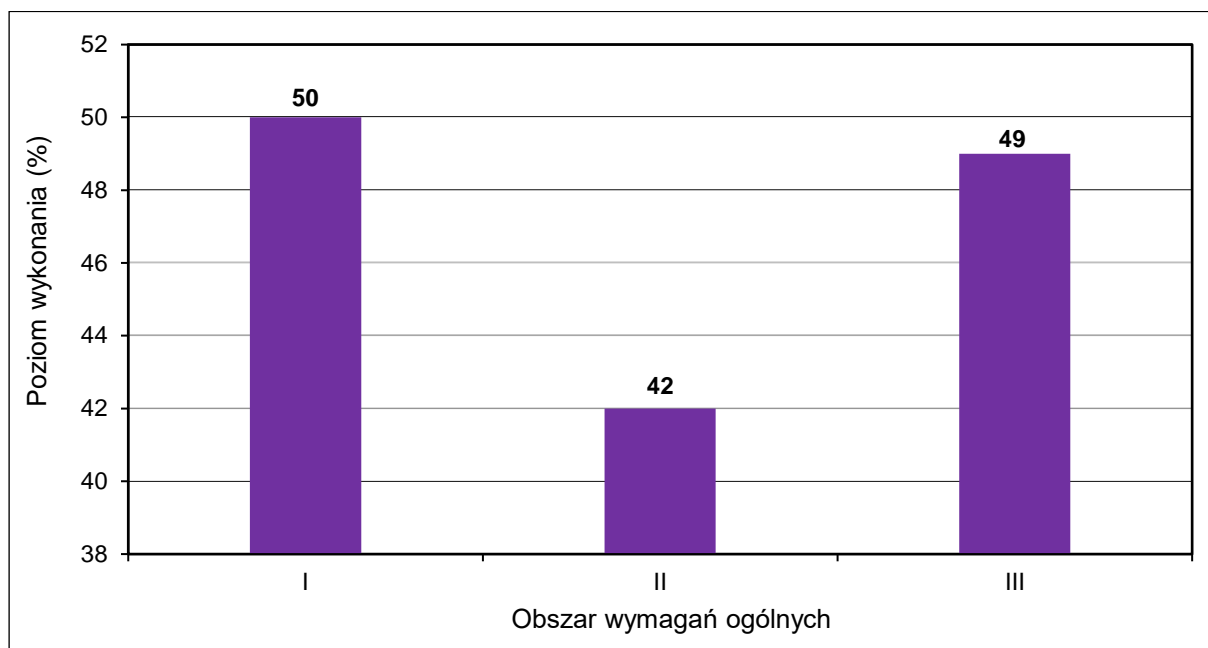
19.1.	<p>II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający:</p> <p>1) [...] wyjaśnia przebieg procesów chemicznych;</p> <p>5) wykorzystuje wiedzę [...] do rozwiązywania problemów chemicznych [...].</p>	<p>IX. Elektrochemia. Ogniwa. Zdający:</p> <p>3) oblicza SEM ogniwa galwanicznego na podstawie standardowych potencjałów półogniw, z których jest ono zbudowane.</p>	35
19.2.	<p>II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający:</p> <p>5) wykorzystuje wiedzę i dostępne informacje do rozwiązywania problemów.</p>	<p>IX. Elektrochemia. Ogniwa i elektroliza. Zdający:</p> <p>2) [...] projektuje ogniwo, w którym zachodzi dana reakcja chemiczna; pisze schemat tego ogniwa.</p>	57
20.	<p>II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający:</p> <p>7) wykonuje obliczenia dotyczące praw chemicznych.</p>	<p>I. Atomy, cząsteczki i stechiometria chemiczna. Zdający:</p> <p>4) ustala wzór [...] rzeczywisty związku chemicznego ([...] organicznego) na podstawie jego składu [...] i masy molowej;</p> <p>7) wykonuje obliczenia [...] dotyczące: liczby moli oraz mas substratów i produktów (stechiometria wzorów i równań chemicznych), objętości gazów [...].</p> <p>XII. Wstęp do chemii organicznej. Zdający:</p> <p>3) rysuje wzory [...] półstrukturalne (grupowe) izomerów konstytucyjnych o podanym wzorze sumarycznym [...].</p>	15
21.	<p>II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający:</p> <p>5) wykorzystuje wiedzę [...] do rozwiązywania problemów chemicznych [...].</p>	<p>IV. Kinetyka i statyka chemiczna. Energetyka reakcji chemicznych. Zdający:</p> <p>8) [...] stosuje regułę Le Chateliera–Brauna (regułę przekory) do jakościowego określenia wpływu zmian [...] ciśnienia na układ pozostający w stanie równowagi dynamicznej.</p>	39
22.	<p>I. Pozyskiwanie, przetwarzanie i tworzenie informacji. Zdający:</p> <p>1) [...] przetwarza informacje z różnorodnych źródeł [...].</p>	<p>IV. Kinetyka i statyka chemiczna. Energetyka reakcji chemicznych. Zdający:</p> <p>8) [...] stosuje regułę Le Chateliera–Brauna (regułę przekory) do jakościowego określenia wpływu zmian temperatury [...] na układ pozostający w stanie równowagi dynamicznej.</p>	49
23.	<p>II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający:</p> <p>1) [...] wyjaśnia przebieg procesów chemicznych.</p>	<p>XIV. Hydroksylowe pochodne węglowodorów – alkohole i fenole. Zdający:</p> <p>9) planuje ciągi przemian pozwalających otrzymać [...] fenol [...], pisze odpowiednie równania reakcji.</p>	20

24.	<p>II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający:</p> <p>1) [...] wyjaśnia przebieg procesów chemicznych.</p>	<p>XII. Wstęp do chemii organicznej. Zdający:</p> <p>7) klasyfikuje reakcje związków organicznych ze względu na typ procesu ([...] substytucja [...]) i mechanizm reakcji (elektrofilowy [...]) [...].</p> <p>XIV. Hydroksylowe pochodne węglowodorów – alkohole i fenole. Zdający:</p> <p>7) opisuje właściwości chemiczne fenoli [...]; pisze odpowiednie równania reakcji dla benzenolu [...].</p>	51
25.	<p>I. Pozyskiwanie, przetwarzanie i tworzenie informacji. Zdający:</p> <p>1) [...] przetwarza informacje z różnorodnych źródeł [...].</p> <p>II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający:</p> <p>5) wykorzystuje wiedzę i dostępne informacje do rozwiązywania problemów chemicznych [...].</p>	<p>XII. Wstęp do chemii organicznej. Zdający:</p> <p>5) wyjaśnia zjawisko izomerii optycznej; wskazuje centrum stereogeniczne (asymetryczny atom węgla); [...] ocenia, czy cząsteczka o podanym wzorze stereochemicznym jest chiralna.</p>	63
26.	<p>I. Pozyskiwanie, przetwarzanie i tworzenie informacji. Zdający:</p> <p>1) [...] przetwarza informacje z różnorodnych źródeł [...].</p> <p>II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający:</p> <p>1) [...] wyjaśnia przebieg procesów chemicznych.</p>	<p>XII. Wstęp do chemii organicznej. Zdający:</p> <p>2) stosuje pojęcia: [...] izomeria konstytucyjna (szkieletowa, położenia, grup funkcyjnych) [...];</p> <p>3) rysuje wzory strukturalne i półstrukturalne (grupowe) izomerów [...].</p> <p>XIV. Hydroksylowe pochodne węglowodorów – alkohole i fenole. Zdający:</p> <p>5) opisuje zachowanie: alkoholi pierwszo-, drugo- i trzeciorzędowych wobec utleniaczy (np. CuO lub $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7/\text{H}_2\text{SO}_4$) [...].</p>	46
27.1.	<p>I. Pozyskiwanie, przetwarzanie i tworzenie informacji. Zdający:</p> <p>1) [...] przetwarza informacje z różnorodnych źródeł [...].</p> <p>II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający:</p> <p>5) wykorzystuje wiedzę i dostępne informacje do rozwiązywania problemów chemicznych [...];</p> <p>6) stosuje poprawną terminologię.</p>	<p>III. Wiązania chemiczne. Oddziaływania międzycząsteczkowe. Zdający:</p> <p>4) rozpoznaje typ hybrydyzacji (sp, sp^2, sp^3) orbitali walencyjnych atomu centralnego w cząsteczkach związków [...] organicznych.</p> <p>VIII. Reakcje utleniania i redukcji. Zdający:</p> <p>4) oblicza stopnie utlenienia pierwiastków w [...] cząsteczce związku [...] organicznego.</p>	64

27.2.	<p>I. Pozyskiwanie, przetwarzanie i tworzenie informacji. Zdający: 1) [...] przetwarza informacje z różnorodnych źródeł [...].</p> <p>II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający: 5) wykorzystuje wiedzę i dostępne informacje do rozwiązywania problemów chemicznych [...]; 6) stosuje poprawną terminologię.</p>	<p>III. Wiązania chemiczne. Oddziaływania międzycząsteczkowe. Zdający: 5) określa typ wiązania (σ i π) w cząsteczkach związków [...] organicznych.</p> <p>XIV. Hydroksylowe pochodne węglowodorów – alkohole i fenole. Zdający: 5) opisuje zachowanie: alkoholi pierwszorzędowych [...] wobec utleniaczy [...].</p>	72
28.	<p>II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający: 7) wykonuje obliczenia dotyczące praw chemicznych.</p>	<p>IV. Kinetyka i statyka chemiczna. Energetyka reakcji chemicznych. Zdający: 7) oblicza wartość stałej równowagi reakcji odwracalnej; oblicza stężenia równowagowe [...] reagentów.</p>	36
29.	<p>II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający: 1) opisuje właściwości substancji i wyjaśnia przebieg procesów chemicznych.</p>	<p>III. Reakcje chemiczne (SP). Zdający: 3) zapisuje równania reakcji chemicznych w formie cząsteczkowej [...]; dobiera współczynniki stechiometryczne, stosując prawo zachowania masy [...].</p> <p>XVI. Estry i tłuszcze. Zdający: 2) [...] rysuje wzory [...] półstrukturalne (grupowe) estrów [...].</p>	25
30.	<p>I. Pozyskiwanie, przetwarzanie i tworzenie informacji. Zdający: 1) [...] przetwarza informacje z różnorodnych źródeł [...].</p>	<p>XIV. Hydroksylowe pochodne węglowodorów – alkohole i fenole. Zdający: 7) opisuje właściwości chemiczne fenoli [...]; pisze odpowiednie równania reakcji dla benzenolu (fenolu, hydroksybenzenu) i jego pochodnych.</p> <p>XVII. Estry i tłuszcze. Zdający: 1) opisuje strukturę cząsteczek estrów i wiązania estrowego.</p>	20
31.1.	<p>I. Pozyskiwanie, przetwarzanie i tworzenie informacji. Zdający: 1) [...] przetwarza informacje z różnorodnych źródeł [...].</p>	<p>VI. Reakcje w roztworach wodnych. Zdający: 7) klasyfikuje substancje jako kwasy lub zasady zgodnie z teorią Brønsteda–Lowry’ego; wskazuje sprzężone pary kwas – zasada.</p>	34
31.2.		<p>XVIII. Związki organiczne zawierające azot. Zdający: 11) opisuje właściwości kwasowo-zasadowe aminokwasów oraz mechanizm powstawania jonów obojnaczych.</p>	69

32.	<p>II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający:</p> <p>1) opisuje właściwości substancji i wyjaśnia przebieg procesów chemicznych.</p> <p>III. Opanowanie czynności praktycznych. Zdający:</p> <p>2) [...] formułuje wnioski [...].</p>	<p>XIX. Cukry. Zdający:</p> <p>3) projektuje doświadczenie, którego wynik potwierdzi właściwości redukujące np. glukozy; projektuje doświadczenie, którego wynik potwierdzi obecność grup hydroksylowych w cząsteczce monosacharydu, np. glukozy.</p>	55
33.	<p>I. Pozyskiwanie, przetwarzanie i tworzenie informacji. Zdający:</p> <p>1) [...] przetwarza informacje z różnorodnych źródeł [...].</p> <p>II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający:</p> <p>5) wykorzystuje wiedzę i dostępne informacje do rozwiązywania problemów chemicznych [...].</p>	<p>XIX. Cukry. Zdający:</p> <p>1) [...] klasyfikuje cukry proste ze względu na grupę funkcyjną [...]; wyjaśnia, co oznacza, że naturalne monosacharydy należą do szeregu konfiguracyjnego D;</p> <p>2) [...] wykazuje, że cukry proste należą do polihydroksyaldehydów lub polihydroksyketonów [...].</p>	40
34.	<p>I. Pozyskiwanie, przetwarzanie i tworzenie informacji. Zdający:</p> <p>1) [...] przetwarza informacje z różnorodnych źródeł [...].</p> <p>II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Zdający:</p> <p>5) wykorzystuje wiedzę i dostępne informacje do rozwiązywania problemów chemicznych [...].</p>	<p>XII. Wstęp do chemii organicznej. Zdający:</p> <p>5) wyjaśnia zjawisko izomerii optycznej [...], rysuje wzory [...] enancjomerów i diastereoizomerów [...].</p>	61

WYKRES 2. POZIOM WYKONANIA ZADAŃ W OBSZARZE WYMAGAŃ OGÓLNYCH



Komentarz – na podstawie wyników wszystkich zdających w kraju

Absolwenci liceum ogólnokształcącego w maju 2023 r. przystąpili po raz pierwszy do egzaminu maturalnego z chemii w **Formule 2023**. Egzamin był przeprowadzony na poziomie rozszerzonym i okazał się trudny. Średni wynik, jaki osiągnęli absolwenci liceów, to 47%.

Analiza jakościowa zadań

Egzamin maturalny z chemii sprawdzał, w jakim stopniu maturzyści spełnili wymagania egzaminacyjne z zakresu tego przedmiotu dla III etapu edukacyjnego. Zadania w arkuszu egzaminacyjnym reprezentowały różne wymagania ogólne i szczegółowe. Zawierały różnorodne materiały źródłowe oraz sprawdzały m.in. umiejętności złożone, w tym umiejętność myślenia naukowego, projektowania doświadczeń i interpretacji ich wyników oraz analizy informacji i oceny wiarygodności uzyskanych danych.

W tegorocznym arkuszu znalazła się także grupa zadań sprawdzających elementarne, typowe umiejętności chemiczne, np. pisanie wzorów sumarycznych i równań prostych reakcji czy ustalanie stopni utlenienia.

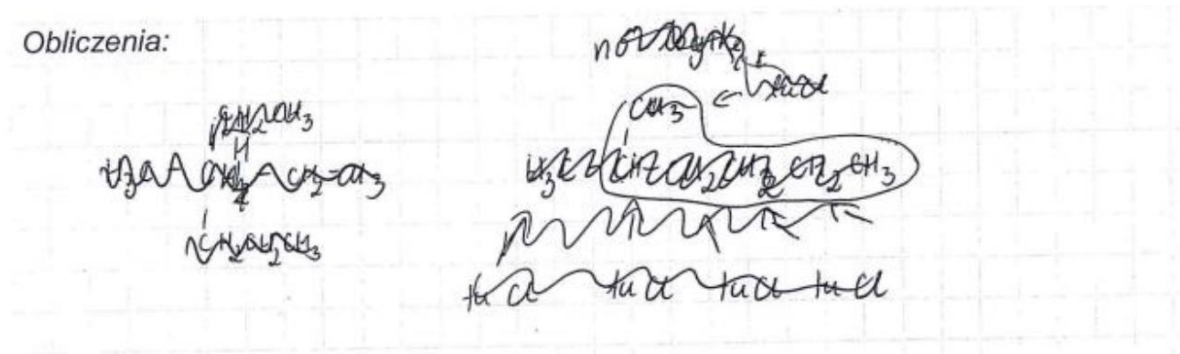
Arkusz egzaminacyjny z chemii zawierał 34 zadania (43 polecenia). Wśród nich nie było zadań bardzo łatwych, a pięć zadań było łatwych. Większość zadań było trudnych albo umiarkowanie trudnych, zaś dwa zadania okazały się bardzo trudne.

Zadania, z którymi zdający poradzili sobie najslabiej

Najtrudniejsze w całym arkuszu okazało się **Zadanie 20**. (poziom wykonania – 18%). Zadanie zostało poprzedzone informacją o stosunku gęstości pewnego gazowego alkanu i gęstości wodoru w tych samych warunkach oraz krótkim opisem budowy cząsteczek tego węglowodoru i jego właściwości. Na podstawie tych informacji zdający mieli obliczyć liczbę atomów węgla w cząsteczce alkanu, a następnie ustalić jego wzór półstrukturalny. Zasadniczą trudnością dla większości zdających było ustalenie zależności między względną gęstością opisanego alkanu a jego masą molową. Maturzyści często nie zauważali, że stosunek gęstości gazów w tych samych warunkach jest równy stosunkowi mas molowych tych substancji. W swoich próbach rozwiązania zadania zdający nie potrafili zapisać właściwej zależności lub popełniali błędy w tym zapisie (Przykład 1. i Przykład 2.).

Przykład 1.

Obliczenia:



Przykład 2.

Obliczenia: $C_n H_{2n+2}$ ~~50~~ $50 H_2$ $d = \frac{M}{V}$

$12n + 2n + 2 = 50$

$14n + 2 = 50$

$2 + 14n = 50$

$14n = 48$

Wzór alkanu: $H_3C - \begin{array}{c} CH_3 \\ | \\ C \\ | \\ CH_3 \end{array} - \begin{array}{c} CH_3 \\ | \\ C \\ | \\ CH_3 \end{array} - CH_3$

Maturzyści błędnie podstawiali wartość masy molowej wodoru (Przykład 3.), przyjmowali nieuprawnione założenie, że objętość gazu jest równa 1 dm³ albo że objętość gazów została ustalona dla warunków normalnych (w tych warunkach opisany alkan nie jest gazem) (Przykład 4.).

Przykład 3.

Obliczenia: $1,008 \cdot 50 = 50,4 g/dm^3$

gęstość 1,008 g

$C_n H_{2n+2}$

$50 = 12n + 4n + 2$

$48 = 16n \quad | :16$

$n = 3$

$C_3 H_8$

$\{ \text{ciężka substancja nie jest gazem} \}$

$CH_3 - CH_2 - CH_3$

Wzór alkanu: $CH_3 - CH_2 - CH_3$; $C_3 H_8$

Przykład 4.

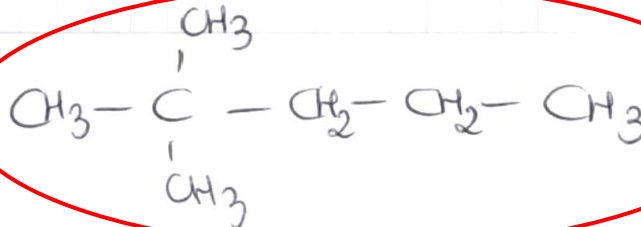
Obliczenia: $d = 50 d_{H_2}$ $V_{H_2} = 22,4$
 $d_{H_2} = 1 \text{ g/cm}^3$
 $d_{alkanu} = 50 \text{ g/cm}^3$ $d = 4,46 \text{ g/dm}^3$ $m_r = v \cdot d$
 $\frac{d_{H_2}}{d_{alka}} = \frac{1}{50}$ $d = 0,089 \text{ g}$ wodoru
 $d_{H_2} + d_{C_2}$ $C - C - C - C - C$
 $d_{C_2} = 49 d_{H_2}$ $CH_3 - C - CH_3$
 $CH_3 - CH_2 - CH - CH_3$ $C_n H_{2n+2}$ $CH_3 - C - CH_3$
 odp: zawiera 7 atomów węgla w cząsteczce
 Wzór alkanu: $CH_3 - CH_2 - C - CH_3$

Kolejnym problemem było ustalenie struktury alkanu na podstawie informacji, że achiralne cząsteczki tego węglowodoru tworzą rozgałęziony łańcuch węglowy oraz w reakcji chlorowania tego związku można otrzymać 6 różnych monochloropochodnych, będących izomerami konstytucyjnymi (Przykład 5. i Przykład 6.).

Przykład 5.

Obliczenia: $\frac{x}{2} = 50$ $C_n H_{2n+2}$
 $x = 100 \Rightarrow$ masa atomu w g
 $12m + 2m + 2 = 100$
 $14m + 2 = 100$
 $14m = 98$
 $m = 7$
 $C_7 H_{16}$

Wzór alkanu:



Trudnością okazało się przeanalizowanie możliwych struktur alkanów, których cząsteczki zbudowane są z 7 atomów węgla, i wybranie tego, który spełnia opisane warunki.

Przykład 6.

Obliczenia: *zakładając $V = 1 \text{ dm}^3$*

dla H_2 ~~$d = \frac{2}{1} = 2 \frac{\text{g}}{\text{dm}^3}$~~ $d = \frac{2}{1} = 2 \frac{\text{g}}{\text{dm}^3}$ $2 \cdot 50 = 100$

część d alkanu to $100 = \frac{x}{1}$ $x = m = 100 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$

w $100 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$ to 7 atomów węgla i 16 atomów wodoru

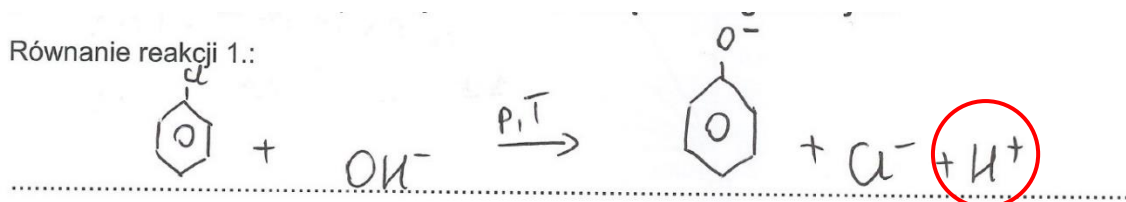
$100 : 14$ (masa molowa CH_2) ≈ 7 $(7 \cdot 12) + 16 = 100$

$100 - (7 \cdot 12) = 16$

Wzór alkanu: $\text{CH}_3 - \text{CH}(\text{CH}_3) - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$

Drugim bardzo trudnym zadaniem (poziom wykonania – 19%) okazało się **Zadanie 23**. Zdający na podstawie przedstawionego schematu ciągu przemian chemicznych prowadzących do otrzymywania 2,4,6-tribromofenolu mieli napisać w formie jonowej skróconej równania reakcji oznaczonych na schemacie numerami 1 oraz 2. Istotną informacją pozwalającą bezbłędnie wykonać zadanie było zaznaczenie na schemacie, że w reakcji 1. użyto nadmiaru roztworu NaOH. Niestety większość zdających pominęła ten fakt. Najczęściej maturzyści poprawnie identyfikowali organiczny produkt reakcji, ale nie uwzględniali nadmiaru użytej zasady i zapisywali, że w reakcji powstają jony wodorowe (Przykład 7.).

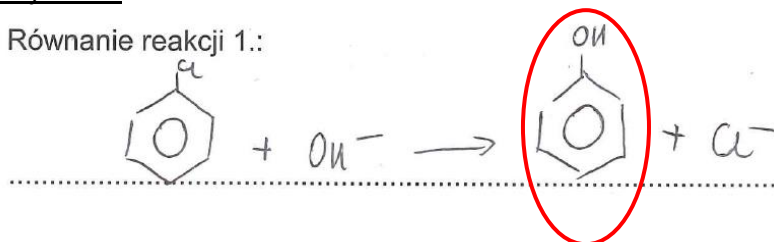
Przykład 7.



Niektórzy zdający zapominali, że fenol w środowisku zasadowym ulega reakcji, w wyniku której tworzy się sól (Przykład 8.).

Przykład 8.

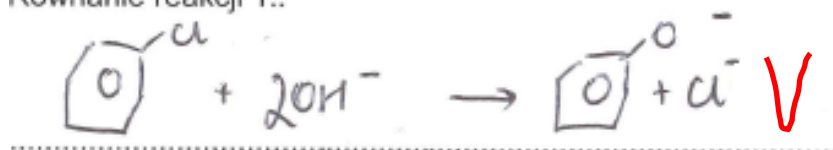
Równanie reakcji 1.:



Zdarzało się również, że maturzyści nie uwzględniali wszystkich produktów reakcji 1., co skutkowało tym, że przedstawiony zapis nie uwzględniał bilansu masy (czego nie zauważali zdający) – (Przykład 9.).

Przykład 9.

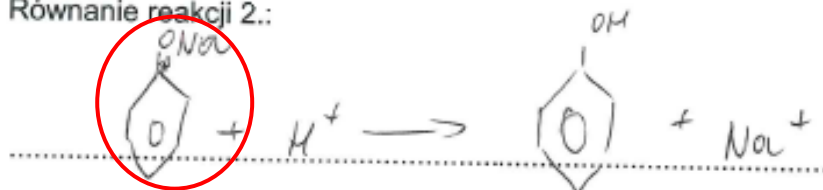
Równanie reakcji 1.:



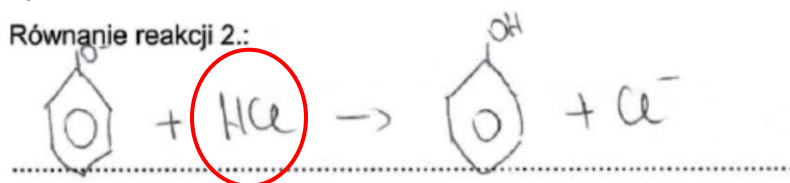
Przemiana nr 2. to reakcja otrzymywania fenolu – w jej zapisie zdający również popełniali błędy, najczęściej nie uwzględniając właściwej formy zapisu równania (Przykład 10. i Przykład 11.)

Przykład 10.

Równanie reakcji 2.:

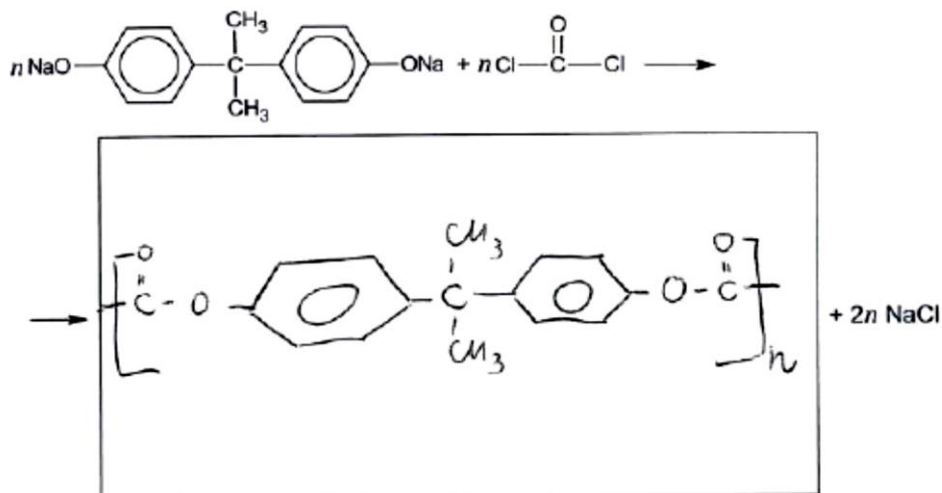
Przykład 11.

Równanie reakcji 2.:



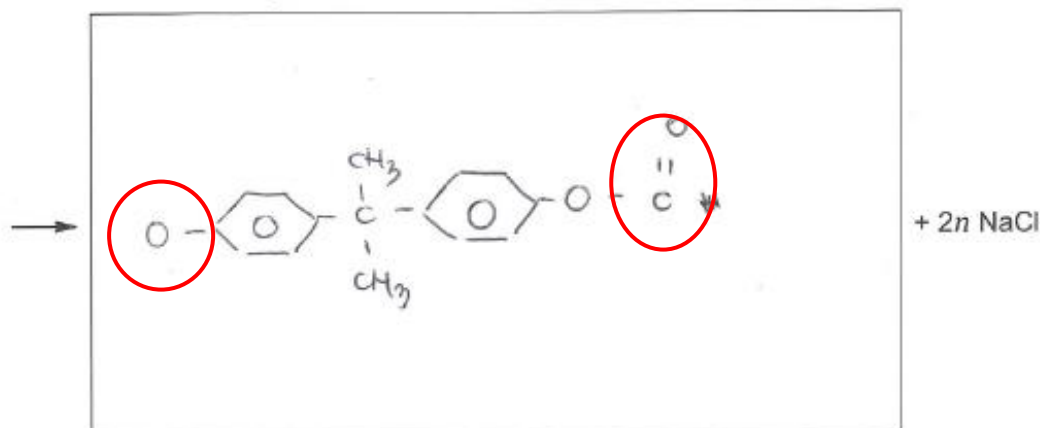
Zadanie 30. okazało się dla zdających trudne (poziom wykonania – 22%). W tym zadaniu należało uzupełnić przedstawiony schemat otrzymywania poliwęglanu z bisfenolanu sodu i fosgenu. Wzory substratów były podane, a zdający mieli wyłącznie napisać poprawny wzór poliwęglanu z zastosowaniem odpowiedniej notacji chemicznej. Często popełnianym błędem było niepoprawne ustalenie struktury meru przez umieszczenie dwóch grup karbonylowych w jego wzorze (Przykład 12.).

Przykład 12.



Nierzadko popełnianym błędem było również pominięcie w zapisie wzoru nawiasu kwadratowego i współczynnika n , zapisanego jako indeks dolny z prawej strony wzoru. Skutkiem takiego błędu było niewykonanie polecenia – zapis nie uwzględniał stechiometrii reakcji i nie przedstawiał wzoru polimeru (Przykład 13.). Ponadto w przedstawionym przykładzie nie została zachowana wiązalność niektórych atomów.

Przykład 13.



Kolejnym trudnym zadaniem okazało się **Zadanie 15.** (poziom wykonania – 25%). Było to zadanie obliczeniowe, w którym należało wyznaczyć wzór hydratu chlorku wapnia na podstawie podanych wartości rozpuszczalności oraz stężenia procentowego nasyconego roztworu. Zadanie sprawiło maturzystom wiele problemów. Najczęściej zdający potrafili poprawnie zrealizować tylko część rozwiązania. W przedstawionym Przykładzie 14. zdający najpierw oznaczył, a następnie poprawnie obliczył masę bezwodnego chlorku wapnia w nasyconym roztworze. Jednak w kolejnym kroku błędnie założył, że bezwodna sól zawiera 1 mol CaCl_2 i wodę.

Przykład 14.

Obliczenia: $\text{CaCl}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$
 $40^\circ\text{C} \rightarrow 767,4 \text{ g} / 100 \text{ g H}_2\text{O}$ masywny 53,66%
 Chlorek wapniowy

$$M_{\text{CaCl}_2} = 40 + 35,5 \cdot 2 = 111 \text{ g/mol}$$

$$M_{\text{hydratu}} = 111 \text{ g/mol} + n \cdot 18 \text{ g/mol}$$

$$C_p = \frac{m_s}{m_r} \cdot 100\% \quad m_r = 100 \text{ g} + 767,4 \text{ g} = 867,4 \text{ g}$$

$$\frac{m_s}{m_r} \cdot 100\% = 53,66\% \quad \frac{m_s}{867,4 \text{ g}} = 0,5366$$

$$767,4 \text{ g} = 18 \cdot 867,4 \text{ g} \cdot \text{hydrat} \quad m_s = 465,44684 \text{ g hydratu}$$

$$767,4 \text{ g} = 867,4 \text{ g}$$

$$* \quad 465,44684 \text{ g} = 111 + 18n$$

$$x = 465,44684 \text{ g} \quad 354,44684 = 18n$$

$$n = 19,69$$

Wzór hydratu: $\text{CaCl}_2 \cdot 20\text{H}_2\text{O}$

Typowym błędem popełnianym przez zdających było mylenie masy hydratu z masą soli bezwodnej w roztworze. Przykład 15. jest ilustracją rozwiązania, w którym zdający poprawnie obliczył masę bezwodnej soli i wody w nasyconym roztworze, a następnie uznał, że skład ilościowy hydratu jest taki sam, jak skład roztworu.

Przykład 15.

Obliczenia: 767,4g hydratu - 100g H₂O CaCl₂ · n H₂O

$C_p = 53,66\%$ $m_r = 767,4g + 100g = 867,4g$

$53,66\% = \frac{m_s}{867,4g} \cdot 100\%$ $m_s = 465,45g = m_{CaCl_2}$

~~465,45g CaCl₂~~

465,45g CaCl₂ - 401,95g H₂O

111g CaCl₂ - xg H₂O $x_1 = 95,86g$

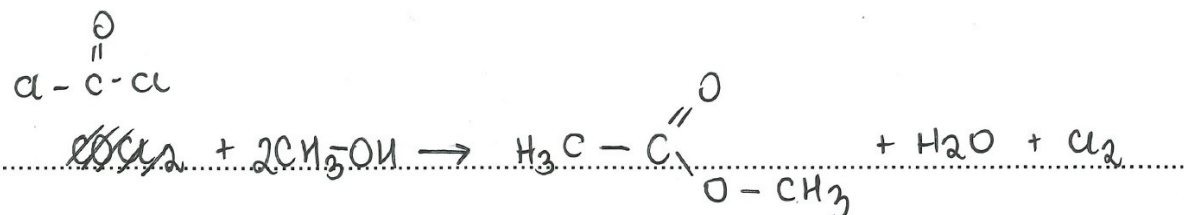
$n = \frac{95,8g}{18g} \approx 5$

KW

Wzór hydratu: CaCl₂ · 5H₂O

Liczne błędy były również konsekwencją braku umiejętności przedstawienia logicznego i spójnego toku rozumowania, przez co zdający nie potrafili doprowadzić do poprawnej zależności wiążącej dane z szukaną. Ten problem zostanie omówiony szerzej w zagadnieniu „pod lupą”.

Zadanie 29. (poziom wykonania – 26%) było jednym z trzech zadań poprzedzonych wprowadzeniem, w którym podano, że w wyniku reakcji z alkoholami fosgen tworzy estry kwasu węglowego. Zgodnie z poleceniem należało napisać równanie reakcji tego związku (fosgenu) z metanolem w stosunku molowym 1 : 2. Część zdających nie uwzględniła podanego we wprowadzeniu warunku i zapisywała wzory estrów innych kwasów np. kwasu octowego (Przykład 16.).

Przykład 16:

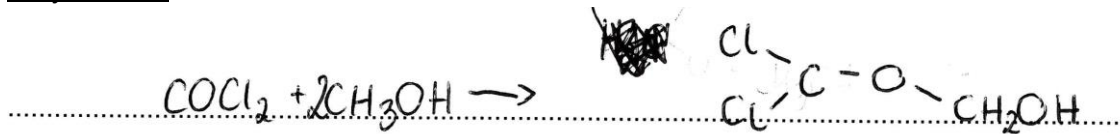
Niektórzy maturzyści pominieli też informację, że fosgen reaguje z metanolem w stosunku molowym 1 : 2, i nie uwzględnili stechiometrii wskazanej w poleceniu przemiany (Przykład 17.).

Przykład 17:

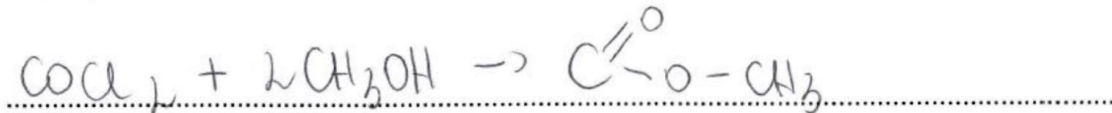


Z analizy rozwiązań wynika, że liczna grupa maturzystów nie potrafiła właściwie zinterpretować informacji do zadań 28.–30. i powiązać jej z treścią polecenia do zadania 29. (Przykład 18. i Przykład 19.). Proponowane w tych rozwiązaniach wzory produktów często były sprzeczne z podstawowymi założeniami teorii strukturalnej związków organicznych.

Przykład 18:



Przykład 19.



Zadanie 7. było pierwszym z wiązki (zadania 7.–8.). W tym zadaniu należało dokonać analizy danych przedstawionych na wykresie (zależność stopnia dysocjacji dwóch kwasów – HX i HQ – od stężenia ich roztworów). Na tej podstawie zdający mieli rozstrzygnąć, który z kwasów jest mocniejszy, a następnie uzasadnić wybór. Zadanie okazało się dla zdających trudne (poziom wykonania – 31%).

Zdarzały się rozwiązania, w których maturzyści dokonywali błędnego wyboru kwasu, a w rozstrzygnięciu wykazywali się brakiem zrozumienia elementarnych pojęć, takich jak stopień dysocjacji lub moc kwasu (Przykłady 20.–23.)

Przykład 20.

Uzasadnienie: Kwas $\overset{Q}{\text{H}}\text{X}$ ma mniejszy stopień dysocjacji, czyli nie dysocjuje (oddaje protony) poniżej niż kwas $\overset{Q}{\text{H}}\text{Q}$, dlatego jest od niego mocniejszy.

Przykład 21.

Uzasadnienie: $\overset{Q}{\text{H}}\text{X}$ ponieważ jego stopień dysocjacji nie spada tak określenie jak $\overset{Q}{\text{H}}\text{Q}$.

Przykład 22.

HX HQ

Uzasadnienie: Jest on mocniejszym kwasem ponieważ trudniej
..... dysocjuje w porównaniu z HX

Przykład 23.

HX HQ

Uzasadnienie: Wraz ze wzrostem stopnia
..... dysocjacji moc kwasu maleje

Większość maturzystów nie miała problemu z wyborem właściwego kwasu, natomiast trudności sprawiało im sformułowanie wyczerpującego, logicznego uzasadnienia, poprzedzonego analizą danych. Formułowane uzasadnienia były nieprecyzyjne, nie uwzględniały faktu, że stopień dysocjacji jest wielkością zależną od stężenia roztworu (Przykład 24.).

Przykład 24.

HX HQ

Uzasadnienie: Lepiej zachodzi dysocjacja kwasu HX, zatem
..... jest on mocniejszy. HX będzie miał mniejsze stężenie
..... cząstek niezdysonowanych niż HQ stąd wniosek, że HX lepiej
..... dysocjuje.

Oceny mocy kwasów można dokonać na podstawie porównania wartości ich stopni dysocjacji, lecz możliwe jest to wyłącznie dla roztworów o identycznym stężeniu molowym. Pojawiały się również odpowiedzi, w których zdający odnosili się do stałych dysocjacji kwasów HX i HQ, których wartości nie były podane w materiale źródłowym. W swoich uzasadnieniach nie wskazywali na związek między stopniem dysocjacji i stężeniem elektrolitu a stałą dysocjacji, ani nie podawali jej wartości (Przykład 25.).

Przykład 25.

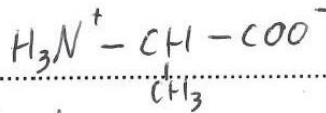
HX HQ

Uzasadnienie: ma większą stałą dysocjacji, czyli w jego
..... wodnym roztworze będzie większe stężenie $[H^+]$ i tym samym
..... niższe pH aniżeli w wodnym roztworze kwasu HQ

W **zadaniu 31.1.** należało dokonać analizy informacji wprowadzającej, a następnie podać wzór jonu i nazwę wartości pH w punkcie określonym na wykresie. Większość maturzystów poradziła sobie z interpretacją wykresu. Zdający prawidłowo identyfikowali formę aminokwasu i rysowali wzór półstrukturalny jonu obojnaczego, a ponadto w zdecydowanej większości poprawnie rozwiązywali kolejne zadanie, w którym również sprawdzano umiejętność analizy wykresu i znajomość właściwości kwasowo-zasadowych aminokwasów (zadanie 31.2.). Znacznie gorzej wypadła druga część rozwiązania zadania 31.1. W tej części należało podać nazwę wartości pH, w której dominuje jon obojnaczy. Często pojawiały się rozwiązania, w których zdający określali odczyn roztworu (Przykład 26.) lub podawali wartość pH (Przykład 27.). Zadanie w całości poprawnie rozwiązała jedna trzecia zdających (poziom wykonania – 33%).

Przykład 26.

Wzór:



Nazwa:

obojętny

Przykład 27.

Wzór:



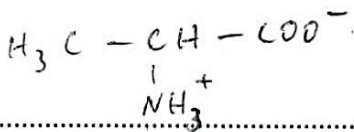
Nazwa:

pH = 6, średnie

Zdarzały się również rozwiązania zawierające błędne nazwy (Przykłady 28.–30.).

Przykład 28.

Wzór:

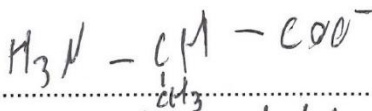


Nazwa:

izon

Przykład 29.

Wzór:

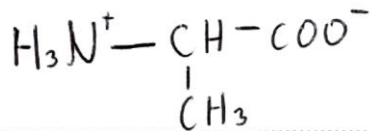


Nazwa:

punkt elektrolizacyjny

Przykład 30.

Wzór:



Nazwa: punkt izometryczny

Część zdających zamiast wymaganej w poleceniu nazwy stosowała skrót (pl). Zdarzały się też odpowiedzi zawierające niepoprawny wzór jonu i niepoprawną nazwę. Nieliczni maturzyści błędnie identyfikowali formę alaniny – zamiast wzoru jonu obojnaczego pisali wzór kationu albo anionu.

W **zadaniu 12**, zdający mieli rozwiązać problem obliczeniowy dotyczący określenia zawartości węgla w wapnia w mieszaninie dwóch soli. Zadanie okazało się trudne (poziom wykonania – 34%). Zdarzało się, że – mimo poprawnie przyjętych założeń i oznaczeń – piszący nie doprowadzali rozwiązania do końca (Przykład 31.).

Przykład 31.

Obliczenia: $V_{\text{CO}_2} = 672 \text{ cm}^3 = 0,672 \text{ dm}^3$ $m = 2,84 \text{ g}$

$M_{\text{CaCO}_3} = 100 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ $M_{\text{MgCO}_3} = 84 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

x - l. moli CaCO_3
 y - l. moli MgCO_3

~~$x = 0,0284$ $y = 0,0358$~~

$\begin{cases} 100 \cdot x + 84 \cdot y = 2,84 \\ 22,4 \cdot x + 22,4 \cdot y = 0,672 \end{cases}$ ~~$x = 0,0284$ $y = 0,0358$~~

$\begin{cases} 100x + 84y = 2,84 \\ 22,4x + 22,4y = 0,672 \end{cases}$ $y = 0,01$

$\begin{cases} 100x = 2,84 - 84y \\ 22,4x + 22,4y = 0,672 \end{cases}$

$\begin{cases} x = 0,0284 - 0,84y \\ 22,4(0,0284 - 0,84y) + 22,4y = 0,672 \\ 0,6362 - 18,816y + 22,4y = 0,672 \\ 3,584y = 1,3082 \end{cases}$ ~~$x = 0,0284$ $y = 0,0358$~~

W przedstawionym poniżej rozwiązaniu (Przykład 32.) zdający poprawnie napisał dwa równania ilustrujące zależności między składnikami mieszaniny. Jednak w kolejnym kroku błędnie przekształcił jedno z równań, co doprowadziło do wyniku sprzecznego z danymi – liczba moli węglanu magnezu była większa niż łączna liczba moli obu soli obliczona na podstawie objętości wydzielonego CO_2 . Zdający nie dostrzegł tej sprzeczności i kontynuował rozwiązanie.

Przykład 32.

Obliczenia: $V_{\text{CO}_2} = 0,672 \text{ dm}^3$ ~~przebieg~~ $\frac{0,672}{22,4}$

$1 \text{ mol CO}_2 \rightarrow 22,4 \text{ dm}^3$

$x \text{ mol CO}_2 \rightarrow 0,672 \text{ dm}^3 \quad x = 0,03 \text{ mol CO}_2$

$M_{\text{CaCO}_3} = 40 + 12 + 48 = 100 \text{ g/mol} \quad x - \text{l. moli}$

$M_{\text{MgCO}_3} = 24 + 12 + 48 = 84 \text{ g/mol} \quad y - \text{l. moli}$

$$\begin{cases} 100x + 84y = 2,184 \text{ g} \\ x + y = 0,03 \text{ mol} \end{cases} \Rightarrow x = y - 0,03 \text{ m próbki}$$

$100(y - 0,03) + 84y = 2,184$

$100y - 3 + 84y = 2,184$

$184y = 5,184 \text{ g mol}$

$y = 0,02817 \text{ mol MgCO}_3$

$x = 0,0317 - 0,03 = 0,0017 \text{ mol}$

$\% \text{ CaCO}_3 = \frac{0,0017}{0,0317} = 5,36\%$

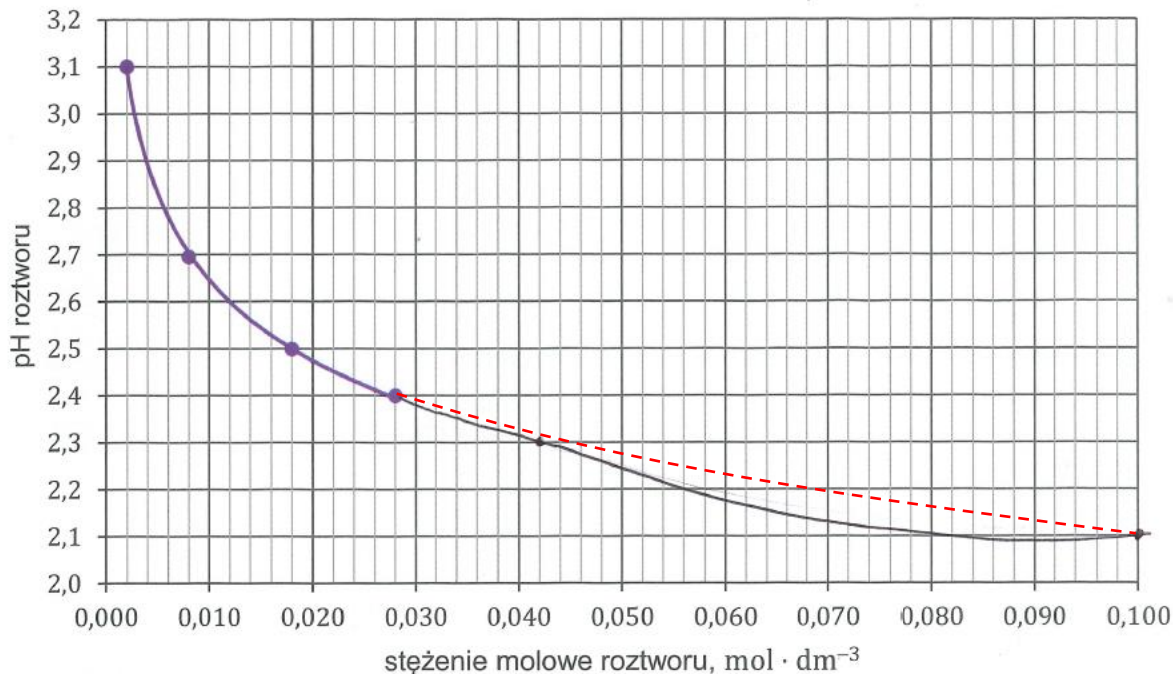
$m_{\text{CaCO}_3} = 0,0017 \cdot 100 = 0,17 \text{ g}$

Zadanie 8. (poziom wykonania – 36%) to przykład zadania problemowego nowego typu, które po raz pierwszy pojawiło się na egzaminie w formule 2023.

Stosunkowo duża część zdających poprawnie rozwiązała pierwszą część zadania, w której na podstawie obliczeń należało uzupełnić tabelę i dokończyć wykres. Częstą usterką, która jednak nie miała wpływu na ocenę poprawności rozwiązania tej części zadania, był nieprecyzyjnie narysowany (mimo poprawnie naniesionych punktów) wykres (Przykład 33.).

Przykład 33.

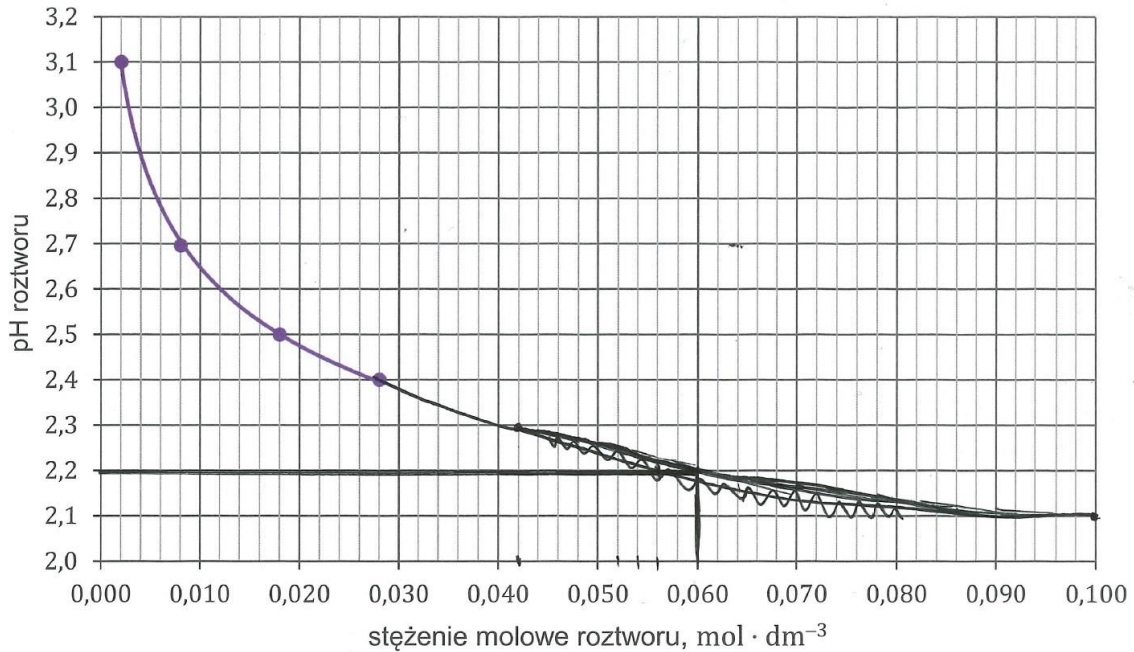
$c_0, \text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}$	0,002	0,008	0,018	0,028	0,042	0,100
pH	3,1	2,7	2,5	2,4	2,3	2,1



Liczna grupa zdających rozwiązała oba człony zadania, stosując w drugiej części rozwiązania przybliżoną wartość stopnia dysocjacji, odczytaną z wykresu umieszczonego w informacji do zadań 7.–8. Wykres zamieszczony w informacji wprowadzającej ilustrował tendencje zmian stopnia dysocjacji kwasów, a jego dokładność nie była wystarczająca do wykonania poprawnego odczytu. Taki sposób rozwiązania (Przykład 34.) nie spełniał fragmentu polecenia, zgodnie z którym należało dokonać odczytu z żadaną dokładnością. Dlatego maturzyści, którzy wybrali tę drogę rozwiązania, nie otrzymali maksymalnej liczby punktów.

Przykład 34.

$c_0, \text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}$	0,002	0,008	0,018	0,028	0,042	0,100
pH	3,1	2,7	2,5	2,4	2,3	2,1



Obliczenia: roztwór o pH = 2,2 stężenie molowe roztworu w tym
 $\text{pH} = 0,06 \text{ mol/dm}^3$

a wykresu a informacji do zadania można odczytać wartość
 stopnia dysocjacji dla tego kwasu w danym stężeniu:
 $\alpha = 10\%$

$0,06 \cdot 0,1 = 6 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$ stężenie molowe jonów X^-

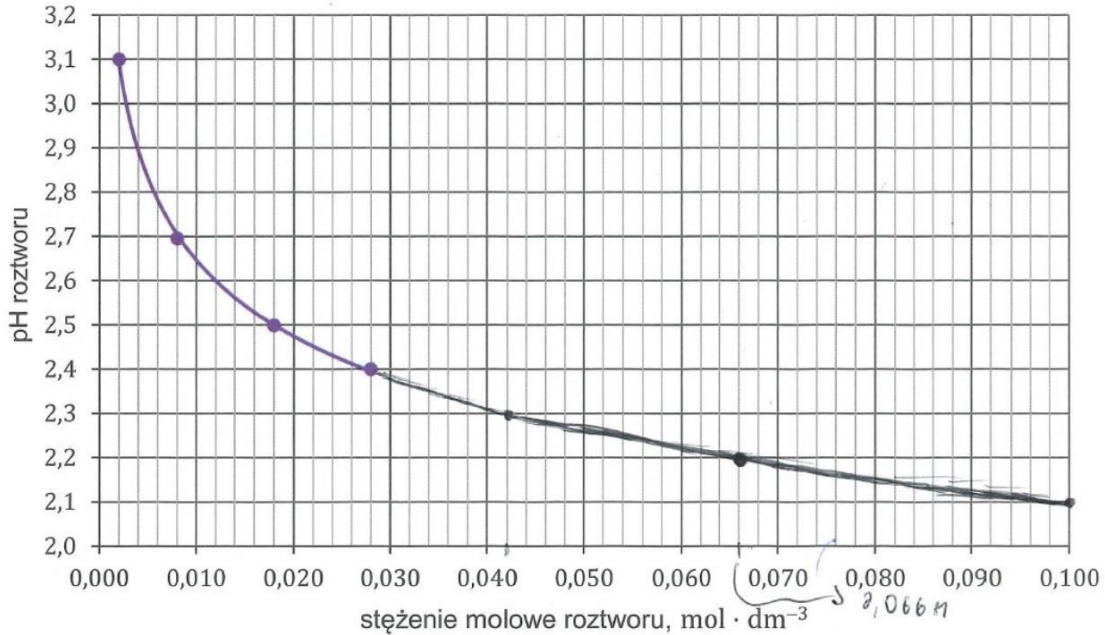
$0,06 \cdot 0,9 = 0,054 \text{ mol/dm}^3$ nieadysocjowanych

W roztworze o $\text{pH} = 2,2$ stężenie molowe jonów X^- jest równe $6 \cdot 10^{-3} \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$,
 a stężenie molowe nieadysocjowanych cząsteczek kwasu HX jest równe $0,054 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$.

Przykład 35. ilustruje rozwiązanie, w którym zdający rozwiązał bezbłędnie pierwszą część zadania, a w drugiej części również poprawnie obliczył stężenie jonów X^- w roztworze o $\text{pH} = 2,2$. Następnie, mimo poprawnie zaznaczonej na wykonanym przez siebie wykresie wartości c_0 , podał błędną wartość stężenia cząsteczek HX (jako wynik odejmowania stężenia X^- od wartości stopnia dysocjacji).

Przykład 35.

$c_0, \text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}$	0,002	0,008	0,018	0,028	0,042	0,100
pH	3,1	2,7	2,5	2,4	2,3	2,1



Obliczenia:

$$[H^+] = c_0 \cdot \alpha = 0,012 \text{ M} \cdot 0,119 \approx 5 \cdot 10^{-3} \text{ M}$$

$$pH = -\log [H^+] \approx 2,3$$

$$[HX] = c_0 - [X^-]$$

$$[H^+] = c_0 \cdot \alpha = 0,1 \cdot 0,079 = 0,0079 \text{ M} \quad [HX] \approx 0,0897 \text{ M}$$

$$pH = -\log [H^+] \approx 2,1$$

dl $pH = 2,2 \rightarrow c_0 = 0,066 \text{ M}$

$$[H^+] = 10^{-2,2} \text{ M}$$

$$c_0 \cdot \alpha = [H^+] \rightarrow \alpha = \frac{[H^+]}{c_0}$$

$$\alpha \approx 0,096$$

$$[H^+] = [X^-] = 10^{-2,2} \approx 6,31 \cdot 10^{-3} \text{ M}$$

W roztworze o pH = 2,2 stężenie molowe jonów X^- jest równe $6,31 \cdot 10^{-3} \text{ M}$

a stężenie molowe niezdisocjowanych cząsteczek kwasu HX jest równe $0,0897 \text{ M}$

W powyższym przykładzie zwraca uwagę również inny często spotykany błąd – zastosowanie niewłaściwego zapisu jednostki stężenia molowego („M” zamiast „ $\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ ”).

Zadanie 19.1. (poziom wykonania – 36%) było zadaniem rachunkowym, w którym należało obliczyć SEM ogniwa o podanym schemacie. Większość maturzystów poprawnie odczytała z broszury *Wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych na egzamin maturalny z biologii, chemii i fizyki* niezbędne do rozwiązania wartości potencjałów standardowych odpowiednich półogniw. Najczęściej popełnianym błędem było podanie wyniku bez jednostki.

Przykład 36.

$$\text{SEM} = 0 - (-0,28) = 0,28$$

Zdarzały się również rozwiązania wynikające z zastosowania wartości potencjałów niewłaściwie wybranych półogniw, np. Co | Co³⁺ zamiast Co | Co²⁺ (Przykład 37.) albo potencjału redukcji dla elektrody platynowej Pt | Pt²⁺ (Przykład 38.).

Przykład 37.

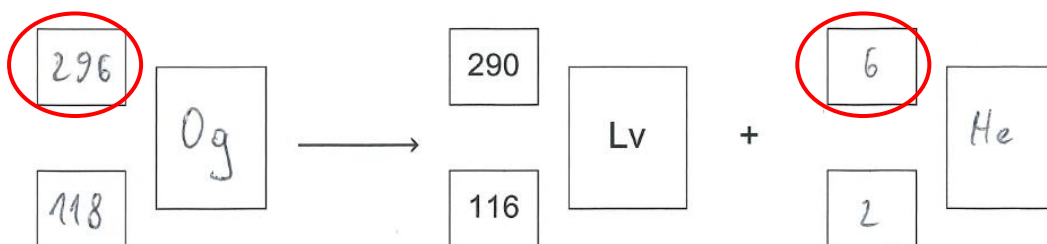
$$\text{SEM} = 1,92\text{V} - 0\text{V} = 1,92\text{V}$$

Przykład 38.

$$\text{SEM} = 1,18 - (-0,28) = 1,46\text{V}$$

Zadania, z którymi zdający poradzili sobie najlepiej

Najwyższy poziom wykonania (83%) uzyskało **Zadanie 2**. Należało w nim uzupełnić schemat reakcji rozpadu izotopu pierwiastka oznaczonego umownie symbolem X. W celu poprawnego rozwiązania zadania należało przeanalizować informację wprowadzającą i na jej podstawie zidentyfikować pierwiastek X, a następnie uzupełnić schemat reakcji rozpadu α tego pierwiastka. Większość zdających potrafiła przeanalizować podaną informację oraz wyciągnąć z niej istotne do rozwiązania zadania wnioski. Można również stwierdzić, że pisanie równań reakcji jądrowych jest mocną stroną tegorocznych maturzystów. Tylko nieliczni zdający mieli problem z analizą informacji i zapisem równania reakcji, polegający głównie na ustaleniu prawidłowej liczby atomowej lub prawidłowej liczby masowej izotopu pierwiastka X (Przykład 39.).

Przykład 39.

Kolejnymi pod względem łatwości zadaniami były zadania zamknięte. W **Zadaniu 3**. (poziom wykonania – 78%) typu prawda-falsz, zdający dokonywali oceny podanych sformułowań, dotyczących właściwości odmian alotropowych węgla. Zdecydowana większość maturzystów zna odmiany alotropowe węgla i potrafi je rozpoznać na podstawie opisu ich właściwości.

Zadanie 27.2. również okazało się dla tegorocznych absolwentów łatwe. Blisko trzy czwarte (poziom wykonania – 73%) spośród nich potrafiło rozwiązać to zadanie poprawnie. Oceny poprawności zdań zdający dokonywali na podstawie informacji wprowadzającej do zadania

przedstawiającej wzory półstrukturalne dwóch związków zapachowych: geranialu i geraniolu. Zdania dotyczyły określenia typu wiązań występujących w cząsteczkach oraz ich zachowania w reakcji utleniania i redukcji. Podobnie jak w poprzednim zadaniu większość zdających wykazała się umiejętnością rozpoznania poprawności podanych opisów, co pozwala również na stwierdzenie, że poradzili sobie z interpretacją przedstawionych informacji. Do oceny prawdziwości zdania 1. konieczne było odwołanie do właściwości związków i poprawne zastosowanie pojęć, takich jak: *utlenianie*, *redukcja*. Ocena prawdziwości zdania 2. wynikała z dokładnego porównania obu przedstawionych w informacji wzorów (w których została uwzględniona krotność wiązań). Częściej pojawiały się błędy w ocenie pierwszego zdania.

Dwa zadania: 1.1. oraz 31.2. osiągnęły taki sam poziom wykonania równy 70%. **Zadanie 1.1.** sprawdzało umiejętność analizy tekstu chemicznego. Na podstawie opisu budowy atomów izotopów dwóch różnych pierwiastków maturzyści najczęściej poprawnie identyfikowali te pierwiastki i określali ich przynależność do odpowiedniego bloku konfiguracyjnego.

Zadanie 31.2. polegało na wyborze przez zdającego, spośród trzech wzorów form alaniny takiego, który odpowiadał wartości pH, w którym ten aminokwas występuje jako mieszanina dwóch form – jonu obojnaczego i formy zdeprotonowanej w stosunku molowym 1 : 1. Zdający potrafili wybrać dwa prawidłowe wzory odpowiadające warunkowi przedstawionemu w poleceniu do zadania.

Błędne odpowiedzi wynikały z niedokładnej analizy informacji wprowadzającej i polecenia do zadania albo z niezrozumienia pojęcia forma zdeprotonowana. Wśród błędnych odpowiedzi najczęściej pojawiały się odpowiedzi, w których zdający zaznaczali tylko wzór jonu obojnaczego alaniny.

Zagadnienie „pod lupą”

Precyzyjność i czytelność wypowiedzi

W tegorocznym arkuszu egzaminacyjnym – podobnie jak w latach ubiegłych – znalazły się zadania, które wymagały analizy zjawiska, a w odpowiedzi należało przedstawić tok rozumowania i zaprezentować umiejętności posługiwania się poprawną terminologią. Należały do nich w szczególności zadania rachunkowe oraz zadania wymagające wskazania związków przyczynowo-skutkowych (z poleceniami: „wyjaśnij” i „uzasadnij”). Na ocenę rozwiązania zadania egzaminacyjnego znaczący wpływ ma poprawność i jednoznaczność przedstawionego toku rozumowania w postaci np. kolejnych kroków obliczeniowych prowadzących do rozwiązania albo opisanie związków między analizowanymi faktami w postaci zależności przyczynowo-skutkowej. W tych zadaniach logika i spójność wypowiedzi mają kluczowe znaczenie, a stosowane pojęcia i sformułowania muszą być jednoznaczne i zrozumiałe. Egzaminatorzy często nie mogą pozytywnie ocenić wypowiedzi, z których wynika, że zdający nie do końca rozumie pojęcia, którym się posługuje.

W poniższej analizie zostaną omówione rozwiązania wybranych zadań sprawdzających umiejętność tworzenia wypowiedzi argumentacyjnej: 7., 10., 13.1., 21., 22., 25., i 32. oraz zadania 12., 15., które sprawdzały umiejętność wykonania obliczeń.

W **zadaniu 21.** (poziom wykonania – 40%) należało wyjaśnić zależność stopnia przemiany od ciśnienia. Często spotykanym błędem w rozwiązaniu tego zadania było stosowanie pojęcia „stałej równowagi” zamiast „stanu równowagi” (przykłady 40. i 41.):

Przykład 40.

Istotną rolę w powstaniu stała wydajność reakcji powstania stała równowagi prowadzi się na stronę przed

Przykład 41.

Podwyższenie ciśnienia powoduje przesunięcie stałej równowagi w prawo, dlatego wydajność wzrasta i stopień przemycowania etenu w opisanej reakcji jest większy

W przykładzie 41. zdający powtarza treść polecenia swoimi słowami, jednak brak wskazania przyczyny zjawiska sprawia, że taka odpowiedź jest niewystarczająca.

Zdarzały się rozwiązania, w których zdający uwzględniali stechiometrię reakcji, ale zamiast do ciśnienia, odnosili się do temperatury (Przykład 42.).

Przykład 42.

Molowa liczba gazowych substratów jest nieksza od molowej liczby gazowych produktów zgodnie z regułą przekory wydajność takiej (stopień przereakcji) wzrasta wraz ze wzrostem temperatury.

W powyższym przykładzie zwraca uwagę również niejasne sformułowanie „molowa liczba”, zamiast „liczba moli”.

Kolejny przykład ilustruje dość często spotykany błąd spowodowany użyciem pojęcia „objętości molowej”, zamiast liczby moli gazów lub objętości zajmowanych przez różne liczby moli gazów.

Przykład 43.

Objętość molowa substratów jest wyższa niż objętość molowa produktu ^{dalej} podwyższenie ciśnienia spowoduje przesunięcie równowagi w prawo

Przykład 44. przedstawia błędny tok rozumowania zdającego, według którego reguła przekory działa odwrotnie niż w rzeczywistości.

Przykład 44.

Zwiększenie ciśnienia przesunęła równowagę w kierunku większej liczby moli gazów, czyli w tym przypadku w kierunku substratów, co zwiększa wydajność reakcji

Pochodzące z tej samej wiązki **zadanie 22.** było łatwiejsze (poziom wykonania 51%), jednak również w jego rozwiązaniach zdarzały się błędy wynikające z niewłaściwego toku rozumowania. Przykład 45. ilustruje przypadek, w którym zdający myli pojęcie wydajności z pojęciem szybkości reakcji.

Przykład 45.

Rozstrzygnięcie: ~~egzotermiczna~~ energetyczna

Uzasadnienie: Im jest wyższa temperatura tym reakcja wodniej zachodzi

W wielu odpowiedziach zdający nie przedstawili w wystarczający sposób swojego toku rozumowania. Ich odpowiedzi były lakoniczne, niejednoznaczne, zawierały uproszczenia i skróty myślowe. Równie często rozwiązania zawierały usterki merytoryczne polegające na błędnej interpretacji reguły przekory.

W **zadaniu 10.** (poziom wykonania – 41%) sprawdzana była umiejętność analizy i interpretacji danych oraz formułowania wypowiedzi argumentacyjnej. Zadanie dotyczyło miareczkowania alkacymetrycznego, a wszystkie dane potrzebne do jego rozwiązania przedstawiono w tekście oraz na wykresie. W odpowiedzi należało rozstrzygnąć, czy w opisanym doświadczeniu użyto roztworu słabego kwasu, a następnie podać dwa różne argumenty, które uzasadniały rozstrzygnięcie. Zdający najczęściej podawali poprawne rozstrzygnięcie i jeden poprawny argument. Największe problemy sprawiło maturzystom sformułowanie drugiego argumentu w taki sposób, aby mógł on zostać uznany za różny od argumentu pierwszego, tzn. aby obydwa argumenty odnosiły się do dwóch różnych danych. Przykład 46. ilustruje właśnie takie rozwiązanie: zdający dwukrotnie odniósł się do wartości pH w punkcie równoważnikowym.

Przykład 46.

Uzasadnienie:

1. punkt równoważnikowy osiągnięto w pH równym 7, co jest charakterystyczne dla miareczkowania mocnego kwasu i mocnej zasady
2. słaby kwas miareczkowany można walczyć prowadziły na osiągnięcie PK powyżej $pH = 7$

Przykład 47. przedstawia rozwiązanie, w którym poprawny jest argument dotyczący początkowego pH roztworu kwasu. Argument nr 2. jest wynikiem błędnego toku rozumowania i zawiera nieprecyzyjne sformułowania: zdający informuje, że „produkt ma bardzo wysokie pH”, co sugeruje, że to roztwór KOH jest produktem reakcji. Kolejna część wypowiedzi stanowi jednak zaprzeczenie tego sformułowania, według niej bowiem produkt o wysokim pH powstaje w reakcji mocnego kwasu i mocnej zasady. Dodatkowo w cytowanej wypowiedzi zapisano, że produkt ma [...] zasadowy odczyn, taki produkt powstaje w reakcji mocnego kwasu i mocnej zasady. Ten tok rozumowania pozwala wnioskować, że według zdającego sole mocnych kwasów i mocnych zasad ulegają hydrolizie. Ponadto nie wiadomo, do czego odnosi się i co oznacza fragment „reakcja przebiegała równomiernie”.

Przykład 47.

Uzasadnienie:

1. Początkowe pH badanego kwasu wynosiło ok. 1 – nie wskazuje to na pH jakiegoś słabego kwasu
2. Reakcja przebiegała równomiernie, a produkt ma bardzo wysokie pH i zasadowy odczyn, taki produkt powstaje w reakcji mocnego kwasu i mocnej zasady.

Przykład 48. ilustruje często spotykane rozwiązanie, w którym zdający odniósł się do punktu równoważnikowego i do początkowego stężenia kwasu, jednak żaden z przedstawionych argumentów nie mógł być oceniony pozytywnie. W argumente nr 1. zdający sugeruje, że punkt równoważnikowy miareczkowania osiągnany jest po zmieszaniu stechiometrycznych ilości kwasu i zasady tylko wówczas, gdy mamy do czynienia z mocnymi elektrolitami. Taki tok rozumowania nie uwzględnia istnienia równowagi chemicznej i sugeruje, że reakcji z jonami OH^- ulegają tylko jony H^+ obecne w roztworze przed rozpoczęciem miareczkowania.

Argument nr 2. jest nieprecyzyjny, ponieważ zdający nie odniósł się do początkowej wartości pH.

Przykład 48.

Uzasadnienie:

1. punkt równoważnikowy został osiągnięty po dodaniu 20cm^3 KOH
 czyli do $2 \cdot 10^{-3}$ moli zasady, tyle samo miało być moli mocnego
 kwasu, który dysocjował 100%
 2. po punkcie PR jest bardzo niskie pH
 charakterystyczne dla mocnego kwasu

$$n = 0,1 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} \cdot 0,02 \text{dm}^3 = 0,002 \text{ mola } [\text{H}^+]$$

Przykład 49.

Rozstrzygnięcie: ~~nie~~ przedstawione we są wyniki miareczkowania słabego kwasu

Uzasadnienie:
 1. mocny roztwór kwasu przy takim stężeniu KOH i wzięciu uwzględnienie uwzględnienie słabego kwasu
 stężeniu osiągnąć silnie kwasowy charakter \rightarrow 1 pH
 2. Do osiągnięcia równoważnikowego punktu PR potrzebna była
 dodatek objętość roztworu KOH równą objętości roztworu kwasu (Wskazanie do osiągnięcia pH silnie zasadowego)

Strona 11 z 29

Powyższa wypowiedź zdającego (przykład 49). jest przykładem daleko posuniętego braku jednoznaczności i trafności w sformułowaniu argumentów, zdający sam nie jest pewien co chce przekazać czytającemu – myli stężenie (podane w informacji wstępnej) dodawanego roztworu KOH z jego objętością.

Problemy z przekonującym i logicznym budowaniem wypowiedzi maturzyści mieli też w omawianym wcześniej **zadaniu 7**.

Z odpowiedzi przedstawionej w przykładzie 50. wynika, że zdający przeanalizował wykres przedstawiony w informacji do zadań 7.–8., ale na jego podstawie wyciągnął błędny wniosek.

Przykład 53.

Związek: A

Uzasadnienie: Jego cząsteczka ma cztery
różne podstawniki

Taka odpowiedź, jak również inne powtarzające się niepoprawne uzasadnienia w rozwiązaniu zadania 25. (np. sformułowanie mówiące o różnych podstawnikach, jednak bez określenia ich liczby przy atomie węgla) wskazują, że niektórzy zdający dysponowali wiedzą konieczną do udzielenia poprawnej odpowiedzi (wyboru związku), jednak nie poradzili sobie z jej sformułowaniem.

Zadanie 32. również nie należało do najtrudniejszych w arkuszu (poziom wykonania – 57%). Był to przykład zadania nowego typu, w którym zamiast opisu efektów doświadczenia przedstawiono jego barwną, graficzną ilustrację. W tym zadaniu należało – na podstawie obserwowanych efektów doświadczenia – sformułować dwa wnioski. Większość zdających poprawnie sformułowała co najmniej jeden z nich. Zgodnie z poleceniem do zadania, pierwszy wniosek miał dotyczyć budowy cząsteczki glukozy. Przykład 54. ilustruje fragment rozwiązania, w którym zdający nie potrafił poprawnie i precyzyjnie sformułować uzasadnienia dotyczącego budowy cząsteczki glukozy: zamiast informacji o co najmniej dwóch grupach hydroksylowych użył liczby pojedynczej.

Przykład 54.

Wniosek dotyczący budowy cząsteczki glukozy:

..... Posiada grupę -OH przy sąsiednich atomach węgla

Tak sformułowana odpowiedź wskazuje, że zdający posiadał odpowiednią wiedzę, ale na skutek nieprecyzyjnego określenia udzielił błędnej odpowiedzi.

W przykładzie 55. piszący podejmuje próbę doprecyzowania liczby grup -OH przy sąsiednich atomach węgla jednak użycie słowa przynajmniej sugeruje, że możliwe jest występowanie więcej niż jednej grupy hydroksylowej przy jednym atomie węgla.

Przykład 55.

Wniosek dotyczący budowy cząsteczki glukozy:

..... ma przy sąsiednich węglach przynajmniej 2 gr. OH

Przykłady 56. i 57. przedstawiają fragmenty rozwiązania dotyczące wniosku 2. Zgodnie z poleceniem, w tej części odpowiedzi należało wykazać się wiedzą na temat redukujących właściwości glukozy. W pierwszym przypadku zdający użył błędnego sformułowania – dodając „się” na końcu zdania – niepoprawnie opisał właściwości glukozy. W obu przypadkach – według zdającego – glukoza z reduktora stała się utleniaczem.

Przykład 56.

Wniosek dotyczący właściwości glukozy:

Glukoza jest cukrem redukującym się

Przykład 57.

Wniosek dotyczący właściwości glukozy:

glukoza ulega redukcji

Udzielanie przedstawionych odpowiedzi może świadczyć o brakach w rozumieniu pojęcia „cukier redukujący”.

Podobnie jak w zadaniu 32., również w **zadaniu 13.1.** przedstawiono graficzną ilustrację efektu doświadczenia. W tym zadaniu większość zdających nie miała problemu z rozstrzygnięciem i poprawnie wybrała metal, który ulega reakcji z kwasem solnym (cynk). Blisko połowa zdających (49%) poprawnie sformułowała również uzasadnienie, w którym – zgodnie z poleceniem – należało odnieść się do potencjałów redukcji półogniw: wodorowego i trzech badanych w doświadczeniu metali. Maturzyści, którzy nie otrzymali punktu za rozwiązanie tego zadania, najczęściej odnosili się tylko do potencjałów dwóch półogniw: wodorowego i cynkowego, pomijając potencjały dwóch pozostałych półogniw (przykład 58.) albo odnosili się wyłącznie do skutku (brak reakcji z HCl), pomijając przyczynę (potencjały redukcji) – (przykład 59).

Przykład 58.

Rozstrzygnięcie: III

Uzasadnienie:

Zn ma większy potencjał standardowy redukcji od półogniwa wodorowego i ulega reakcji z wydzieleniem powietrza H_2

Przykład 59.

Rozstrzygnięcie: w rdzie III

Uzasadnienie:

Srebro i miedź nie reagują z kwasem solnym

Dwa powyższe przykłady wskazują, że zdający dysponowali wiedzą konieczną do udzielenia prawidłowej odpowiedzi, ale nie przeanalizowali dokładnie polecenia i w związku z tym ich uzasadnienia okazały się niewystarczające.

Kolejny przykład ilustruje rozwiązanie, w którym zdający porównał potencjały półogniw: cynkowego i wodorowego oraz zawarł dodatkową informację, z której wynika, że porównał potencjał półogniwa Zn z półogniwami Cu i Ag. Ze sformułowanego uzasadnienia nie wynika jednoznacznie, że potencjały redukcji Cu i Ag są wyższe niż potencjał półogniwa wodorowego. Wyłącznie wówczas byłby możliwy jednoznaczny wybór próbki III.

Przykład 60.

Rozstrzygnięcie: III

Uzasadnienie:

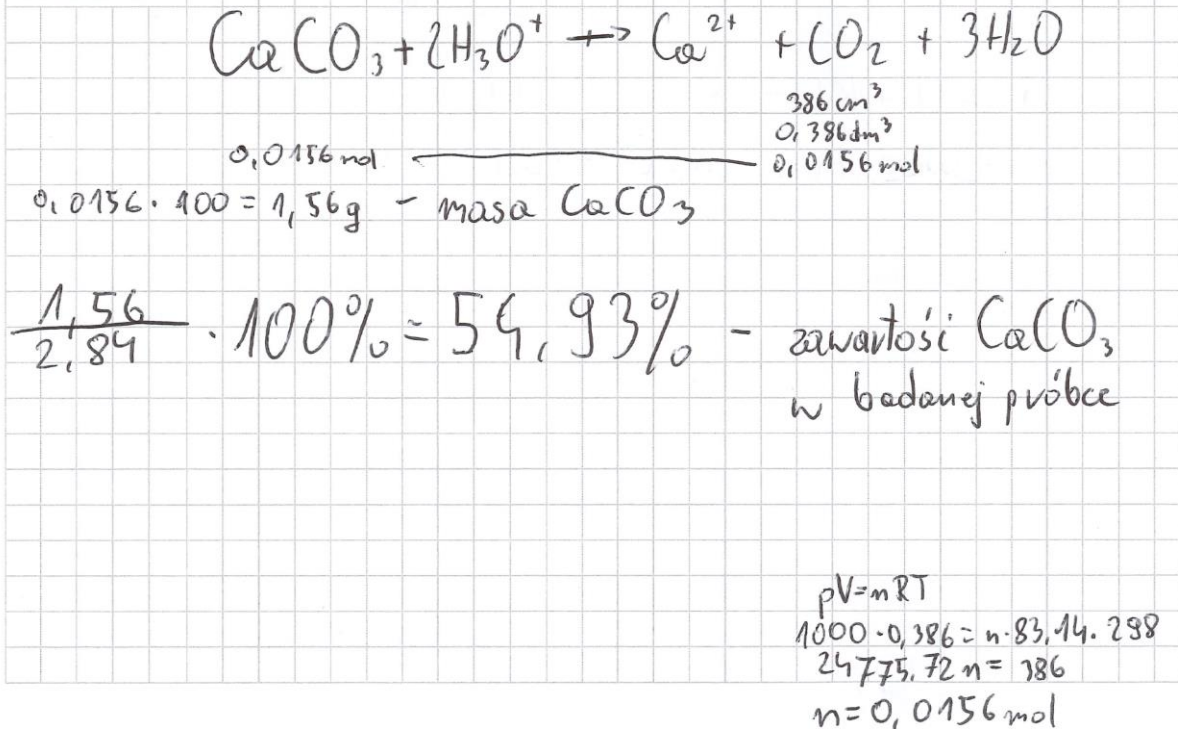
Zn ma najmniejszą wartość potencjału standardowego, więc ma wartość półogniwa wodorowego, w związku z czym będzie zachodziła reakcja utleniania Zn do Zn²⁺ w reakcji z HCl, i na podstawie potencjału berbarowego gozu⁻ wypartego mocłone



W rozwiązaniach zadań obliczeniowych w tegorocznym arkuszu szczególną uwagę zwracają usterki i braki w przedstawieniu toku rozumowania i wykonywanych działań. Maturzyści niejednokrotnie stosowali skróty myślowe lub nieprecyzyjne oznaczenia, przez co sami nie byli w stanie poprawnie doprowadzić rozwiązania do końca. Najczęściej powtarzające się błędy to: stosowanie błędnych wartości niebędących wynikiem obliczeń i oznaczanie takim samym symbolem różnych wielkości, otrzymywanych na różnych etapach rozwiązania. W rozwiązaniu zadania 12. (Przykład 61.) zdający zastosował wartość 386 cm³ jako objętość CO₂ otrzymanego w wyniku reakcji węglanu wapnia z kwasem. Objętość tlenu węgla(IV) była podana w treści informacji do zadania i była równa 672 cm³. Na podstawie przedstawionego zapisu nie można jednak stwierdzić, czy ta wartość stanowiła rezultat błędu rachunkowego, czy wynikała z zastosowania błędnej zależności.

Przykład 61.

Obliczenia:



Ponadto, w powyższym rozwiązaniu zdający zastosował równanie Clapeyrona do wyznaczenia liczby moli gazu. Użył w tym celu wartości ciśnienia i temperatury, które są niezgodne z treścią zadania (ciśnienie 1000 hPa i temperatura 298 K – inne niż w warunkach normalnych, które podano w treści zadania).

Przykład 62. przedstawia rozwiązanie, w którym zdający uzyskał błędny wynik końcowy. Taki sposób zapisu, jaki zaproponował zdający, praktycznie uniemożliwia ocenę poprawności toku rozumowania. Za rozwiązanie zadania rachunkowego zdający uzyskuje punkty tylko za taką odpowiedź, na podstawie której można ocenić poprawność jego toku rozumowania.

Przykład 62.

Odp. 65,99% CaCO₃

Obliczenia:

$m = 2,8 \text{ kg}$ $M_{\text{CaCO}_3} = 100 \text{ g/mol}$ $M_{\text{MgCO}_3} = 84 \text{ g/mol}$	1 mol CaCO_3 100 g x	1 mol CO_2 $22,4 \text{ dm}^3$ $44,8 \text{ dm}^3$ $0,672 \text{ dm}^3$
---	--	--

$36,23x = 30,43y$
 $1,19x = y$
 $2,8 \text{ kg} = 2,943y$
 $y = 0,966 \text{ kg}$

184 g miesza
 $2,8 \text{ kg}$

$44,8 \text{ dm}^3 \text{ CO}_2$
 1 mol MgCO_3
 84 g

$672 \text{ dm}^3 = 0,672 \text{ dm}^3$ razem

$100x + 84y = 2800$
 $184y = 2800 - 100x$
 $44,8(100x + 84y) = 0,672 \cdot 184y$

$4480x + 3763,2y = 123,648y$
 $4480x = 123,648y - 3763,2y$
 $4480x = -3639,552y$
 $36,23x = 30,43y$

$x = 34,01\%$
 $65,99\% \text{ CaCO}_3$

$0,03 \text{ mol CO}_2$
 $n = 0,03 \text{ mol CO}_2$

Osobną grupę rozwiązań zadania 12. stanowią takie, w których zdający przyjmuje, że stosunek molowy składników mieszaniny węglanów jest równy 1:1 – podczas gdy ten stosunek należy wyznaczyć.

Przykład 63.

Obliczenia:

$M_{\text{CaCO}_3} = 40 + 16 + 16 \cdot 3 = 100 \text{ g/mol}$
 $M_{\text{MgCO}_3} = 24 + 12 + 16 \cdot 3 = 84 \text{ g/mol}$

$7,8 \text{ kg} = 7800 \text{ g}$
 $x = 7800 \text{ g}$

$\text{CaCO}_3 : \text{MgCO}_3$
 $1 : 1$

$184 \text{ g} - 100 \text{ g}$
 $780 \text{ g} - x$
 $+ \approx 1,5 \text{ kg}$
 $\% \text{ CaCO}_3 = \frac{11543}{2850} \cdot 100\% \approx 54,23\%$

$1 \text{ dm} = 10 \text{ cm}$
 $1 \text{ dm}^3 = 1000 \text{ cm}^3$

Przykład 64.

Obliczenia: $w = 100\%$

$m_p = 2,84 \text{ g}$

$M_{\text{mol CaCO}_3} = 40 + 12 + 3 \cdot 16 = 100 \text{ g}$

$M_{\text{mol MgCO}_3} = 24 + 12 + 3 \cdot 16 = 84 \text{ g}$

$\frac{100}{184} \cdot 100\% = 54,34\%$

$184 \text{ g} - 2 \text{ mol}$

$2,84 - x$

$184 \text{ g} - 54,34\%$

$2,84 - x\%$

$x = 83\%$

$83\% = \frac{m_{\text{CaCO}_3}}{m_m} \cdot 100\%$

$\% \text{ CaCO}_3 = 83\%$

$1 \text{ dm}^3 = 1000 \text{ cm}^3$
 $6 \text{ dm}^3 = 672 \text{ cm}^3$

$0,672 \text{ dm}^3 - x \text{ mol}$

$22,4 \text{ dm}^3 - 1 \text{ mol}$

$x = 0,03 \text{ mol CO}_2$

$100 \text{ g} - 5 \text{ dm}^3 = 0,672$

$y = 0,0015$

$0,03$

W przykładzie 65. pokazano jeszcze jedną sytuację prowadzącą do błędnego rozwiązania zadania obliczeniowego – błąd niewagi. Zdający w swoim rozwiązaniu dopisał jeden znak, co poskutkowało błędnym wynikiem końcowym.

Przykład 65.

Obliczenia:

$0,03 = \frac{x}{100} + \frac{y}{84}$

$2,84 = x + y$

$n_{\text{CO}_2} = \frac{0,672}{22,4} = 0,03$

$\begin{cases} x + y = 2,84 \\ \frac{x}{100} + \frac{y}{84} = 0,03 \end{cases}$

$x = 2,84 - y$

$x = 1,84 \text{ g}$

$m_{\text{CaCO}_3} = x$

$m_{\text{MgCO}_3} = y$

$\frac{1,84}{2,84} \cdot 100\% = 64,8\%$

$\frac{2,84 - y}{100} + \frac{y}{84} = 0,03 \quad | \cdot 84 \cdot 50$

$42(2,84 - y) + 50y = 126$

$119,28y - 42y + 50y = 126$

$127,28y = 126$

$y \approx 1 \text{ g}$

Bardzo często braki w przedstawianiu toku rozumowania nakładają się z niestarannością zapisu. Piszący sam nie jest w stanie prześledzić własnego toku rozumowania. Taka sytuacja ma miejsce w odpowiedzi przedstawionej w przykładzie 67. Zdający ustala, że rozpatrywany hydrat powinien zawierać cztery mole suchej soli, na podstawie dalszych obliczeń określa liczbę moli wody w hydracie też równą cztery co powinno prowadzić do wniosku, że hydrat ma wzór $\text{CaCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$. Odpowiedź końcowa jednak tego nie potwierdza.

Przykład 67.

Obliczenia: $C_p \text{CaCl}_2 = 53,66\%$

$M_{\text{CaCl}_2} = 2 \cdot 35,5 + 40 = 111 \text{ g/mol}$ $M_{\text{hydrat}} = 111 + n \cdot 18 \text{ (g/mol)}$

$m_r = 100 \text{ g} + 767,4 \text{ g} = 867,4 \text{ g}$

$53,66\% = \frac{111 \cdot x}{100 + 111x} \cdot 100\%$

$53,66 \cdot (100 + 111x) = 111x \cdot 100$

$5366 + 5956,26x = 11100x$

$5956,26x - 11100x = -5733,74$

$-5143,74x = -5733,74$

$x = \frac{5733,74}{5143,74} \approx 1,115$

Wzór hydratu: $\text{CaCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$

Handel hydratu - 767,4 g
1 - 182 g
182 - 111 = 71 g

465,45 = 111 x
x ≈ 4
80:18 = 4

$n = 4$

Przykład 68. ilustruje rozwiązanie zadania 15., w którym zdający oznaczył przez x dwie różne masy związku, wyznaczone z dwóch różnych zależności.

Przykład 68.

Obliczenia: $w_{O\%} = 45,52$ $n = 767,4 \text{ g} / 100 \text{ g H}_2\text{O}$ $\text{CaCl}_2 \cdot n \text{H}_2\text{O}$

$M_{\text{CaCl}_2} = 40 + 2 \cdot 35,5 = 111 \text{ g/mol}$

$111 \text{ g hydratu} - 111 \text{ g CaCl}_2 = 767,4 \text{ g H}_2\text{O} - x$

$x = 721,88 \text{ g CaCl}_2$

$53,66x = 28086 / :53,66$

$x = 523,41 \text{ g}$

$n = \frac{m}{M} = \frac{523,41}{18} = 29$

mol H_2O

$29 \text{ mol H}_2\text{O}$

Wzór hydratu: $\text{CaCl}_2 \cdot 29 \text{H}_2\text{O}$

W pracach maturzystów nie brak też przykładów, w których wzór hydratu został prawidłowo określony (choć w odpowiedzi nieprawidłowo zapisany), jednak nie można ustalić co posłużyło piszącemu za podstawę do obliczeń – przykład 69.

Przykład 69.

Obliczenia:

$M_{\text{CaCl}_2} = 40 + 2 \cdot 35,5 = 111$

$0,5366 = \frac{111}{111+x}$

$60 + 0,5366x = 111$

$0,5366x = 51$

$x = 95$

$111 \text{ g CaCl}_2 - 95 \text{ g H}_2\text{O}$

$111 \text{ g} - 100 \text{ g H}_2\text{O}$

$x = 11 \text{ g}$

$767,4 - 111 = 650,4 \text{ g}$

$650,4 = 111x + nx$

$x = \frac{650,4}{117} = 5,56$

350 g substancji

$350 + 117 = 467 \text{ g}$

$\frac{467}{111} = 4,2$

$n_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{300}{18} = 17$

$17 - 4,2 = \frac{17}{4,2} \approx 4 \text{ mole H}_2\text{O}$

Wzór hydratu: $\text{CaCl}_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$

Oddzielną grupę rozwiązań stanowią te, w których zdający prawidłowo rozwiązali zadanie, co potwierdzają odpowiednimi zapisami, jednak z nieznanymi przyczynami zmieniają wynik końcowy na błędny. Taką sytuację przedstawiono w przykładach 70. i 71.

Przykład 70.

Obliczenia:

$$v = k \cdot C_A^2 \cdot C_B \frac{\text{dm}^6}{\text{mol}^2 \cdot \text{s}}$$

$$k = 6,7 \cdot 10^3 \frac{\text{dm}^6}{\text{mol}^2 \cdot \text{s}}$$

$$C_A^p = 4 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} \rightarrow 1 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$$

$$C_B^p = 3 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} \rightarrow 1,5 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$$

	2 A	B
C_p	4	3
ΔC	-3	-1,5
C_k	1	1,5

$$v = 6,7 \cdot 10^3 \frac{\text{dm}^6}{\text{mol}^2 \cdot \text{s}} \cdot (3 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3})^2 \cdot 1,5 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} = 10250 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3 \cdot \text{s}} \rightarrow 90450 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3 \cdot \text{s}}$$

Przykład 71.

Obliczenia: Pojemność 4 dm³

$C_{\text{mol CO}} = 0,17$

$C_{\text{mol O}_2} = 0,05$

Zac.	Point	+X/-X	stan równ.
CO	0,17	-X	0,06
O ₂	0,05	-X	0,01
CO ₂	0	+X	0,04

$0,17 - 4 \text{ dm}^3 = 0,17 - 1$

$0,12 - 4$

$0,16 - 80\%$

$0,11 - 4 \text{ dm}^3$

$0,105 - 4 \text{ dm}^3$

$0,104 - 4 \text{ dm}^3$

$0,107 - 1$

$k = \frac{0,109}{0,104 \cdot 0,107} = \frac{0,109}{0,011128} = 225$

$0,105 - X = 0,101$

$X = 0,104$

$k = \frac{0,104}{0,107 \cdot 0,106} = 6 \cdot 10^{-4} \quad k = \frac{0,104}{0,01 \cdot 0,06} = 66,67$

$k = 0,1015$

Przedstawione w powyższych przykładach błędy, jak i wiele pomniejszych, utrudniły lub uniemożliwiły ocenę sposobu przedstawionego toku rozumowania. Niestety bardzo wiele odpowiedzi było lakonicznych, niejednoznacznych, zawierających uproszczenia i skróty myślowe. W wielu przypadkach na podstawie zapisu rozwiązania nie można było wywnioskować, co jest – zdaniem jego autora – wynikiem końcowym.

Wnioski i rekomendacje

Do egzaminu maturalnego z chemii, który po raz pierwszy został przeprowadzony w formule 2023, przystąpiło ponad 21 tys. absolwentów czteroletniego liceum ogólnokształcącego. Wyniki egzaminu były zróżnicowane i obejmowały całą skalę punktów. Większa niż w latach ubiegłych grupa maturzystów uzyskała bardzo wysokie wyniki. Ci zdający wykazali się bardzo dobrym przygotowaniem do egzaminu, umiejętnością jasnego i zrozumiałego formułowania wypowiedzi, przejrzystością toku rozumowania, a prezentowane przez nich rozwiązania były całkowicie poprawne merytorycznie. Nieliczne błędy, które zdarzały się w najlepszych pracach, najczęściej spowodowane były nieuwagą lub brakiem szczegółowej analizy warunków zadania / polecenia. Wyniki ponad 1/3 wszystkich zdających nie przekroczyły jednak 30% punktów. Podejmowali oni próby rozwiązania większości zadań w arkuszu, ale popełniali liczne błędy merytoryczne. Na negatywną ocenę wielu odpowiedzi często miał wpływ brak staranności i precyzji oraz nieuwzględnienie wszystkich warunków sformułowanych w poleceniach.

W arkuszu maturalnym po raz pierwszy znalazły się zadania wyposażone w barwne ilustracje przedstawiające efekty doświadczeń chemicznych. Gdy zawarte w nich polecenia były proste i nie obejmowały dodatkowych warunków, zdający nie mieli większych problemów z udzieleniem poprawnej odpowiedzi. Większość maturzystów potrafiła również poprawnie przeprowadzić analizę krótkiego tekstu czy informacji przedstawionych w formie tabel i wykresów. Znacznie większe trudności sprawiały zadania, w których oprócz typowych wiadomości i umiejętności analizy informacji, zdający musieli sformułować odpowiedzi spełniające jednocześnie kilka warunków zawartych w poleceniu. Niejednokrotnie wówczas okazywało się, że liczni maturzyści nie rozumieją znaczenia podstawowych pojęć, natury zjawisk chemicznych i nie potrafili poprawnie sformułować logicznej i spójnej wypowiedzi.

Analiza błędów popełnionych przez maturzystów podczas tegorocznego egzaminu prowadzi do wniosku, że największą trudność sprawiają:

- analiza treści polecenia wraz z informacją opisującą proces lub zjawisko i umiejętność zastosowania podanych informacji do rozwiązania problemu
- formułowanie wypowiedzi argumentacyjnej, takiej jak wyjaśnienie lub uzasadnienie, przedstawienie związku przyczynowo-skutkowego i logiczne opisanie relacji między przyczyną i skutkiem
- ujęcie wszystkich warunków zawartych w poleceniu i treści zadania
- rozwiązywanie problemów ujętych w sposób nietypowy
- stosowanie poprawnej terminologii i notacji chemicznej, staranność w pisaniu wzorów półstrukturalnych (grupowych) lub uproszczonych związków organicznych
- wykonywanie działań matematycznych i działań na jednostkach
- poprawny zapis i stosowanie jednostek oraz zaokrągleń w zadaniach obliczeniowych
- umiejętność zaplanowania drogi / strategii rozwiązania złożonego problemu chemicznego
- przedstawianie klarownego i spójnego toku rozumowania w sposób jednoznaczny, precyzyjny i zrozumiały dla osoby, która czyta, analizuje i ocenia rozwiązanie lub odpowiedź.

Podczas przygotowania do egzaminu maturalnego warto poświęcić czas na:

- doskonalenie biegłego posługiwania się językiem symboli, wzorów i równań chemicznych oraz wyrażeń matematycznych – są to umiejętności konieczne do rozwiązania większości zadań maturalnych
- konstruowanie wypowiedzi ze szczególnym zwróceniem uwagi na analizę mechanizmu zjawiska, który powoduje, że dana przyczyna wywołuje dany skutek
- ćwiczenie umiejętności formułowania wypowiedzi, dobierania argumentów i dostrzegania zależności przyczynowo-skutkowych
- doskonalenie umiejętności takiego formułowania wypowiedzi, aby były one czytelne i zrozumiałe i zawierały wszystkie konieczne elementy / spełniały wszystkie konieczne warunki
- ćwiczenie biegłości rachunkowej oraz zdolności oceny, czy uzyskany wynik obliczeń jest prawdopodobny, oraz rozumienia, co ten wynik oznacza.