

MOCNE I SŁABE STRONY WYKSZTAŁCENIA CHEMICZNEGO MATURZYSTÓW

Wstęp

Stosunkowo wysokie wyniki tegorocznej matury z chemii wskazują, że większość zdających podjęła właściwe decyzje co do wyboru przedmiotu i poziomu egzaminu oraz solidnie i skutecznie się do niego przygotowała. Pewien niepokój budzi jednak fakt, że istnieje – na szczęście nieliczna – grupa zdających, którzy osiągnęli wyniki bardzo niskie, to znaczy poniżej 10%. Jest to tym bardziej niepokojące w przypadku osób, które wybrały chemię jako przedmiot obowiązkowy, a więc decydujący o zdaniu matury.

Na dobre wyniki egzaminu maturalnego miało wpływ wiele czynników. Należy do nich sama technika rozwiązywania testu. Lektura tegorocznych prac egzaminacyjnych pozwala zauważyć, że od momentu wprowadzenia *nowej matury* uczniowie są coraz lepiej przygotowywani do egzaminu właśnie od strony „technicznej”. Widać, że zadania, które w pierwszych latach były dla zdających nowe ze względu na nietypową budowę polecenia lub sposób ujęcia problemu i z tego powodu niekiedy powodowały trudności w poprawnym ich rozwiązaniu, obecnie takich trudności nie sprawiają. Można zauważyć, że materiały egzaminacyjne z poprzednich sesji maturalnych oraz arkusze przygotowywane na próbne matury były wykorzystywane przez nauczycieli w pracy z uczniami. Widać także, że analizy, komentarze oraz wskazówki dla nauczycieli i uczniów, publikowane rokrocznie przez komisje egzaminacyjne, zostały uwzględnione w procesie dydaktycznym. Szczególnie wyraźne jest coraz większe przywiązywanie wagi do czytania ze rozumieniem poleceń oraz informacji wprowadzających do zadań, a także do analizy ich treści.

W niniejszym opracowaniu dokonano próby określenia czynników, które wpłynęły na łatwość zadań wchodzących w skład tegorocznych arkuszy egzaminacyjnych z chemii na obu poziomach, a więc – na sukces zdających egzamin. Okazuje się, że podstawowym i decydującym czynnikiem jest poziom wykształcenia ogólnego maturzystów. Na egzaminie z chemii najlepiej radzą sobie osoby dobrze przygotowane nie tylko z tego przedmiotu, ale także z innych nauk matematyczno-przyrodniczych. Nie bez znaczenia jest również biegłość, z jaką posługują się językiem polskim. Tak przygotowani maturzyści rozumieją polecenia i podane we wprowadzeniach informacje, potrafią w sposób jasny, logiczny, zwięzły, jednoznaczny, kompletny i merytorycznie poprawny sformułować rozwiązania zadań i odpowiedzi na postawione pytania. Posługują się sprawnie różnymi „rodzajami” języków: językiem pojęć, symboli i równań chemicznych, językiem wyrażeń matematycznych i opisami słownymi. Potrafią również trafnie ocenić swoje odpowiedzi i zauważyć błędy, jakie popełnili.

W badaniu wpływu różnych czynników na jakość odpowiedzi zdających wzięto pod uwagę następujące cechy zadań egzaminacyjnych: typowość zadania, stopień jego złożoności, zakres sprawdzanych treści i umiejętności, rodzaj zadania (zamknięte/otwarte), formę oczekiwanej odpowiedzi. Wydaje się, że fakt, czy zadanie jest typowe, czy nietypowe, ma bardzo duży wpływ na jego trudność. Maturzystom o wiele łatwiej jest poruszać się w obrębie znanych i znajomo brzmiących zadań. Nawet te, które są obiektywnie trudniejsze, jeżeli są wyćwiczone, uzyskują wyższe wskaźniki łatwości. Ta prawidłowość ma również swoją ciemniejszą stronę: zadania nietypowe, chociaż obiektywnie bardzo łatwe, sprawiają trudność, a ich współczynniki łatwości są nieproporcjonalnie niskie. W podobny sposób na łatwość zadań wpływa stopień ich złożoności: im bardziej skomplikowane zadanie, to znaczy im więcej operacji intelektualnych trzeba wykonać, aby dojść do rozwiązania, tym jego łatwość jest niższa. Widać, że znaczna część maturzystów nie potrafi uwzględnić wszystkich elementów odpowiedzi, lub wielu etapów, które należy wykonać, aby dojść do ostatecznego wyniku czy wniosku.

Tegoroczny egzamin maturalny pokazuje, że – tak jak w latach ubiegłych – łatwiejsze od zadań z chemii organicznej okazują się zadania z zakresu chemii ogólnej i nieorganicznej. Prawdopodobną przyczyną tej prawidłowości jest fakt, że te drugie są w programach nauczania realizowane na początku i często się do nich wraca, jest więc czas na ich utrwalenie i uzupełnienie

ewentualnych braków. Takiego czasu na pewno brakuje w przypadku zagadnień, które zwyczajowo omawiane są na zakończenie kursu chemii, a należą do nich zagadnienia dotyczące *wielofunkcyjnych pochodnych węglowodorów*. Ponadto układ zadań w arkuszach egzaminacyjnych pod względem sprawdzanych treści jest zazwyczaj zgodny z chronologią omawiania tych treści w szkole, więc zadania z zakresu zagadnień omawianych na końcu nauki chemii pojawiają się w drugiej części arkusza. Na poprawność ich rozwiązań może mieć więc wpływ również zmęczenie, pojawiające się pod koniec egzaminu.

Przynależność sprawdzanych umiejętności do obszaru standardów wymagań egzaminacyjnych nie miała wyraźnego wpływu na łatwość zadań w tegorocznych arkuszach egzaminacyjnych. Zarówno zadania, które okazały się łatwe, jak i te, które okazały się trudne, badały stopień opanowania umiejętności należących do wszystkich obszarów standardów. Na poziomie podstawowym daje się jedynie zauważyć duży udział zadań sprawdzających umiejętności korzystania z informacji wśród zadań najłatwiejszych, a sprawdzających wiadomości i rozumienie wśród zadań najtrudniejszych. Podobnie, rodzaj zadania ma niewielki wpływ na to, czy zadanie było łatwe, czy trudne. Na poziomie rozszerzonym zadania zamknięte, nie okazały się znacząco łatwiejsze od zadań otwartych. Na poziomie podstawowym jedno z zadań zamkniętych należało do najtrudniejszych, inne z kolei osiągnęły wysokie współczynniki łatwości.

Mocne i słabe strony zdających

Analiza tegorocznych prac maturalnych z chemii skłania do wniosku, że na łatwość zadania pewien wpływ może mieć forma odpowiedzi wskazana w poleceniu. Według tego kryterium można je podzielić na grupy zadań wymagających odpowiedzi:

- 1) z zastosowaniem symboliki chemicznej (wzory, równania reakcji itp.)
- 2) w formie lub na podstawie zaprezentowanych wyrażeń matematycznych i obliczeń (zadania rachunkowe)
- 3) w formie opisu słownego (wnioski i uogólnienia, uzasadnienia, opisy zmian, jakie można zaobserwować w czasie reakcji chemicznej itp.)

1) Stosowanie symboliki chemicznej

Najczęściej spotykanymi formami odpowiedzi, które wykorzystuje zdający, są symbole i wzory chemiczne, równania reakcji chemicznych oraz schematy procesów chemicznych. Umiejętność posługiwania się symboliką chemiczną związaną z różnymi zagadnieniami i obejmująca różne standardy wymagań egzaminacyjnych jest więc bardzo ważna. Analiza odpowiedzi do zadań w obu arkuszach z chemii pokazuje, że stosowanie symboliki chemicznej to umiejętność, którą dobrze opanowała większość tegorocznych maturzystów. Były jednak osoby, które miały problemy ze stosowaniem symboliki chemicznej (spowodowane brakiem umiejętności lub – częściej – nieuwagą). Osoby te niepotrzebnie traciły punkty za rozwiązania poszczególnych zadań.

Podania odpowiedzi w formie symboli i wzorów chemicznych wymagały zadania 1a, 10a, 25a, 27, 28 i 30a z arkusza na poziomie podstawowym oraz zadania 1a, 4, 6a, 10, 15a, 20, 23a, 27 i 36 z arkusza na poziomie rozszerzonym. Z kolei równania reakcji chemicznych należało zapisać w rozwiązaniach zadań 8b, 10b, 11, 18, 20, 22 i 24 na poziomie podstawowym oraz 5, 6, 12, 15b, 19, 25, 28, 32 i 35 na poziomie rozszerzonym. Ponadto zdający musieli się wykazać umiejętnością zapisu konfiguracji elektronowej (zadanie 1b na obu poziomach), sporządzania bilansu elektronowego (zadanie 22 na poziomie podstawowym i 19 na poziomie rozszerzonym) oraz przedstawić schemat ogniwa (zadanie 22a na poziomie rozszerzonym).

Wartości współczynników łatwości tych zadań dla poziomu podstawowego wahają się w granicach od 0,22 (zadanie 27 – trudne) do 0,89 (zadanie 1a – łatwe), a większość stanowią zadania łatwe i umiarkowanie trudne. W zadaniu 27 trzeba było podać wzory strukturalne związków A i B, które najpierw należało zidentyfikować na podstawie opisu ich właściwości fizykochemicznych. Trudność tego zadania polegała przede wszystkim na identyfikacji substancji chemicznych, a nie na zapisaniu wzorów (choćby w odpowiedzi należało podać – zamiast wzorów – nazwy identyfikowanych związków, zadanie pewnie okazałoby się łatwiejsze). W zadaniu 1a należało przedstawić symbol izotopu w postaci ${}^A_Z\text{E}$ i znakomita większość zdających wykonała tę czynność bardzo dobrze.

Wartości współczynników łatwości wymienionych wcześniej zadań dla poziomu

rozszerzonego wahają się w granicach od 0,45 (zadanie 15a – trudne) do 0,91 (zadanie 6a – bardzo łatwe). W zadaniu 15a należało zapisać wzór wybranego odczynnika, umożliwiającego usunięcie kationów Ba^{2+} z roztworu zawierającego jony Ba^{2+} i Mg^{2+} . Trudność tego zadania polegała więc na poprawnym uzasadnieniu wyboru odczynnika, a nie na zapisaniu jego wzoru. W zadaniu 6a zdający musieli uzupełnić schemat doświadczenia – wpisać wzory odczynników potrzebnych do jego przeprowadzenia – i 91% zdających wykonała tę czynność poprawnie. Większość zadań, które wymagają stosowania symboli i wzorów oraz zapisywania równań reakcji, okazała się dla zdających umiarkowanie trudna, co prowadzi do wniosku, że część maturzystów ma problemy z wykonywaniem tych czynności.

Większość zdających wykazała się umiejętnością zapisywania wzorów związków nieorganicznych. Pewną trudność sprawiło zapisanie wzoru jonu heksahydroksochromianowego(III) (zadanie 6c z poziomu rozszerzonego). Zamiast wzoru $[Cr(OH)_6]^{3-}$, zdający podawali wzory: $[Cr(OH)_6]^-$, $[Cr(OH)_4]^-$, CrO_2^- . Więcej błędów wystąpiło przy zapisywaniu wzorów związków organicznych. Zdający nie uwzględniali wartościowości węgla, podając nieprawidłową liczbę atomów wodoru połączonych z poszczególnymi atomami węgla w cząsteczce lub błędnie ustalali liczbę atomów węgla w cząsteczce (zadanie 28 z poziomu podstawowego i zadania 25 i 27 z poziomu rozszerzonego). Wydaje się, że tego typu błędy najczęściej wynikały z nieuważnego czytania poleceń i informacji do zadań oraz braku uwagi przy zapisywaniu odpowiedzi.

W zapisie równań reakcji często brakowało współczynników stechiometrycznych. Zdający skupiali się na poprawnym zapisie wzorów reagentów i zapominali o uzgodnieniu równania reakcji, np. w odpowiedziach do zadaniu 28 (poziom rozszerzony) w równaniu reakcji bardzo często brakowało współczynnika 2 przed wzorem wody.

Z analizy odpowiedzi wynika, że duży problem stanowił zapis równania reakcji w formie jonowej (zadanie 18 z poziomu podstawowego i zadania 5, 6c i 12 z poziomu rozszerzonego). Maturzyści popełniali błędy w zapisie ładunków jonów biorących udział w reakcji, zdarzało się nawet, że nie odróżniali cząsteczki od jonu, np. w zadaniu 5 (poziom rozszerzony) pojawiały się następujące odpowiedzi:

Wzór związku	Rola gazu	Równanie reakcji
H_2S	<i>kwasa</i>	$H_2S + H_2O \rightleftharpoons HS^{2-} + H_3O^+$
NH_3	<i>zasada</i>	$NH_3^+ + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$

W zadaniach, w których należało zastosować zasadę bilansu elektronowego do uzgodnienia równania reakcji, niektórzy zdający zapisywali stopnie utlenienia cyframi arabskimi, stosując formę oznaczającą ładunek jonu prostego. Podawali w ten sposób wzory jonów, które nie istnieją, np. Cr^{6+} (zadanie 19, poziom rozszerzony). Częste były też zapisy sugerujące istnienie dwuatomowej cząsteczki żelaza Fe_2 (to samo zadanie). W zapisie równań połówkowych albo równań reakcji elektrodowych pojawiały się także błędy związane z kierunkiem wymiany elektronów; maturzyści podawali liczbę elektronów pobranych i oddanych po niewłaściwej stronie równania lub z przeciwnym znakiem. Niektórzy w obu równaniach zapisywali symbole elektronów jako pobranych lub w obu – jako oddanych, nieliczni w ogóle pomijali fakt wymiany elektronów.

2) Zadania rachunkowe

Na podstawie analizy wyników egzaminu maturalnego z chemii można stwierdzić, że w tym roku maturzyści lepiej niż w latach ubiegłych rozwiązywali tego typu zadania. Na pewno umiejętność ta należy do mocniejszych stron tegorocznych maturzystów. Wartość współczynnika łatwości wykonania zadań rachunkowych z arkusza dla poziomu podstawowego wyniosła 0,57, a dla arkusza rozszerzonego 0,60. Zadania związane z obliczeniami okazały się więc umiarkowanie trudne.

Wielu zdających nie uwzględniało w obliczeniach stechiometrii równania reakcji, co może świadczyć o niedostrzeganiu zależności stechiometrycznych (na poziomie podstawowym – zadanie 26, na poziomie rozszerzonym – zadanie 8). Duża grupa maturzystów nie potrafiła rozwiązywać problemów związanych z zateżaniem roztworów (zadanie 13, poziom rozszerzony) i obliczeniami dotyczącymi stężenia molowego roztworu (zadanie 29, poziom podstawowy). Zdający błędnie układali proporcje, mieli również trudności z przekształcaniem wzorów (na poziomie podstawowym –

zadania 26 i 29, na poziomie rozszerzonym – zadania 13 i 16). Dla części maturzystów zadania okazywały się na tyle skomplikowane, że nie potrafili poprawnie powiązać szukanej z danymi. Część osób nie uwzględniała w końcowym zapisie jednostki lub podawała wynik końcowy z niewłaściwą jednostką. Niektóre osoby nie potrafiły wyszukać w poleceniach i informacjach do zadań danych niezbędnych do wykonania obliczeń lub dokonywały obliczeń niezgodnych z treścią polecenia. Wykonywanie przez zdających różnych przypadkowych lub niepotrzebnych działań pozwala stwierdzić, że część z nich nie poradziła sobie z tymi zadaniami już na etapie ich analizy. Na przeszkodzie poprawnego rozwiązania zadania bardzo często stoją niewystarczające umiejętności matematyczne. Błędy rachunkowe popełniane podczas obliczeń świadczą o trudnościach wynikających z braku umiejętności wykonywania prostych działań matematycznych, szczególnie na ułamkach lub liczbach ujemnych (przede wszystkim na poziomie podstawowym – zadanie 29, na poziomie rozszerzonym – zadania 8, 16 i 24). Tegoroczny egzamin pokazuje, że w dalszym ciągu maturzyści mają problemy z przedstawianiem toku rozumowania i wyrażaniem zależności ilościowych w formie wyrażeń algebraicznych, a więc posługiwaniem się językiem matematyki. Dużym problemem było samo zapisanie obliczeń: choć po przeczytaniu zadania zdający intuicyjnie potrafili odpowiedzieć na pytanie, nie umieli tego wyrazić za pomocą równań algebraicznych. Często z błędnych matematycznie zapisów padała dobra odpowiedź końcowa lub zdający zapisywali tylko samą odpowiedź, gdyż nie umieli zapisać obliczeń. Nadal wielu zdających niepoprawnie zaokrągla wyniki liczbowe, co jest przyczyną utraty punktów. Popełnianie przez maturzystów dużej liczby błędów rachunkowych może budzić niepokój.

Arkusz egzaminacyjny dla poziomu podstawowego zawierał dwa zadania rachunkowe – zadanie 26 i zadanie 29. Zadanie 26 sprawdzało umiejętność wykonywania obliczeń stechiometrycznych na podstawie równania reakcji. Należało obliczyć objętość amoniaku (w przeliczeniu na warunki normalne), który przereaguje z 77 g etanalu podczas otrzymywania etyloaminy metodą aminowania redukcyjnego. Równanie zachodzącej reakcji podano w informacji do zadania. Zdający uzyskali średnio 59% punktów możliwych do otrzymania za to zadanie. Większość maturzystów przedstawiła prawidłową zależność wynikającą z równania reakcji i poprawnie obliczyła objętość amoniaku. Część osób popełniła jednak błąd merytoryczny, traktując etanal jako gaz i przeliczając podaną masę aldehydu na objętość. Osoby te przedstawiały następujące odpowiedzi:

$$M_{\text{etanalu}} = 44 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$\frac{44 \text{ g}}{22,4 \text{ dm}^3} = \frac{77,0 \text{ g}}{x}$$

$$V_{\text{etanalu}} = x = \frac{77,0 \text{ g} \cdot 22,4 \text{ dm}^3}{44 \text{ g}} = 39,2 \text{ dm}^3$$

$$V_{\text{etanalu}} = V_{\text{amoniaku}} = 39,2 \text{ dm}^3$$

Pomimo poprawnego wyniku otrzymywały one 0 punktów, ponieważ popełniły błąd w metodzie rozwiązania tego zadania, formułując wyrażenia niemające sensu fizycznego. Zdarzały się również błędy rachunkowe, szczególnie przy obliczaniu masy molowej etanalu. Ponadto niektórzy zdający dokonali złego zaokrąglenia wyniku.

Zadanie 29 sprawdzało umiejętność wykonywania obliczeń związanych ze stężeniem molowym roztworu. Należało obliczyć masę glicyny znajdującą się w podanej objętości roztworu tego związku o określonym stężeniu molowym. Średnio zdający otrzymali 48% punktów możliwych do uzyskania za rozwiązanie tego zadania. Część osób nieprawidłowo rozwiązywała zadanie, błędnie przekształcając wzór na stężenie molowe. Błędy wynikały również z potraktowania liczby moli glicyny jako jej masy:

$$m_{\text{glicyny}} = c_m \cdot V_r = 0,50 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} \cdot 0,10 \text{ dm}^3 = 0,052$$

Autorów takich odpowiedzi nie zastanowił nawet fakt, że w wyniku działań na jednostkach nie otrzymali wyniku w gramach. W rozwiązaniach tego zadania pojawiały się też liczne błędy rachunkowe, przede wszystkim w działaniach na ułamkach dziesiętnych.

W arkuszu dla poziomu rozszerzonego znalazło się sześć zadań rachunkowych. Ich łatwość była zróżnicowana, a zdający popełniali w nich różne rodzaje błędów. Poniżej omówiono je

na przykładach wybranych zadań. Zadanie 2 sprawdzało umiejętność obliczania zmiany masy izotopu promieniotwórczego w określonym czasie. Okazało się ono umiarkowanie trudne – jego łatwość wyniosła 0,66. Większość zdających rozwiązała zadanie w następujący sposób:

Masa izotopu promieniotwórczego w próbce = 2 g
15,9 lat to $3 \tau_{1/2}$

$$\text{Masa izotopu promieniotwórczego po } 3\tau_{1/2} = \frac{2\text{g}}{2^3} = 0,25 \text{ g}$$

Całkowita masa kobaltu zawartego w próbce: $20 \text{ g} - 2 \text{ g} + 0,25 \text{ g} = 18,25 \text{ g}$

Niektóre osoby obliczały masę izotopu promieniotwórczego po $3\tau_{1/2}$ innymi metodami, np.: $\tau_{1/2}$ - pozostaje 1 g, $2\tau_{1/2}$ - pozostaje 0,5 g, $3\tau_{1/2}$ - pozostaje 0,25 g. Inne posługiwały się tabelą:

$\tau_{1/2}$ /lata	0	5,3	10,6	15,9
m, g	2	1	0,5	0,25

lub schematem: $2 \text{ g} \xrightarrow{5,3\text{lat}} 1 \text{ g} \xrightarrow{5,3\text{lat}} 0,5 \text{ g} \xrightarrow{5,3\text{lat}} 0,25 \text{ g}$

lub korzystała ze wzoru $m = m_0 \cdot (\frac{1}{2})^{t/\tau_{1/2}}$. Najczęstszym błędem popełnianym przez zdających było potraktowanie masy izotopu promieniotwórczego po $3\tau_{1/2}$ jako całkowitej masy kobaltu zawartego w próbce po upływie 15,9 lat. Pewna grupa osób nie uwzględniła zawartości izotopu promieniotwórczego w próbce i potraktowała całkowitą masę kobaltu (20 g) jako masę promieniotwórczego izotopu.

Zadanie 8 sprawdzało umiejętność stosowania prawa Hessa do obliczeń efektów energetycznych przemian. Uzyskało ono łatwość 0,58. Większość zdających poprawnie rozwiązała zadanie, podając tok rozumowania, prowadzący do wyrażenia:

$$\Delta H_x^0 = \Delta H_3^0 - \Delta H_1^0 - 3 \Delta H_2^0 = (-3437,4 + 1671 + 1186,5) \text{ kJ} = -579,9 \text{ kJ}$$

Zdarzały się błędne rozwiązania tego zadania, np.:

$$\Delta H_x^0 = -\Delta H_3^0 + \Delta H_1^0 + 3 \Delta H_2^0 = (3437,4 - 1671 - 1186,5) \text{ kJ} = 579,9 \text{ kJ}$$

$$\text{lub } \Delta H_x^0 = \Delta H_3^0 + \Delta H_1^0 + \Delta H_2^0 = (-3437,4 + 1671 + 395,5) \text{ kJ} = 1370,9 \text{ kJ}$$

Najczęściej wynik podawano w kJ, ale zdarzało się, że wartość standardowej entalpii reakcji wyrażano w kJ/mol $Al_2(SO_4)_3$ lub kJ/mol.

Zadanie 13 sprawdzało umiejętność wykonywania obliczeń związanych z zatężaniem roztworów. Należało ono do umiarkowanie trudnych (wartość współczynnika łatwości 0,58). Wielu zdających wykonało je bezbłędnie, jednak znacząca grupa nie poradziła sobie z rozwiązaniem tego zadania. Najczęstszym błędem było przyjęcie masy roztworu I równej masie roztworu o stężeniu 20%, czyli 400 g. Zdarzały się też błędy rachunkowe i nieprawidłowe zaokrąglenia wyniku lub podawanie wyniku z dokładnością inną, niż wymagało tego polecenie.

W zadaniu 16 należało obliczyć pH roztworu kwasu o podanym stężeniu molowym i stopniu dysocjacji. Wartość współczynnika łatwości tego zadania wyniosła 0,62. Większość zdających zastosowała poprawną metodę rozwiązania tego zadania. Jednak pewna grupa maturzystów popełniła błędy rachunkowe, np. $c_H^+ = 0,01 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3} = 10^{-3}$, więc $pH = 3$, albo – prawdopodobnie nie rozumiejąc działania logarytmowania – pisała $pH = 10^{-2} = 2$.

3) Zadania wymagające odpowiedzi w formie opisu słownego

Analiza odpowiedzi w zadaniach wymagających słownego opisu pozwala zauważyć, że chociaż najczęstszą przyczyną popełnianych w nich błędów są względy merytoryczne, jednak sprawność w posługiwaniu się językiem pojęć chemicznych i językiem polskim może mieć istotny wpływ na poprawność odpowiedzi. Szczególną uwagę zwraca formułowanie wypowiedzi nielogicznych, niejasnych lub ogólnikowych. Zdający nagminnie stosują skróty myślowe prowadzące do błędów merytorycznych. Odrębny problem stanowią ortografia i interpunkcja, które jednak tu nie podlegają ocenie.

W arkuszu egzaminacyjnym dla poziomu podstawowego były trzy zadania, w których zdający musieli zredagować odpowiedź w formie opisu słownego. Dwa z nich były umiarkowanie trudne, a jedno – bardzo trudne. W zadaniu 17b zdający mieli opisać zmiany, jakie można zaobserwować

podczas reakcji wodnych roztworów KOH i $\text{Cu}(\text{OH})_2$. Blisko 70% maturzystów poprawnie wykonało to polecenie, a błędy przez nich popełniane wynikały raczej z nieznamomości przebiegu opisanej reakcji albo z niezrozumienia polecenia, niż z powodu problemów językowych. Zadanie 20 wymagało wyjaśnienia, dlaczego przez sączenie lub dekantację można oddzielić od drugiego produktu wodorotlenek sodu otrzymany w reakcji $\text{Na}_2\text{CO}_{3(\text{aq})}$ i $\text{Ca}(\text{OH})_{2(\text{aq})}$. W pierwszej części należało napisać równanie zachodzącej reakcji. Większość zdających, którzy umieli to równanie napisać, poradziła sobie ze sformułowaniem wyjaśnienia. Natomiast zadanie 30b, w którym zdający mieli opisać obserwacje umożliwiające określenie charakteru chemicznego grup funkcyjnych w cząsteczkach glicyny (z uwzględnieniem zmiany barwy badanych roztworów), było najtrudniejszym zadaniem na poziomie podstawowym i szczegółowo zostało omówione w dalszej części niniejszego opracowania. Trudność tego zadania wynikała przede wszystkim ze względów merytorycznych, a nie z powodu formy odpowiedzi, jakiej od zdających oczekiwano.

Na poziomie rozszerzonym arkusz zawierał siedem zadań, w których zdający formułowali odpowiedzi w formie opisu słownego. Trzy z nich – zadania 15a, 23b oraz 33b należały do najtrudniejszych w tym arkuszu, jedno – zadanie 7 – znalazło się wśród zadań najłatwiejszych. Zostały one omówione w kolejnych częściach opracowania. Pozostałe trzy zadania były umiarkowanie trudne.

Zadania 6b i 11 wymagały podania przewidywanych obserwacji projektowanego (zadanie 6b) lub opisanego (zadanie 11) doświadczenia. Większość zdających podawała poprawne odpowiedzi, a błędy w rozwiązaniach tych zadań wynikały przede wszystkim z nieznamomości właściwości związków chemicznych (wodorotlenku chromu(III), wodorotlenków żelaza(II) i żelaza(III) oraz nadtlenu wodoru). Część zdających (w zadaniu 6b) pomyliła wodorotlenek chromu(III) z wodorotlenkiem miedzi(II). W odpowiedziach zdarzały się także błędy językowe, powodujące błędy merytoryczne, np. użycie w opisie obserwacji w zadaniu 6b liczby mnogiej, sugerujące, że w doświadczeniu badano dwa różne wodorotlenki (*w obu probówkach wodorotlenki rozpuściły się*). W zadaniu 33a należało wyjaśnić, dlaczego etanol – w odróżnieniu od etano-1,2-diolu oraz glukozy i sacharozy – nie przereagował (bez ogrzewania) z zawiesiną $\text{Cu}(\text{OH})_2$. Większość zdających formułowala prawidłowe wyjaśnienia. Zdarzały się jednak odpowiedzi, których autorzy próbowali odwoływać się do właściwości redukcyjnych glukozy, myląc 1 etap opisanego doświadczenia z opisem próby Trommera. Przyczyny takich błędów były merytoryczne. Pojawiały się również takie zapisy, z których wynikało, że zdający kojarzą zależność przebiegu opisanej reakcji od liczby grup hydroksylowych w cząsteczkach badanych związków, ale odpowiedzi te były nie do przyjęcia ze względu na sposób ich sformułowania, np. *Gdyż w probówce III alkohol zawiera tylko jedną grupę wodorotlenową, natomiast w innych probówkach jest ich co najmniej dwie* (podkreślenie autorów opracowania).

Poprawne rozwiązania i typowe błędy zdających – omówienie zadań najłatwiejszych i najtrudniejszych

Zadania najłatwiejsze

W arkuszu dla poziomu podstawowego najłatwiejsze do wykonania przez zdających okazały się zadania 1a, 2, 7, 8a, 16 i 23. Zadanie 1a (standard II.1) sprawdzało umiejętność wyszukania w podanym tekście informacji potrzebnych do określenia elementarnego składu izotopu i symbolu pierwiastka. Zdający nie mieli problemu z rozumieniem pojęć liczby atomowej i liczby masowej oraz dostrzegli zależność pomiędzy budową atomu a położeniem pierwiastka w układzie okresowym. Prawie 90% zdających prawidłowo przedstawiło symbol izotopu w postaci ${}_{20}^{40}\text{Ca}$ na podstawie podanej liczby protonów i neutronów.

W zadaniu 2 (standard II.2) zdający musieli podać liczbę atomową, liczbę masową i symbol pierwiastka, będącego produktem przemiany promieniotwórczej. Zadanie sprawdzało umiejętność uzupełniania brakujących danych na podstawie informacji podanych w formie schematów procesów chemicznych. Większość zdających poprawnie zastosowała zasadę zachowania masy i zasadę zachowania ładunku do określenia produktu przemiany promieniotwórczej.

Zadanie 7 (standard III.3) sprawdzało umiejętność sformułowania wniosku na podstawie wyników doświadczenia, zapisanych w formie równań reakcji. Zdający musieli uszeregować niemetal (brom, chlor i jod) pod względem aktywności od najmniejszej do największej. Większość zdających poprawnie wykonała to polecenie, można więc stwierdzić, że nie mieli oni problemu z analizą informacji podanych w formie równań reakcji chemicznych oraz z powiązaniem tych informacji z posiadaną wiedzą.

Zadanie 8a (standard II.1) sprawdzało umiejętność wyszukania w podanym tekście informacji (na podstawie opisu przebiegu reakcji litowców z wodą) potrzebnych do uszeregowania litowców pod względem aktywności od najmniejszej do największej. Prawie 90% zdających dobrze poradziło sobie z wyszukaniem odpowiednich informacji w przedstawionym tekście i udzielało poprawnej odpowiedzi.

W zadaniu 16 (standard III.1) zdający musieli porównać i zinterpretować dane dotyczące rozpuszczalności wybranych soli w wodzie w różnych temperaturach. Zadanie sprawdzało umiejętność korzystania z tabeli rozpuszczalności. Większość zdających bardzo dobrze poradziła sobie z uzupełnieniem dwóch zdań o odpowiednie wartości masy soli. Sprawdzana umiejętność została dobrze opanowana przez zdających. Jedynie nieliczna grupa popełniła błędy rachunkowe podczas obliczeń lub błędnie odczytała wartości rozpuszczalności z tabeli, co – jak można przypuszczać – było skutkiem nieuwagi.

Zadanie 23 (standard II.2) sprawdzało umiejętność uzupełniania brakujących danych na podstawie informacji podanych w formie tekstów o tematyce chemicznej. Należało rozpoznać badane gazy i uzupełnić schemat doświadczenia, wpisując nazwy lub wzory tych gazów. Większość poprawnych odpowiedzi wskazuje, że zdający potrafili odróżnić węglowodory nasycone i nienasycone na podstawie wyniku reakcji addycji bromu i wnikliwie analizowali informację wprowadzającą do zadania oraz treść polecenia. Wiadomości o podstawowych właściwościach chemicznych etanu i etenu okazały się wystarczające do rozwiązania typowego problemu.

W arkuszu dla poziomu rozszerzonego najłatwiejsze do wykonania przez zdających okazały się zadania 6a, 7, 10, 15b, 17 i 27. W zadaniu 6a (standard III.2) należało zaprojektować doświadczenie – wybrać z podanej listy odczynniki umożliwiające wykazanie amfoterycznego charakteru wodorotlenku chromu(III). Zdający prawidłowo rozwiązywali to zadanie, podając poprawne nazwy lub wzory odczynników. Wydaje się, że dobrze opanowali umiejętność projektowania doświadczenia umożliwiającego wykazanie amfoterycznego charakteru wodorotlenku.

Zadanie 7 (standard III.3) sprawdzało umiejętność dokonania uogólnienia: należało sformułować wniosek dotyczący zależności między wartościami stopni utlenienia chromu i manganu a charakterem chemicznym tlenków tych pierwiastków. Większość osób udzielała odpowiedzi modelowych, np.: *Wraz ze wzrostem stopnia utlenienia chromu i manganu charakter chemiczny tlenków zmienia się z zasadowego przez amfoteryczny na kwasowy*. Jednak niektórzy zdający udzielali odpowiedzi błędnych lub nie na temat, np.: *Wraz ze wzrostem stopnia utlenienia wzrasta pH roztworu* lub *Wraz ze wzrostem stopnia utlenienia manganu i chromu wzrasta charakter kwasowy pierwiastków*

lub *Wraz ze wzrostem wartościowości manganu i chromu wzrasta charakter kwasowy ich tlenków.* Niektóre odpowiedzi wskazują, że część osób nie przeczytała polecenia i informacji z należyтым zrozumieniem albo niestarannie sformułowała swoją odpowiedź, co było przyczyną błędów.

Zadanie 10 (standard III.3) sprawdzało umiejętność uzasadniania związków przyczynowo-skutkowych między prezentowanymi faktami i dotyczyło wpływu stężenia kwasu azotowego(V) na przebieg jego reakcji z metaliczną miedzią. Wiadomości zdających na temat zachowania pierwiastków wobec kwasów utleniających okazały się wystarczające do rozwiązania tego problemu. Maturzyści dobrze radzili sobie z wyszukiwaniem informacji w przedstawionym tekście, a nieliczne popełnione błędy wynikały prawdopodobnie z nieuwagi. Na wysoką łatwość tego zadania prawdopodobnie miał również wpływ jego rodzaj (zadanie zamknięte).

Zadanie 15b (standard I.3) sprawdzało umiejętność ilustrowania przebiegu reakcji wytrącania osadu za pomocą równania reakcji w formie jonowej skróconej. Zadanie nie sprawiło trudności. Większość zdających prawidłowo zapisała równanie tej reakcji. Jedynie nieliczna grupa napisała równanie w formie jonowej nieskróconej lub cząsteczkowej, co prawdopodobnie było wynikiem nieuwagi przy przeczytaniu polecenia.

W zadaniu 17 (standard II.1) zdający musieli określić odczyn wodnych roztworów soli ($\text{NaNO}_{2(\text{aq})}$, $\text{NaCl}_{(\text{aq})}$ i $\text{NH}_4\text{Cl}_{(\text{aq})}$). Większość zdających doskonale przewidziała odczyn wodnych roztworów tych soli i udzieliła poprawnych odpowiedzi. Sprawdzana umiejętność została dobrze opanowana przez zdających.

Zadanie 27 (standard I.1) sprawdzało umiejętność zapisywania wzorów izomerów różnego typu dla prostych jednofunkcyjnych i wielofunkcyjnych pochodnych węglowodorów. Należało narysować wzory półstrukturalne izomerów octanu etylu (jednego estru i jednego kwasu). Zdający uważnie przeanalizowali wzór podanego estru i rysowali poprawne wzory jego izomerów w takiej formie, jaką zaprezentowano w *kluczu*. Wydaje się, że większość maturzystów zrozumiała zjawisko izomerii. Sporadycznie zdarzało się, że zapisywano wzory estru i kwasu, które nie są pochodnymi butanu, a propanu czy pentanu.

Wszystkie opisane powyżej zadania należą do zadań typowych i o małym stopniu złożoności. Sprawdzają znajomość podstawowych praw, pojęć i zjawisk chemicznych. Należy stwierdzić, że maturzyści (zdający egzamin tak na poziomie podstawowym, jak i rozszerzonym) dobrze rozwiązują problemy typowe, które nie wymagają wykorzystania wiedzy z różnych dziedzin oraz skojarzenia kilku elementów. Wśród sześciu najłatwiejszych zadań w arkuszu dla poziomu podstawowego większość (cztery zadania) stanowią zadania ilustrujące obszar standardu II. Można stwierdzić, że zdający egzamin na poziomie podstawowym dobrze radzą sobie z wyszukiwaniem w podanym tekście informacji potrzebnych do rozwiązania określonego problemu i uzupełnianiem brakujących danych na podstawie informacji podanych w formie schematów procesów chemicznych i tekstów o tematyce chemicznej. Tylko jedno z najłatwiejszych zadań w arkuszu dla poziomu podstawowego dotyczy treści z chemii organicznej (właściwości węglowodorów), w pozostałych zawarte są treści z chemii ogólnej (budowa atomu i układ okresowy pierwiastków, roztwory wodne) i z chemii nieorganicznej (właściwości pierwiastków). Wśród sześciu najłatwiejszych zadań w arkuszu dla poziomu rozszerzonego, trzy zadania ilustrują obszar standardu III. Można stwierdzić, że w sytuacjach typowych maturzyści nie mają problemów z projektowaniem doświadczeń, dokonywaniem uogólnień oraz uzasadnianiem związków przyczynowo-skutkowych pomiędzy prezentowanymi faktami, o ile nie wymaga się od nich dłuższego opisu słownego (trzeba zaznaczyć, że dwa z tych zadań to zadania zamknięte). Podobnie jak w arkuszu dla poziomu podstawowego, tylko jedno z najłatwiejszych zadań w arkuszu dla poziomu rozszerzonego dotyczy treści z chemii organicznej (izomeria związków organicznych), w pozostałych zawarte są treści z chemii nieorganicznej (właściwości pierwiastków i związków nieorganicznych, elektrolity i reakcje zachodzące w roztworach wodnych).

Zadania najtrudniejsze

W arkuszu dla poziomu podstawowego najniższe współczynniki łatwości osiągnęły zadania 4, 10b, 14, 25b, 27 i 30. Najtrudniejsze okazało się zadanie 30 (standard III.2). W podpunkcie *a* tego zadania mniej niż połowa zdających umiała poprawnie uzupełnić podany w treści zadania opis wykonania doświadczenia, wybierając właściwe odczynniki (wpisując wzory $\text{NaOH}_{(\text{aq})}$ i $\text{HCl}_{(\text{aq})}$) odpowiednio obok nazwy fenoloftaleiny i oranżu metylowego). Co dziesiąty maturzysta poprawnie

opisał zachodzące w czasie doświadczenia zmiany, których zaobserwowanie umożliwiło określenie charakteru chemicznego grup funkcyjnych w cząsteczce glicyny (podpunkt *b*), a co piąty – poprawnie określił, która część doświadczenia potwierdza charakter chemiczny każdej z tych grup funkcyjnych (podpunkt *c*). W podpunkcie *a* najczęściej wybierano $\text{NaOH}_{(aq)}$ i $\text{HCl}_{(aq)}$, ale część zdających podawała wzory tych odczynników w odwrotnej kolejności: $\text{HCl}_{(aq)}$ + fenoloftaleina i $\text{NaOH}_{(aq)}$ + oranż metylowy, popełniając błąd już na etapie projektu doświadczenia. Pojawiały się jednak inne – wybrane spośród podanych – odczynniki, np. $\text{CuSO}_4_{(aq)}$ lub $\text{Cu}(\text{OH})_2$ (zawiesina). Ponadto część osób, przepisując wzory wybranych odczynników, popełniała błędy, pisząc np. $\text{Na}(\text{OH})_2$. W podpunkcie *b* pojawiały się zupełnie przypadkowe odpowiedzi, niemające związku z barwami wymienionych w schemacie doświadczenia wskaźników kwasowo-zasadowych, np. *roztwór zmienił barwę na niebieską*. Część osób nie zastosowała się do polecenia, które wymagało uwzględnienia zmiany barwy roztworów, i pisała np. *barwa pomarańczowa, barwa czerwona*, nie zaznaczając, czy zaobserwowano ją przed doświadczeniem, czy po jego wykonaniu. Wreszcie, niektórzy zdający w ogóle nie odnosili się do spostrzeżeń, ale próbowali opisać, co dzieje się w czasie reakcji na poziomie molekularnym, np. *sód (!) przyłączy się do grupy karboksylowej*. W podpunkcie *c* zdający bardzo często pisali o charakterze badanych grup funkcyjnych odwrotnie i bez związku z tym, co napisali w podpunkcie *a*. Pozytywna ocena za tę część zadania była uzależniona od poprawności projektu doświadczenia (podpunkt *a*), ale niezależna od poprawności zapisu obserwacji. Jednak znaczna część osób, które poprawnie wykonały polecenie w punkcie *a*, nie umiała prawidłowo wykonać polecenia *c*. Prawdopodobnym źródłem błędów w zadaniu 30 była jego nietypowość i duży stopień złożoności. Zadania, w których zdający projektowali doświadczenia mające na celu określenie charakteru chemicznego związków lub rozróżnienie związków o odmiennych charakterach chemicznych, w latach ubiegłych nie sprawiały aż takich trudności. Nietypowość zadania 30 polegała na tym, że po pierwsze dotyczyło ono związku organicznego, a po drugie – w związku tym występowały jednocześnie grupy o różnych charakterach chemicznych. Mimo że w treści polecenia były opisane właściwości kwasowo-zasadowe glicyny, a w zadaniu 29 podano wzór tego aminokwasu, wielu zdających nie umiało zastosować wiadomości o reakcjach kwasów i zasad w roztworach wodnych (reakcji zobojętniania) w sytuacji nietypowej. Ponadto na niepowodzenia w rozwiązywaniu tego zadania prawdopodobnie miał także wpływ fakt, że zadanie to było ostatnie w arkuszu.

Co piąty maturzysta poprawnie rozwiązał zadanie 4 (standard I.1). Dotyczyło ono zależności właściwości fizykochemicznych substancji od charakteru występującego w niej wiązania chemicznego. Zdający mieli wybrać spośród sześciu podanych właściwości wszystkie te, które wykazuje chlorek sodu ze względu na występujący w nim rodzaj wiązania. Najczęściej poprawnie wybierano odpowiedzi: *Tworzy kryształy jonowe* i *Rozpuszcza się w rozpuszczalnikach polarnych*, natomiast pomijano odpowiedzi: *Topi się w wysokiej temperaturze* i *Stopiony przewodzi prąd elektryczny*. Wskazuje to na fakt, że większość zdających prawidłowo określiła wiązanie występujące w NaCl jako jonowe, ale tylko nieliczni umieli wybrać wszystkie podane w zadaniu cechy związków jonowych. Zagadnienia zależności właściwości fizykochemicznych substancji od budowy tworzących tę substancję drobin zazwyczaj stanowią dużą trudność dla wielu zdających, szczególnie na poziomie podstawowym. Na uwagę zasługuje fakt, że pomijane poprawne odpowiedzi dotyczyły właściwości substancji jonowej w stanie stopionym. Prawdopodobnie większość uczniów nigdy nie widziała ani tym bardziej nie miała możliwości doświadczenia zbadania właściwości związków jonowych w stanie stopionym, tak więc znajomość ich cech pozostaje wyłącznie w sferze teorii.

Zadanie 27 (standard III.3), za które zdający otrzymali średnio nieco ponad 20% punktów możliwych do uzyskania za jego rozwiązanie, wymagało rozpoznania dwóch związków organicznych na podstawie opisu właściwości i napisania ich wzorów strukturalnych. Zadanie to było trudne merytorycznie, ponieważ odwoływało się do nietypowej cechy kwasu metanowego, który ze względu na specyficzną budowę cząsteczki przejawia zarówno właściwości kwasu karboksylowego, jak i aldehydu. Zadanie wymagało więc od maturzystów dobrze ugruntowanej, szczegółowej wiedzy o właściwościach alkanali i kwasów alkanowych.

Ponad dwie trzecie zdających nie umiało poprawnie wykonać polecenia w zadaniu 10b (standard I.3), chociaż dotyczyło ono bardzo prostej i typowej reakcji cynku z kwasem solnym. Należało napisać równanie tej reakcji w formie jonowej skróconej. Zdający popełniali błędy w zapisie wzorów reagujących drobin, np. Zn_2 , Cl_2^{2-} . Często pojawiał się zapis tylko procesu redukcji jonów wodorowych (ale bez przyłączanych elektronów!) $2\text{H}^+ \rightarrow \text{H}_2$ jako ilustracja przebiegu całej reakcji.

Część zdających poprawnie zapisywała równanie w formie jonowej nieskróconej, a następnie wykreślała wzory drobin, które brały udział w reakcji. Wszystkie błędy popełniane w tym zadaniu potwierdzają dotychczasowe spostrzeżenia, że wielu zdających nie rozumie istoty reakcji jonowych, a ich przebieg mechanicznie zapamiętuje i odtwarza z pamięci jego zapis.

Jedna trzecia zdających prawidłowo rozwiązała zadanie 14 (standard I.3). Dotyczyło ono czynników wpływających na szybkość reakcji, ale problem ten był postawiony w nietypowy sposób: zdający porównywali nie szybkości, ale czas reakcji. Musieli zatem wykonać więcej umysłowych operacji, aby znaleźć prawidłową odpowiedź. Nietypowość tego zadania prawdopodobnie była główną przyczyną trudności w jego rozwiązaniu.

Trudne okazało się także zadanie 25b (standard I.1). Zdający mieli podać nazwy typów reakcji, których przebieg zilustrowano w treści zadania. O ile większość zdających prawidłowo określała typ reakcji addycji, o tyle podanie poprawnej nazwy reakcji eliminacji sprawiło duże trudności – wiele osób określało typ tej reakcji jako *substytucję* albo *wymianę*. Byli też tacy, którzy te dwa typy reakcji (*addycji* i *substytucji*) podawali w odwrotnej kolejności. Błędy popełniane w tym zadaniu wskazują, że wiadomości na temat typów reakcji wyróżnianych w chemii organicznej – szczególnie reakcji eliminacji – nie są w przypadku osób zdających egzamin na poziomie podstawowym wystarczająco utrwalone.

W arkuszu egzaminacyjnym dla poziomu rozszerzonego najniższe współczynniki łatwości osiągnęły zadania 15a, 21, 23b, 24, 33b i 36. Najtrudniejsze było zadanie 23b (standard III.2), w którym zdający mieli napisać, co zaobserwowano w czasie zaprojektowanego w podpunkcie *a* doświadczenia. Projekt doświadczenia zakładał wybór (spośród podanych) takich odczynników, których użycie umożliwi redukcję jonów manganianowych(VII) do jonów manganu(II). W tej części zadania 37% zdających właściwie wybrało wszystkie potrzebne odczynniki. Niestety, częstym błędem było pomijanie reduktora, to znaczy siarczanu(IV) sodu. Wiele osób w odpowiedzi podawało tylko: *kwas siarkowy(VI)* albo *wodorotlenek potasu*, a więc pomijały one również utleniacz, a w drugim przypadku – niewłaściwie dobierały środowisko reakcji. Zdarzały się też błędy w przepisywaniu nazwy reduktora: zdający pisali *siarczan(VI) sodu*, co jest typowym błędem nieuwagi. Pozytywna ocena za odpowiedź w podpunkcie *b* zależała od poprawności odpowiedzi w podpunkcie *a*. Spośród osób, które poprawnie zaprojektowały doświadczenie, większość umiała właściwie opisać spostrzeżenia, chociaż zdarzały się odpowiedzi, których autorzy mylili barwy wodnych roztworów związków manganu na różnych stopniach utlenienia. Najczęstszym błędem było przypisywanie barwy *zielonej* roztworom zawierającym jony manganu(II). Niektórzy zdający twierdzili także, że albo manganian(VII) potasu, albo powstający związek manganu(II) tworzy brunatny osad. Można przypuszczać, że błędy popełnione przez maturzystów w odpowiedziach do zadania 23 wynikają z niewystarczającego ugruntowania wiadomości na temat przebiegu reakcji utlenienia i redukcji, którym ulegają związki manganu.

Kolejne pod względem trudności było zadanie 33b (standard II.4). Ono również wymagało opisu zmian możliwych do zaobserwowania w czasie przedstawionego doświadczenia. Tym razem chodziło o reakcję świeżo strąconej zawiesiny wodorotlenku miedzi(II) ze związkami polihydroksylowymi (wodnymi roztworami glukozy i sacharozy oraz etan-1,2-diolem). Zdający, pomimo poprawnie sformułowanego w podpunkcie *a* wyjaśnienia, dlaczego w probówkach z zawiesiną $\text{Cu}(\text{OH})_2$, do których dodano tę substancję, zaobserwowano zmiany, zapisywali obserwacje sprzeczne z tym wyjaśnieniem, a odnoszące się do 2 etapu opisywanego doświadczenia. Pisano np., że w probówce, do której dodano wodny roztwór glukozy, *powstał ceglastoczerwony osad*, a w probówkach, do których dodano etan-1,2-diol i wodny roztwór sacharozy *powstał czarny osad*, zwracając w ten sposób uwagę na właściwości redukcyjne (pozytywny wynik próby Trommera) poszczególnych substancji lub ich brak. W poleceniu do zadania 33 wyraźnie była mowa o tym, że dotyczy ono 1 etapu opisanego we wstępie doświadczenia, ale wydaje się, że znaczna część zdających zupełnie zignorowała tę uwagę, idąc tropem zadania, które znajdowało się w arkuszu maturalnym w 2007 roku (dotyczyło ono podobnych zagadnień, ale miało inną konstrukcję i wymagało od zdającego wykazania się innymi umiejętnościami). Najczęstszym jednak błędem było pomijanie jednego z dwóch wymaganych w *kluczu punktowania* spostrzeżeń: pozytywnie oceniane były tylko takie odpowiedzi, w których zdający w dowolnej formie uwzględniali fakt, że z zawiesiny powstał roztwór i miał on barwę szafirową (niebieską). Najwięcej było odpowiedzi, których autorzy pisali tylko, że *roztwór przybrał barwę szafirową*, rzadziej, tylko że *zawiesina wodorotlenku*

miedzi(II) rozpuściła się. Były również odpowiedzi, w których brak precyzji albo niestaranność lub niezrozumienie użytych słów powodowały błędy merytoryczne, np. *powstało klarowne, szafirowe zabarwienie lub wytrącenie klarownego, szafirowego osadu.*

Trudne okazało się również zadanie 36 (standard III.3), w którym zdający mieli podać wzory produktów całkowitej hydrolizy zasadowej (wobec NaOH) związku o podanym wzorze półstrukturalnym. Jest to zaskakujące, ponieważ o reakcji zmydlania tłuszczów mówi się już na poziomie gimnazjum, więc zadanie to było z zakresu podstawowego. Błędy popełniane przez zdających polegały najczęściej na podawaniu odpowiednich wzorów kwasów tłuszczowych zamiast ich soli sodowych, ale zdarzały się – i to dość często – takie odpowiedzi, w których zapisywano następujący wzór związku: $CH_2(ONa)-CH(ONa)-CH_2(ONa)$. Część osób do odpowiedzi dodawała także wzór wody. Nieliczni zdający popełniali błędy w określaniu (a właściwie przepisaniu) liczby atomów wodoru połączonych z poszczególnymi atomami węgla w cząsteczce glicerolu lub w łańcuchu węglowodorowym powstających soli wyższych kwasów tłuszczowych. Błędy te wskazują na to, że istotną ich przyczyną była nieuwaga i dekoncentracja po rozwiązaniu całego arkusza – zadanie 36 było ostatnim zadaniem w nim się znajdującym.

Nie jest zaskoczeniem, że niską łatwość miało zadanie 21 (standard I.3), w którym zdający byli zobowiązani do napisania równań reakcji elektrodowych, zachodzących w czasie elektrolizy wodnego roztworu NaOH. Co roku arkusze egzaminacyjne zawierają zadania dotyczące tych zagadnień i rokrocznie sprawia uczniom trudność zrozumienie i zapamiętanie przebiegu procesów zachodzących w czasie elektrolizy wodnych roztworów kwasów, zasad i soli. Zdający często wybierają niewłaściwy substrat danej reakcji elektrodowej (np. dla reakcji katodowej Na^+ lub dla reakcji anodowej H_2O), błędnie dobierają produkty tych reakcji (np. w wyniku utleniania jonów OH^- zdaniem niektórych autorów powstają jony H^+), źle obliczają liczbę elektronów oddanych lub przyłączanych albo zupełnie ignorują fakt wymiany elektronów.

Również nie jest zaskoczeniem, że trudne było zadanie 24 (standard II.5), w którym zdający mieli porównać szybkość reakcji (przebiegającej w fazie gazowej) przed zmianą ciśnienia panującego w reaktorze i po zmianie. Wydaje się, że – podobnie jak w latach ubiegłych – jedną z przyczyn błędnych rozwiązań tego typu zadań jest trudność w matematycznym opisie skutków opisywanych zmian. Zwraca także uwagę fakt, że tylko nieliczni zdający wyprowadzali zmiany stężeń substratów po wprowadzeniu zmiany ciśnienia (dwukrotne zmniejszenie). Większość od razu zakładała, że ich stężenia albo zmaleją dwukrotnie (co jest założeniem poprawnym), albo wzrosną dwukrotnie (co jest założeniem błędnym). W przypadku niektórych rozwiązań trudno oprzeć się wrażeniu, że poprawne wyrażenie stężeń substratów A i B po zmianie ciśnienia za pomocą stężeń tych substancji przed zmianą jest bardziej dziełem przypadku niż skutkiem logicznego wywodu. Poważnym problemem były błędy rachunkowe, np. w podnoszeniu do kwadratu iloczynu oraz przekształcaniu równań, w których występują ilorazy: $v_k = k \cdot (\frac{1}{2} c_A)^2 \cdot (\frac{1}{2} c_B) = k \cdot \frac{1}{2} c_A^2 \cdot \frac{1}{2} c_B = \frac{1}{4} \cdot k \cdot c_A^2 \cdot c_B = \frac{1}{4} v_p$

czy we wnioskowaniu, co jest większe, a co mniejsze (np. niektórzy zdający zapis $v_2 = \frac{1}{8} v_1$ interpretują, że *szybkość reakcji wzrosła ośmiokrotnie*). Ponadto regułą jest to, że zdający nie wyjaśniają wprowadzanych w rozwiązaniu oznaczeń. Często rozwiązanie sugerowało, że jego autor indeks *I* przypisał szybkości końcowej, nie początkowej. Wiele odpowiedzi „zmuszało” egzaminatorów do domyślenia się, co ich autorzy chcieli napisać. Należy jednak zaznaczyć, że część zdających rozwiązała zadanie poprawnie, a ich odpowiedzi były przejrzyste i logiczne, np.:

p_p – ciśnienie początkowe, p_k – ciśnienie końcowe; $p_k = \frac{1}{2} p_p$ i $pV = nRT$,

więc $c_p = \frac{n}{V} = \frac{P_p}{RT}$ i $R, T = const$, więc $c_k = \frac{P_k}{RT} = \frac{\frac{1}{2} P_p}{RT} = \frac{1}{2} c_p$

$v_p = k \cdot c_A^2 \cdot c_B$ i $v_k = k \cdot (\frac{1}{2} c_A)^2 \cdot (\frac{1}{2} c_B) = k \cdot \frac{1}{4} c_A^2 \cdot \frac{1}{2} c_B = \frac{1}{8} \cdot k \cdot c_A^2 \cdot c_B = \frac{1}{8} v_p$,

Odpowiedź: *Szybkość reakcji zmaleje ośmiokrotnie.*

Problemy z poprawnym posługiwaniem się językiem specyficznym dla chemii, ale także językiem ojczystym ze szczególną ostrością ujawniły odpowiedzi zdających w zadaniu 15a (standard II.1). Należało w nim wybrać (spośród podanych) właściwy odczynnik do przeprowadzenia reakcji

strąceniu i uzasadnić jego wybór. Znamienne jest to, że większość zdających umiała wybrać odpowiedni odczynnik (umiała także zapisać równanie zachodzącej reakcji w formie jonowej skróconej), ale bardzo wiele osób nie umiało tego wyboru uzasadnić. Odpowiedzi do tego zadania, będące krótkimi wypowiedziami słownymi, pokazały, jak bardzo brak sprawności w posługiwaniu się językiem polskim wpływa na poprawność merytoryczną wypowiedzi z zakresu chemii. Najczęstszym błędem było formułowanie takiej odpowiedzi, z której wynikało, że aniony siarczanowe(VI) reagują także z kationami magnezowymi, tyle że w przypadku tej (domniemanej) reakcji powstaje sól rozpuszczalna – w odróżnieniu od siarczanu(VI) baru, który nie rozpuszcza się w wodzie. Poniżej zacytowano (z zachowaniem oryginalnej pisowni) niektóre z takich odpowiedzi: *Mg²⁺ rozpuści się w Na₂SO₄ lub W tym odczynniku [Na₂SO₄] nie rozpuszczają się jony Ba²⁺. Więc wydzieli się osad. Jest on dobry z tego względu, że jony Mg²⁺ są dobrze rozpuszczalne w nim.* lub *Ponieważ po wlaniu Na₂SO₄ do roztworu wytrąci się osad i pozostaną nam kationy Ba²⁺ w formie osadu, który możemy zlać.* lub *Ba²⁺ wraz z resztą kwasu siarkowego(VI) utworzy osad. Jony Mg²⁺ wraz z resztą kwasu siarkowego(VI) utworzą rozpuszczalną sól.* Wiele odpowiedzi zawierało niepełne uzasadnienie: zdający wyjaśniali, dlaczego przy użyciu wybranego odczynnika można usunąć z roztworu jony baru, ale nie odnosili się do możliwości usunięcia jonów magnezu. Niektóre osoby formułowały uzasadnienie zbyt ogólne, np.: *ponieważ odczynnik ten usuwa z roztworu jony baru, a jonów magnezu nie*, przepisując część polecenia, ale nie wyjaśniając swojego wyboru. Prawdopodobnie główną przyczyną pojawiania się takich wypowiedzi była nieporadność językowa, ale takie zapisy mogą być przejawem tego, że zdający nie rozumieją reakcji jonowych, są jedynie sprawni w mechanicznym posługiwaniu się symboliką, która służy do ich opisu. Niepokojący jest fakt, że wielu maturzystów nie odróżnia formy zjonizowanej i niezjonizowanej pierwiastka, albo reszty kwasowej od anionu reszty kwasowej, pisząc np.: *Bar (!) tworzy z resztą kwasową SO₄ (!) nierozpuszczalną sól* lub *Magnez z resztą kwasu siarkowego(VI) tworzy rozpuszczalną sól.*

Podsumowanie

Na podstawie analizy wyników egzaminu maturalnego z chemii można stwierdzić, że zdający poprawnie rozwiązują problemy typowe i o małym stopniu złożoności, a gorzej radzą sobie w sytuacjach problemowych, nietypowych, które wymagają wykorzystania wiedzy z różnych dziedzin chemii.

Maturzyści dość dobrze znają i rozumieją podstawowe prawa, pojęcia i zjawiska chemiczne. Dobrze posługują się terminologią chemiczną w odniesieniu do pierwiastków, związków nieorganicznych, gorzej radzą sobie z nazewnictwem węglowodorów, a jeszcze większym problemem jest nazewnictwo pochodnych węglowodorów. Trudności uwidoczniły się też w posługiwaniu się symbolami i wzorami jonów.

Lepiej niż w latach ubiegłych zdający radzą sobie z ilustrowaniem właściwości chemicznych substancji za pomocą równań reakcji. Nadal jednak maturzyści nie dość sprawnie posługują się formą jonowego zapisu równań reakcji.

Zdający bardzo dobrze odczytują i analizują informacje przedstawione w formie tekstów o tematyce chemicznej i tabel, uzupełniają brakujące dane na podstawie informacji podanych w formie schematów procesów chemicznych i tekstów o tematyce chemicznej oraz selekcjonują i porównują przedstawione informacje.

Cieszy fakt, że maturzyści lepiej niż w latach ubiegłych radzą sobie z rozwiązywaniem zadań rachunkowych. Jednak w dalszym ciągu część z nich nie potrafi przedstawić toku rozumowania i wyrazić zależności ilościowych w formie wyrażeń algebraicznych, uwzględnić stechiometrii równania reakcji w obliczeniach oraz wykonywać obliczeń dotyczących stężenia molowego roztworów. Niepokój budzi popełnianie przez zdających dużej liczby błędów rachunkowych.

Zdający bardzo dobrze dokonują uogólnień i formułują wnioski. Radzą sobie też z uzasadnianiem związków przyczynowo-skutkowych pomiędzy prezentowanymi faktami, ale mają problemy z dostrzeganiem takich zależności w procesach chemicznych.

Do najsłabiej opanowanych umiejętności należy planowanie typowych doświadczeń. Najwięcej problemów mają zdający z formułowaniem obserwacji, których można dokonać podczas eksperymentu. Bardzo często zamiast objawów reakcji zdający formułują wnioski lub zapisują równania zachodzących procesów.

Analizując arkusze egzaminacyjne tegorocznych maturzystów, można zauważyć, że poziom

merytoryczny prezentowanych odpowiedzi był zróżnicowany. Obok prac bardzo dobrych, w których wszystkie lub prawie wszystkie odpowiedzi były precyzyjne i spójne logicznie, znalazły się prace bardzo słabe. Wielu zdających pobieżnie analizowało treści zadań, niedokładnie czytało informacje i polecenia oraz formułowało odpowiedzi nie na temat. Często pojawiały się niepotrzebne, dodatkowe komentarze i wyjaśnienia niepoprawne merytorycznie. Przyczyną utraty punktów było też nieumiejętne konstruowanie logicznej odpowiedzi, brak staranności i precyzji przy zapisie rozwiązania problemu, niestaranne zapisywanie równań reakcji oraz popełnianie błędów rachunkowych.

Wyniki tegorocznej matury z chemii wskazują na dobre przygotowanie większości maturzystów do egzaminu. Niepokój jednak budzi słabe opanowanie umiejętności planowania typowych eksperymentów. Wynika to w dużej mierze z werbalnego nauczania chemii. Nauczyciele często opierają się na symulacjach komputerowych oraz pokazach schematów i rysunków doświadczeń. Natomiast nieodłącznym składnikiem procesu zdobywania wiedzy chemicznej powinien być eksperyment. Pełne zrozumienie istoty procesów chemicznych jest możliwe podczas samodzielnego wykonywania doświadczeń przez uczniów lub aktywnego uczestnictwa w pokazach prowadzonych przez nauczyciela. Dzięki takiej formie poznawania wiedzy uczeń łatwiej zapamiętuje wiadomości, szybciej przyswaja trudne i skomplikowane treści, nabywa nowe umiejętności, a w efekcie końcowym wzrasta jego zainteresowanie przedmiotem.