

**Jolanta Baldy**

Okręgowa Komisja Egzaminacyjna we Wrocławiu

**dr Michał J. Kobyłka**

Uniwersytet Wrocławski

## **Dylematy konstruktorów zadań i egzaminatorów dotyczące sprawdzania umiejętności praktycznych na egzaminie maturalnym z chemii**

### **Wstęp**

Jak każdy przedmiot nauczania również chemia ma swoje definicje. W jednej z nich czytamy między innymi, że chemia jest przedmiotem eksperymentalnym<sup>1</sup>. Doświadczenie to kategoria teoriopoznawcza, oznaczająca całokształt procesu postrzegania rzeczywistości lub ogół postrzeganych faktów. Tradycyjnie wyróżnia się dwa główne rodzaje doświadczenia: doświadczenie zewnętrzne (ekstraspekcyjne, tj. zmysłowe), czyli uwzględniające zespół wrażeń zmysłowych, uzyskiwanych przez podmiot w toku poznania rzeczywistości za pośrednictwem zmysłów, oraz doświadczenie wewnętrzne (introspekcyjne, tj. umysłowe, rozumowe, intelektualne itp.), czyli zespół przeżyć psychicznych doznawanych w toku poznania, a zwłaszcza poznawcze procesy → myślenia → rozumowania<sup>2</sup>. Doświadczenie jako metoda badawcza uczy wielu cennych umiejętności, np.:

- planowania,
- analizowania informacji ze względu na ich złożoność,
- zaangażowania (emocjonalnego, poznawczego, społecznego),
- wnioskowania,
- porównywania zjawisk,
- stosowania wiedzy w praktyce.

W podstawie programowej kształcenia ogólnego<sup>3</sup> dla przedmiotu chemia obowiązującej od 2009 roku kładzie się nacisk na kształtowanie umiejętności projektowania i przeprowadzania doświadczeń chemicznych, bezpiecznego posługiwania się prostym sprzętem laboratoryjnym i podstawowymi odczynnikami chemicznymi, zdobywania wiedzy w sposób badawczy (obserwowanie, sprawdzanie, weryfikowanie, wnioskowanie i uogólnianie). W *Informatorze o egzaminie maturalnym z chemii od roku szkolnego 2014/2015*<sup>4</sup> zapisano, że zadania w (aktualnie obowiązujących) arkuszach egzaminacyjnych będą sprawdzały przede wszystkim umiejętności złożone, w tym umiejętność myślenia naukowego, projektowania doświadczeń i analizy wyników.

<sup>1</sup> K.-H. Lautenschläger, W. Schröter, A. Wanninger, *Nowoczesne kompendium chemii*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2007.

<sup>2</sup> *Encyklopedia PWN*, Warszawa 1983.

<sup>3</sup> Podstawa programowa przedmiotu chemia. IV etap edukacyjny, MEN, Warszawa 2009.

<sup>4</sup> *Informator o egzaminie maturalnym z chemii od roku szkolnego 2014/2015*, CKE, Warszawa 2013.

Według Bolesława Niemierki<sup>5</sup> wyróżnia się trzy formy testowych zadań praktycznych:

1. Próbę pracy, rozumianą jako wykonywanie czynności zawodowych na w pełni wyposażonym stanowisku pracy.
2. Nisko symulowane, polegające na wykonywaniu działań praktycznych w warunkach zbliżonych do sytuacji naturalnej (np. w pracowni).
3. Wysoko symulowane, polegające na wykonywaniu działań praktycznych w sytuacji umownej (inscenizacje, modele, diagramy itp.).

Na egzaminie maturalnym z chemii nie ma możliwości przeprowadzania doświadczeń. Zdający, rozwiązując problem na podstawie doświadczenia, muszą sięgnąć do własnych zasobów zarówno tych zewnętrznych, zmysłowych, jak i tych wewnętrznych, intelektualnych. Zadania tego typu są formą zadań wysoko symulowanych.

### **Eksperyment w zadaniach maturalnych – dylematy**

Eksperyment jest atutem przedmiotów przyrodniczych. Jest jedną z form metody naukowego badania rzeczywistości. Nie można zrozumieć chemii bez doświadczania tego, co nas otacza, bez możliwości wnikania w istotę zachodzących procesów w zależności od różnych warunków, w których one zachodzą, bez ciągłego zadawania pytań i szukania na nie odpowiedzi, czyli bez pokonywania drogi od konkretnego do abstrakcji, ogółu.

Analiza wyników związanych z rozwiązywaniem problemów, w których podstawą rozważań egzaminacyjnych jest opis przeprowadzonego doświadczenia, pokazuje, że stosowana przez zdających na egzaminie maturalnym z chemii strategia rozwiązywania zadań wynika ze sposobu zetknięcia się zdających z problemem opisanym w zadaniu. Sposobów może być kilka: uczestnicy pokazu, osoby samodzielnie wykonujące eksperyment, osoby korzystające z opisu doświadczenia w literaturze przedmiotu, osoby ekstrapolujące podręcznikową wiedzę do opisu zjawisk wymagających umiejętności praktycznych.

Badanie i opisywanie zjawisk przyrodniczych, które prowadzą do ich zrozumienia, jest trudne zarówno dla ucznia, jak i dla osób, które za pomocą różnych narzędzi sprawdzają stopień opanowania tych umiejętności praktycznych – konstruktorów zadań maturalnych oraz dokonujących oceny tychże umiejętności – egzaminatorów egzaminu maturalnego z chemii.

Zilustrowaniu problemów, jakie rodzą zadania odwołujące się do eksperymentu, może posłużyć przykład zadania maturalnego nr 24 z poziomu rozszerzonego na egzaminie maturalnym w roku 2014<sup>6</sup>. Przykład pochodzi wprawdzie z arkusza egzaminacyjnego budowanego w odniesieniu do wymagań zapisanych w starej podstawie programowej, ale ilustruje problemy ważne i akcentowane w nowej (aktualnej) podstawie programowej. Zadanie to na egzaminie maturalnym z chemii okazało się dla zdających trudne (poziom wykonania 42%<sup>7</sup>).

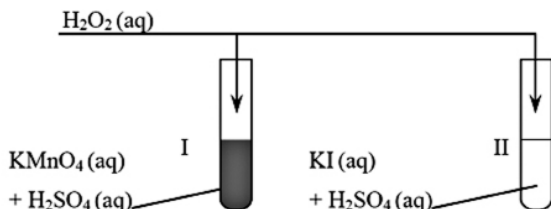
<sup>5</sup> B. Niemierko, *Pomiar wyników kształcenia*, WSiP, Warszawa 1999, s. 56.

<sup>6</sup> Arkusz egzaminacyjny z chemii, poziom rozszerzony MCH-R1\_1P-142, schemat oceniania CKE, zastosowany w wiosennej sesji egzaminacyjnej w roku 2014, CKE, Warszawa 2014.

<sup>7</sup> Sprawozdanie z egzaminu maturalnego z chemii w roku 2014, CKE, Warszawa 2014.

**Informacja do zadań 24.–26.**

Do probówek zawierających zakwaszone roztwory wodne odpowiednio manganianu(VII) potasu (probówka I) i jodku potasu (probówka II) dodano roztwór wodny nadtlenku wodoru. Zaobserwowano zmiany barwy zawartości obu probówek i inne objawy świadczące o przebiegu reakcji chemicznych.



W tabeli podano wartości standardowych potencjałów wybranych układów redoks.

Równanie reakcji	Standardowy potencjał $E^\circ$ , V
$\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}$	1,766
$\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ + 5\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$	1,507
$\text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}_2$	0,695
$\text{I}_2 + 2\text{e}^- \rightleftharpoons 2\text{I}^-$	0,536

J. Sawicka, A. Janich-Kilian, W. Cejner-Mania, G. Urbańczyk, *Tablice chemiczne*, Gdańsk 2001.

**Zadanie 24. (2 pkt)**

Opisz obserwowane zmiany barw, które świadczą o przebiegu reakcji w probówkach I i II (uwzględnij barwę zawartości obu probówek przed reakcją i po jej zjściu).

Probówka I:

.....

Probówka II:

.....

Zadanie jest zadaniem złożonym, wymagającym od zdającego wykorzystania i łączenia kilku informacji z różnych działów chemii – „właściwości związków nieorganicznych” oraz „elektrochemii”. Na podstawie analizy informacji wprowadzającej do zadania, opisu doświadczenia oraz analizy wartości potencjałów standardowych wybranych układów redoks, własnej wiedzy lub własnego doświadczenia jako obserwatora czy też jako badacza zdający miał opisać zmiany barw, które świadczą o przebiegu reakcji.

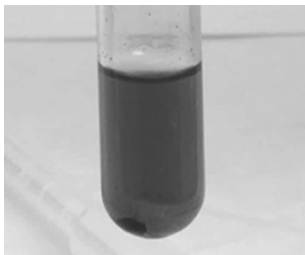
Oczekowaną odpowiedzią zapisaną w kryteriach oceniania odpowiedzi jest

Probówka I: **Fioletowy roztwór odbarwia się.**

Probówka II: **Bezbarwny roztwór zabarwia się na brązowo lub żółto lub wytrąca się ciemny osad.**

Odpowiedzi zdających mogły odbiegać od tych zapisanych w *kryteriach oceniania*. Jeżeli zdający samodzielnie wykonał prezentowane w zadaniu doświadczenia lub uczestniczył w ich pokazie, **mógł zetknąć się z różnymi wynikami tego samego eksperymentu**. W przypadku I doświadczenia warunki jego wykonania (różne stężenia reagentów) nie miały wpływu na ostateczny wynik – udzielenie odpowiedzi na tę część zadania było dla zdających oczywiste i nie nastęczało im trudności. Pojawiły się one w przypadku opisu obserwacji dla drugiej probówki. Użycie w II doświadczeniu wodnych roztworów: rozcieńczonego jodku potasu (KI), kwasu siarkowego(VI) ( $H_2SO_4$ ) o stężeniu  $2 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$  i 3% nadtlenuku wodoru ( $H_2O_2$ ) daje inne obserwacje niż wtedy, gdy do tego samego doświadczenia użyje się wodnych roztworów: nasyconego roztworu jodku potasu (KI), kwasu siarkowego(VI) ( $H_2SO_4$ ) o stężeniu  $2 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$  i 30% nadtlenuku wodoru ( $H_2O_2$ ).

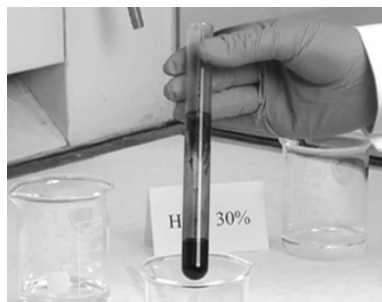
Demonstracja opisanego doświadczenia przeprowadzonego w dwóch różnych warunkach została nagrana w formie filmu (do obejrzenia pod adresem: [https://www.youtube.com/channel/UCRIEM\\_gUtTj5zDaPOWy7Wxg](https://www.youtube.com/channel/UCRIEM_gUtTj5zDaPOWy7Wxg)) i doskonale ilustruje, jak różne obserwacje towarzyszą przeprowadzeniu tego samego eksperymentu. W pierwszym przypadku będą one odpowiadały tym zapisanym w *kryteriach oceniania* – początkowo pojawia się żółte zabarwienie roztworu, które z czasem zmienia się na brązowe, można także zaobserwować wydzielenie ciemnego osadu (rys. 1).



**Rysunek 1. Wynik przeprowadzonego II doświadczenia z użyciem wodnych roztworów: rozcieńczonego jodku potasu (KI), kwasu siarkowego(VI) ( $H_2SO_4$ ) o stężeniu  $2 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$  i 3% nadtlenuku wodoru ( $H_2O_2$ )**

Jest to odpowiedź oczywista i najbardziej oczekiwana. W szkolnych laboratoriach chemicznych, przeprowadzając doświadczenia chemiczne, stosuje się powszechnie rozcieńczone roztwory wodne. Również podręczniki szkolne, jeżeli opisują to doświadczenie, odnoszą się do warunków, w których używa się takich roztworów.

W drugim przypadku zakwaszony kwasem siarkowym(VI) nasycony wodny roztwór jodku potasu, o barwie jasnożółtej, po dodaniu do niego stężonego roztworu nadtlenuku wodoru przyjmie natychmiast barwę czerwonobrunatną, powstanie również duża ilość osadu, a z probówki wydzieli się pary substancji barwy fioletowej (rys. 2).



**Rysunek 2. Wynik przeprowadzonego II doświadczenia z użyciem wodnych roztworów: nasyconego roztworu jodku potasu (KI), kwasu siarkowego(VI) ( $H_2SO_4$ ) o stężeniu  $2 \text{ mol} \cdot \text{dm}^{-3}$  i 30% nadtlenku wodoru ( $H_2O_2$ )**

Konstruktorzy zadań sprawdzających umiejętności związane z projektowaniem doświadczeń i analizą ich wyników muszą mieć świadomość tego, że wyniki doświadczeń mogą różnić się od tych „ogólnie” przyjętych, typowo podręcznikowych, a obserwowany rezultat ściśle zależy od warunków prowadzenia eksperymentu. Trudność w konstruowaniu takich zadań polega na tym, że opis przeprowadzanego doświadczenia nie powinien zawierać zbyt szczegółowych uwarunkowań. Nie można narzucić określonych stężeń reagentów czy innych warunków prowadzenia doświadczenia. Powinny one pozostać na dużym stopniu ogólności. Konstruktor nie może zakładać, że zdający w poszukiwaniu rozwiązania wybierze ten sam tok myślowy, który towarzyszy autorowi zadania przy jego konstrukcji, a zwłaszcza przy formułowaniu autorского modelu odpowiedzi.

Co więcej, należy wziąć pod uwagę, że zdający nigdy nie widział przebiegu doświadczeń stanowiących trzon pytania egzaminacyjnego i konstruując odpowiedź, bazuje wyłącznie na swojej wiedzy związanej z właściwościami związków nieorganicznych. Ekstrapoluje swoją wiedzę o konkretnych substancjach powstających w wyniku zajścia reakcji chemicznych i, dokonując analiz, przekłada ją na możliwe do uzyskania obserwacje.

Trudne staje się również ocenianie przez egzaminatora tego typu zadań, jeżeli wypowiedzi zdających nie wpisują się w katalog przykładowych odpowiedzi uznawanych powszechnie za poprawne. Oceniając takie zadanie, egzaminator musi brać pod uwagę nie tylko swoje postrzeżenie danego doświadczenia, często utrwalone poprzez powtarzanie tych samych czynności oraz warunków jego przeprowadzenia, ale również przewidzieć sposób myślenia rozwiązującego zadanie. Dla przykładu zdający, formułując odpowiedź na powyższe pytanie, dotyczące obserwacji towarzyszących zajściu reakcji w probówce II, pisali o pojawieniu się po reakcji roztworu barwy czerwonego wina. Odpowiedzi takie uznawane były przez niektórych egzaminatorów za niepoprawne, co więcej mieli oni opory, aby uznać je za akceptowalne, nawet po decyzji, że należy je oceniać pozytywnie. Podobnie było z odpowiedzią o wydzielaniu się fioletowych oparów. Biorąc pod uwagę zarejestrowany na filmie przebieg doświadczenia, staje się jasne, że obie przywołane powyżej odpowiedzi należy uznać za poprawne.

## Podsumowanie

Diagnozowanie umiejętności praktycznych jest niewątpliwie potrzebne – nie da się kształcić analitycznego stylu myślenia wchodzącego w skład jednej z kluczowych kompetencji niezbędnych we współczesnym świecie bez rozwiązywania problemów związanych z doświadczeniem chemicznym. Jednocześnie staje się ono jednym z ważnych wyzwań współczesnej metodyki nauczania chemii.

Powyżej przedstawiliśmy dylematy towarzyszące konstruktorom zadań i egzaminatorom oceniającym problemy doświadczalne.

Pomimo powszechnej świadomości, że chemia jest nauką doświadczalną i jej efektywne kształcenie nie może odbywać się bez wykonywania eksperymentów (zalecenia w aktualnej podstawie programowej), rzeczywistość szkolna pokazuje często, że z różnych powodów (brak czasu czy odpowiednio wyposażonych pracowni) eksperymenty takie w szkole nie są przeprowadzane lub są traktowane jako mniej ważne. A powinno być odwrotnie.

Nikt nie dyskutuje z faktem, że kształcenie we współczesnej szkole powinno odbywać się od eksperymentu do teorii, a nigdy odwrotnie. Co więcej, zaprezentowany przykład wyraźnie pokazuje, jak cennym doświadczeniem i ważnym metodycznie byłoby przeprowadzenie przynajmniej kilku wybranych eksperymentów w różnych warunkach, tak aby pokazać uczniowi i sobie (ja: nauczyciel; ja: egzaminator), jak niejednoznaczne i w zasadzie różne mogą być wyniki tego samego doświadczenia w zależności od warunków jego przeprowadzenia i kompetencji obserwatora.

Konieczność przeprowadzania takich eksperymentów jak np. opisany powyżej wydaje się zadaniem ważnym nie tylko dla konstruktorów zadań i egzaminatorów, lecz także dla dydaktyków przygotowujących studentów do zawodu nauczyciela nauk przyrodniczych.

## Bibliografia

- Lautenschläger K.-H., Schröter W., Wanninger A., *Nowoczesne kompendium chemii*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2007.
- Encyklopedia PWN*, Warszawa 1983.
- Podstawa programowa przedmiotu chemia. IV etap edukacyjny, MEN, Warszawa 2009.
- Informator o egzaminie maturalnym z chemii od roku szkolnego 2014/2015*, CKE, Warszawa 2013.
- Niemierko B., *Pomiar wyników kształcenia*, WSiP, Warszawa 1999, s. 56.
- Arkusze egzaminacyjne z chemii, poziom rozszerzony MCH-R1\_1P-142, schemat oceniania CKE, zastosowany w wiosennej sesji egzaminacyjnej w roku 2014, CKE, Warszawa 2014.
- Sprawozdanie z egzaminu maturalnego z chemii w roku 2014, CKE, Warszawa 2014.