

Elżbieta Szedzianis

# Aktywność badawcza uczniów w edukacji chemicznej w szkole ponadpodstawowej

- ✓ Metody rozwijające aktywność badawczą w edukacji chemicznej
- ✓ Przykłady doświadczeń na zajęciach chemii w szkole ponadpodstawowej



Recenzja  
**dr Danuta Kitowska**

Analiza merytoryczna  
**dr Joanna Borgensztajn**

Redakcja językowa i korekta  
**Monika Lipińska-Pawelek**

Projekt graficzny, projekt okładki  
**Wojciech Romerowicz, ORE**

Skład i redakcja techniczna  
**Grzegorz Dębiński**

Projekt motywu graficznego „Szkoły ćwiczeń”  
**Aneta Witecka**

**ISBN 978-83-65967-46-6** (Zestawy materiałów dla nauczycieli szkół ćwiczeń – przyroda)  
**ISBN 978-83-65967-62-6** (Zestaw 4: Aktywność badawcza uczniów w ponadpodstawowej edukacji przyrodniczej)  
**ISBN 978-83-65967-64-0** (Zeszyt 2: Aktywność badawcza uczniów w edukacji chemicznej w szkole ponadpodstawowej)

Warszawa 2017  
Ośrodek Rozwoju Edukacji  
Aleje Ujazdowskie 28  
00-478 Warszawa  
[www.ore.edu.pl](http://www.ore.edu.pl)

Publikacja jest rozpowszechniana na zasadach wolnej licencji Creative Commons – Użycie niekomercyjne 3.0 Polska (CC-BY-NC).

# Spis treści

|                                                                                                                                       |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Wstęp</b>                                                                                                                          | <b>3</b>  |
| <b>Metody rozwijające aktywność badawczą w edukacji chemicznej</b>                                                                    | <b>4</b>  |
| Eksperymenty i ich funkcje dydaktyczne                                                                                                | 4         |
| Strategie poznawcze na zajęciach chemii                                                                                               | 7         |
| Eksperyment jako sposób rozwiązywania problemu                                                                                        | 9         |
| Metoda eksperymentalna w rozwiązywaniu problemów                                                                                      | 10        |
| Ćwiczenia laboratoryjne                                                                                                               | 12        |
| Pokaz                                                                                                                                 | 13        |
| Obserwacja                                                                                                                            | 13        |
| <b>Przykłady doświadczeń na zajęciach chemii w szkole ponadpodstawowej</b>                                                            | <b>15</b> |
| Wykrywanie białka w produktach spożywczych – eksperyment                                                                              | 15        |
| Badanie wpływu różnych czynników (stężenia, temperatury, katalizatora i stopnia rozdrobnienia) na szybkość reakcji – scenariusz zajęć | 19        |
| Porównanie aktywności metali – scenariusz lekcji                                                                                      | 22        |
| Co się stanie z roztworem wodorotlenku sodu umieszczonym w polu elektrycznym? – ćwiczenie laboratoryjne                               | 25        |
| <b>Które tlenki reagują z kwasami? – obserwacja</b>                                                                                   | <b>27</b> |
| Wykrywanie kwasów tłuszczowych nienasyconych w tłuszczach – ćwiczenie laboratoryjne                                                   | 29        |
| <b>Przydatne strony</b>                                                                                                               | <b>31</b> |
| <b>Bibliografia</b>                                                                                                                   | <b>32</b> |
| <b>Spis ilustracji</b>                                                                                                                | <b>32</b> |



## Wstęp

Zarówno autorzy obowiązującej w 2017 r. podstawy programowej dotyczącej edukacji przyrodniczej w szkole podstawowej, gimnazjum i liceum, jak i autorzy projektu podstawy programowej dla szkół ponadpodstawowych w zakresie chemii podkreślają, że „istotną funkcję w nauczaniu chemii jako przedmiotu przyrodniczego pełni eksperyment chemiczny. Umożliwia on rozwijanie aktywności uczniów i kształtowanie samodzielności w działaniu. Dzięki samodzielnemu wykonywaniu doświadczeń lub ich aktywnej obserwacji, uczniowie poznają metody badawcze oraz sposoby opisu i prezentacji wyników. W nauczaniu chemii istotne jest, aby wygospodarować czas na przeprowadzanie doświadczeń chemicznych” (Chemia... (projekt), b.r.: 11).

We wszystkich tych dokumentach tak samo sformułowano cele kształcenia – wymagania ogólne, dotyczące aktywności badawczej uczniów w szkole ponadgimnazjalnej, jak i ponadpodstawowej:

„III. Opanowanie czynności praktycznych. Uczeń:

bezpiecznie posługuje się sprzętem laboratoryjnym i odczynnikami chemicznymi;

1. projektuje i przeprowadza doświadczenia chemiczne, rejestruje ich wyniki w różnej
2. formie, formułuje obserwacje, wnioski oraz wyjaśnienia;
3. stawia hipotezy oraz proponuje sposoby ich weryfikacji;
4. przestrzega zasad bezpieczeństwa i higieny pracy” (Chemia... (projekt), b.r.: 1).

W warunkach i sposobach realizacji zarówno obowiązującej w roku 2017 podstawy programowej dla szkoły ponadgimnazjalnej, jak i projektu podstawy programowej dla szkoły ponadpodstawowej szczególnie podkreślono priorytetowe znaczenie rozwijania u uczniów samodzielności w prowadzeniu doświadczeń i wyciąganiu wniosków. Czytamy tam:

„Treści nauczania opracowano tak, aby uczniowie mogli sami obserwować i badać właściwości substancji i zjawiska oraz projektować i przeprowadzać doświadczenia chemiczne, interpretować ich wyniki i formułować uogólnienia. (...)

Zakres treści nauczania stwarza wiele możliwości pracy metodą projektu edukacyjnego (szczególnie o charakterze badawczym), metodą eksperymentu chemicznego lub innymi metodami pobudzającymi aktywność poznawczą uczniów, co pozwoli im na pozyskiwanie i przetwarzanie informacji na różne sposoby i z różnych źródeł. Obserwowanie, wyciąganie wniosków, stawianie hipotez i ich weryfikacja mogą nauczyć uczniów twórczego i krytycznego myślenia. Może to pomóc w kształtowaniu postawy odkrywcy i badacza z umiejętnością weryfikacji poprawności nowych informacji”.

W Zeszycie 2 Zestawu 4 przypomnimy aktywizujące metody nauczania, takie jak: eksperyment, doświadczenie, obserwacja, ze szczególnym uwzględnieniem stosowania ich na zajęciach z chemii. Omówimy również znaczenie pokazu w nauczaniu i uczeniu się



chemii. Zaprezentowane zostaną też przykłady doświadczeń, ćwiczeń laboratoryjnych oraz scenariusze lekcji z komentarzem metodycznym.

## Metody rozwijające aktywność badawczą w edukacji chemicznej

W nauczaniu chemii, które jest nastawione na odkrywanie przez uczniów jej tajemnic, można wyróżnić następujące rodzaje aktywności badawczej:

- obserwacja;
- ćwiczenia laboratoryjne;
- eksperyment;
- doświadczenie;
- pokaz.

Pierwszym krokiem na drodze poznania naukowego jest eksperyment szkolny prowadzony według określonych zasad. Dla uporządkowania terminologii podejmiemy próbę opisanie pojęć takich jak eksperyment szkolny, doświadczenie, obserwacja, ćwiczenie laboratoryjne.

### Rola eksperymentów na lekcjach chemii

Podstawowym celem na zajęciach z przedmiotów przyrodniczych jest umożliwienie uczniowi prowadzenia badań i odkrywania nowej wiedzy. Aby kształtowanie postawy badawczej ucznia w procesie nauczania i uczenia się chemii stało się faktem, przede wszystkim musi być do tego przygotowany nauczyciel. Rozwijanie aktywności badawczej uczniów jest bardzo mocno związane z działalnością laboratoryjną ich samych, a także nauczyciela, ponieważ chemia jest nauką doświadczalną.

### Eksperymenty i ich funkcje dydaktyczne

Na zajęciach z chemii nauczyciel może zaproponować uczniom różne rodzaje doświadczeń, tak by ich zainteresowania badawcze wesprzeć odpowiednimi metodami i narzędziami. Poniżej przedstawiamy ich opisy, a także funkcje dydaktyczne, jakie spełniają. Zostały one opracowane na podstawie publikacji *Metodyka eksperymentu chemicznego* (2008: 15–17).

Przypominamy również o podstawowej różnicy między eksperymentem a obserwacją i ćwiczeniem laboratoryjnym, o której pisaliśmy już w Zeszycie 1 tego zestawu: jest to obecność próby kontrolnej (eksperyment) lub jej brak. Nie zawsze autorzy literatury przedmiotu zwracają uwagę na to rozróżnienie.

**Eksperyment chemiczny** – polega na wywołaniu lub zmianie przebiegu procesów chemicznych przez dodanie pewnego nowego czynnika i obserwowaniu zmian powstałych pod jego wpływem. Nowy czynnik, wprowadzony do procesu w sposób zamierzony, określany



jest jako **zmienna niezależna**. Zmiany powstałe pod wpływem tego czynnika, które możemy obserwować, to **zmienne zależne**.

Eksperyment prowadzi do wykrycia pewnych prawidłowości. W tym działaniu nieodzowna jest ingerencja badacza w rzeczywistość. Polega ona na izolowaniu i kontroli działających czynników. Cechą charakterystyczną eksperymentowania jest aktywny stosunek ucznia do badanych zjawisk. Podczas prowadzenia doświadczenia uczeń stwarza warunki, w których występuje pożądane zjawisko.

W eksperymencie postępujemy zgodnie z kanonem jednej różnicy, sformułowanym przez J.S. Milla. W ten sposób łatwo zaobserwujemy skutki działania zmiennej niezależnej.

Eksperyment chemiczny polega na:

- przyjęciu czynnika eksperymentalnego (zmiennej niezależnej) i założenie przypuszczalnego kierunku zmian powodowanego przez ten czynnik;
- badaniu działania tego czynnika (proces sprawdzania słuszności przypuszczeń przez wywoływanie lub zmianę biegu zjawisk);
- obserwowaniu i notowaniu zmian zmiennych zależnych.

Podsumujmy, eksperyment jest metodą badania obiektu, zjawiska lub procesu w ściśle określonych warunkach i zgodnie z procedurą. Tylko rzetelnie przeprowadzone badanie daje podstawy do wnioskowania. Eksperyment polega na celowej zmianie jednego z czynników i sprawdzeniu, jak ta zmiana wpłynie na dany proces. W eksperymencie, czyli pełnym postępowaniu badawczym, wyróżniamy następujące etapy realizacji:

- sformułowanie problemu badawczego;
- sformułowanie hipotez;
- zaplanowanie przebiegu doświadczenia z zastosowaniem próby kontrolnej i próby badawczej;
- ustalenie **zmiennej niezależnej**, czyli tego czynnika, który w eksperymencie został celowo zmieniony i którego wpływ na dane zjawisko badamy; ustalenie **zmiennej zależnej**, czyli tej cechy badanego obiektu, zjawiska, procesu, na którą wpływ ma (przynajmniej hipotetycznie) zmienna niezależna;
- zaplanowanie i zmontowanie zestawów doświadczalnych;
- przeprowadzenie doświadczenia;
- obserwowanie przebiegu zmian i matematyczne opracowanie wyników;
- sformułowanie wniosków;
- weryfikacja hipotezy, czyli stwierdzenie, czy była ona prawdziwa.

Czynności poznawcze uczniów wykonujących różne doświadczenia laboratoryjne pozwalają wyróżnić dwa rodzaje eksperymentów:

- eksperyment ilustracyjny (pokaz);
- eksperyment badawczy.



**Eksperyment ilustracyjny (pokaz)** polega na ilustrowaniu informacji, które są przekazywane przez nauczyciela lub zawarte w podręczniku. Czynności ucznia sprowadzają się jedynie do słuchania, obserwowania przebiegu oraz wyników i przyswajania gotowych treści. Pokaz słabo aktywizuje uczniów. Jego mocną stroną jest jedynie obserwacja. Obserwator pokazu nie musi samodzielnie opracowywać wyników doświadczenia ani formułować wniosków, co nie wpływa korzystnie na rozwój myślenia krytycznego i kształtowanie postawy badawczej, ale może to robić.



Eksperyment może być realizowany jako:

- eksperyment wprowadzający;
- eksperyment problemowy.

**Eksperyment wprowadzający** jest źródłem informacji dla ucznia i punktem wyjścia do wyjaśnienia obserwowanego zjawiska. Tego rodzaju eksperymenty powinno się stosować w nauczaniu treści dotychczas nieznanych. Kiedy to uczniowie nie mają wystarczających przesłanek, aby samodzielnie formułować hipotezy. Tu najistotniejsze jest, by uczeń stawiał pytania badawcze, a potem sam projektował własny eksperyment, obserwację lub szukał wyjaśnień w literaturze.





Każdy eksperyment jest **eksperymentem problemowym**. Rozwiązanie każdego problemu odbywa się na drodze indukcyjnej (od wyniku do wniosku). W zależności od sposobu rozwiązywania problemu można wyróżnić:

- eksperyment odkrywający;
- eksperyment weryfikujący.

W metodzie problemowej o toku indukcyjnym eksperyment odkrywający jest wykorzystywany jako źródło wiadomości. Decydując się na taką metodę prowadzenia zajęć, nauczyciel powinien przygotować sytuację problemową oraz służyć pomocą uczniom w ustaleniu sposobu wykonania doświadczenia. Do uczniów należy sprecyzowanie sposobu badania i jego przeprowadzenie oraz obserwacja i opracowanie wyników.

**Eksperyment weryfikujący** jest stosowany w procesie nauczania problemowego o toku dedukcyjnym. To metoda empirycznego weryfikowania hipotez. Wymaga od uczniów odpowiedniego zasobu wiedzy teoretycznej i poziomu intelektualnego. Eksperymenty weryfikujące mają duże walory kształtujące ze względu na wielość i różnorodność czynności badawczych wykonywanych przez uczniów.

Czynności uczniów podczas przeprowadzania eksperymentu weryfikującego polegają na:

- uświadomieniu sobie problemu;
- zaproponowaniu hipotez;
- zaproponowaniu sposobów empirycznego ich zweryfikowania;
- przeprowadzeniu doświadczenia;
- porównaniu zgodności przewidywań z uzyskanymi wynikami;
- teoretycznym opracowaniu zagadnienia.

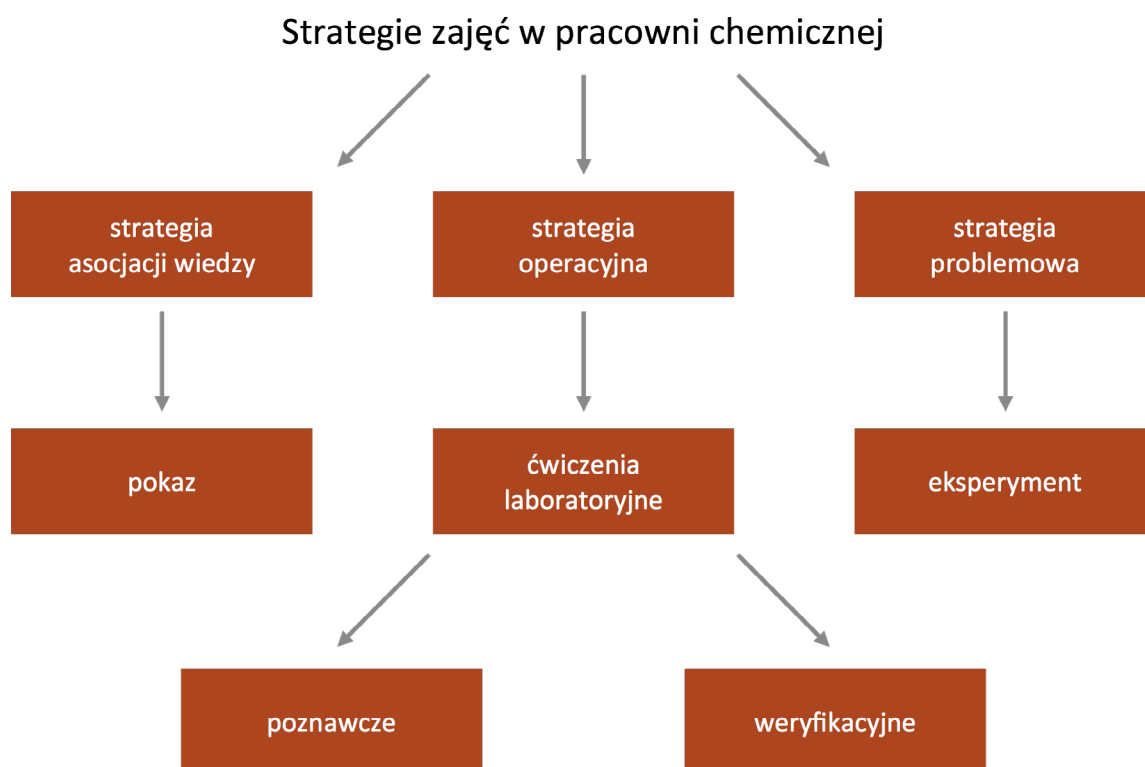
Podsumowując, nauczyciel chemii ma wiele możliwości, by rozbudzać aktywność badawczą uczniów. Wachlarz doświadczeń laboratoryjnych (Rys. 1), które może wykorzystać na swoich zajęciach, umożliwia kształtowanie wielu umiejętności i kompetencji kluczowych uczniów. Należą do nich m.in.

- kompetencje naukowo-techniczne;
- umiejętność uczenia się;
- innowacyjność i przedsiębiorczość;
- umiejętność współpracy w grupie (kompetencje społeczne).

## Strategie poznawcze na zajęciach chemii

Zajęcia z wykorzystaniem sprzętu i odczynników chemicznych mogą być wpisane w różne strategie poznawcze. Ich podział przedstawiamy na poniższym schemacie:





Rys. 1. Strategie zajęć chemicznych

Strategia asocjacji wiedzy polega na prezentowaniu uczniom dobrze uporządkowanej wiedzy np. podczas wykładu lub miniwykładu. Dla uatrakcyjnienia przekazu często stosuje się materiał ilustracyjny, którego głównym zadaniem jest unaocznienie zjawisk i procesów. Na lekcjach chemii najlepiej służy temu pokaz. Nauczyciel prowadzi reakcję chemiczną, prezentuje substraty, opisuje warunki przebiegu procesu, wskazuje produkty i ich właściwości. Uczniowie śledzą poczynania nauczyciela, uczą się przez obserwację i modelowanie.

Większą aktywność wykazują uczniowie prowadzący ćwiczenia laboratoryjne. Zwykle korzystają z instrukcji, która oprócz listy kolejnych czynności zawiera także wykaz materiałów, odczynników, a nawet graficzne przedstawienie zestawów. Oczekuje się, że uczniowie dokładnie zastosują się do opisanych procedur, natomiast wykażą się aktywnością podczas porządkowania i interpretowania wyników. Uczniowie mają tak przeprowadzić ćwiczenie, żeby uzyskać produkt – określony związek chemiczny. Z tego powodu ćwiczenia laboratoryjne wpisują się w strategię operacyjną, zwaną też wytwórczą.

Najwięcej swobody mają uczniowie pracujący zgodnie ze strategią problemową. W szkole ponadgimnazjalnej (ponadpodstawowej) powinni już mieć odpowiednią wiedzę do tego, by samodzielnie formułować pytania badawcze, stawiać hipotezy i weryfikować je poprzez zaplanowane przez siebie eksperymenty. W trakcie eksperymentu uczeń na zmianę (choć zwykle nieświadomie) stosuje myślenie analityczne i twórcze.



Analiza polega na rozkładaniu problemu na czynniki pierwsze i odnajdywaniu w nim sensu i logicznej struktury. Kreatywność oznacza myślenie koncepcyjne. Jego efektem jest wytworzenie czegoś nowego. Ta czynność wymaga syntezy informacji. Warto zauważyć, że logika oraz przywiązywanie do gotowych rozwiązań często utrudnia proces myślenia kreatywnego, stawiając sztuczne granice dla wyobraźni.

Dostrzeżenie sytuacji, która intryguje lub irytuje i wymaga rozwiązania, angażuje myślenie koncepcyjne, twórcze. Doprecyzowanie problemu odbywa się z wykorzystaniem myślenia analitycznego. Generowanie hipotez to znów efekt myślenia twórczego. Zaprojektowanie doświadczenia z wykorzystaniem procedury badania naukowego to myślenie analityczne i logiczne. Wnioski zaś powstają przez uogólnianie dostrzeżonych prawidłowości, czyli dzięki syntezie należącej do myślenia twórczego.

### **Eksperyment jako sposób rozwiązania problemu**

Przeprowadzanie eksperymentów ściśle wiąże się z rozwiązywaniem problemów. Praktyczne zadania problemowe rozwijają u uczniów myślenie naukowe, myślenie krytyczne, wtedy gdy poddają oni refleksji założenia i przebieg eksperymentu, a także myślenie twórcze, kiedy np. stawiają hipotezy. Eksperyment może zajmować różne miejsca w procesie poznawczym i pełnić w nim różne funkcje: motywacyjną, odkrywczą lub sprawdzającą. Pisaliśmy o tym szerzej w Zeszycie 2 Zestawu 3.

W rozwiązywaniu zadań problemowych za pomocą eksperymentu istotne są właśnie miejsce tego eksperymentu w danym zadaniu i funkcja, jaką on pełni. Od tego zależy kolejność czynności wykonywanych w czasie **eksperymentalnego rozwiązywania zadań problemowych**. Jest ona następująca:

1. Sformułowanie zadania.
2. Analiza zadania połączona z poszukiwaniem głównej sprzeczności charakteryzującej sytuację problemową.
3. Sformułowanie problemu.
4. Analiza problemu, jego transformacja na pytanie lub system pytań.
5. Dalsza, pogłębiona analiza częściowych pytań i problemów, mająca na celu sformułowanie hipotez częściowych, stanowiących części składowe głównej hipotezy.
6. Przygotowanie planu sprawdzenia hipotez, to jest planowanie i przygotowanie eksperymentów jako instrumentów sprawdzania hipotez częściowych i hipotezy głównej (weryfikacja).
7. Realizacja eksperymentów.
8. Interpretowanie danych eksperymentalnych, czyli ustalanie wyników jakościowych i ilościowych, ich zestawienie, analizowanie i klasyfikowanie.
9. Poszukiwanie zależności przyczynowych między jakościowymi i ilościowymi efektami i wynikami.
10. Porównanie wyników otrzymanych w procesie analiz i syntez z przesłankami hipotetycznymi. W przypadku przyjęcia hipotezy następuje dalszy etap, natomiast



w przypadku jej odrzucenia niezbędne jest cofnięcie się do etapów 4 i 5 i powtórzenie dalszego postępowania.

11. Dokonanie możliwych uogólnień wyników eksperymentalnych przez wykonanie takich operacji jak: analiza, porównanie, synteza, generalizacja” (Burewicz i in., 2008: 20).

Przedstawiony schemat eksperymentalnego rozwiązywania zadań problemowych pokrywa się z ogólną strukturą eksperymentu szkolnego, w którym czynności empiryczne i teoretyczne występują równocześnie.



### **Metoda eksperymentalna w rozwiązywaniu problemów**

Jeżeli stawiany przed uczniami problem wymaga odkrywania, należy umożliwić im przeprowadzenie eksperymentu. Będą wtedy mogli dokonać obserwacji, na podstawie której ustalą dany stan rzeczy lub dane zjawisko w sposób bezpośredni. Inaczej jest w wypadku problemów, których rozwiązanie opiera się na wyjaśnieniu lub przewidywaniu.

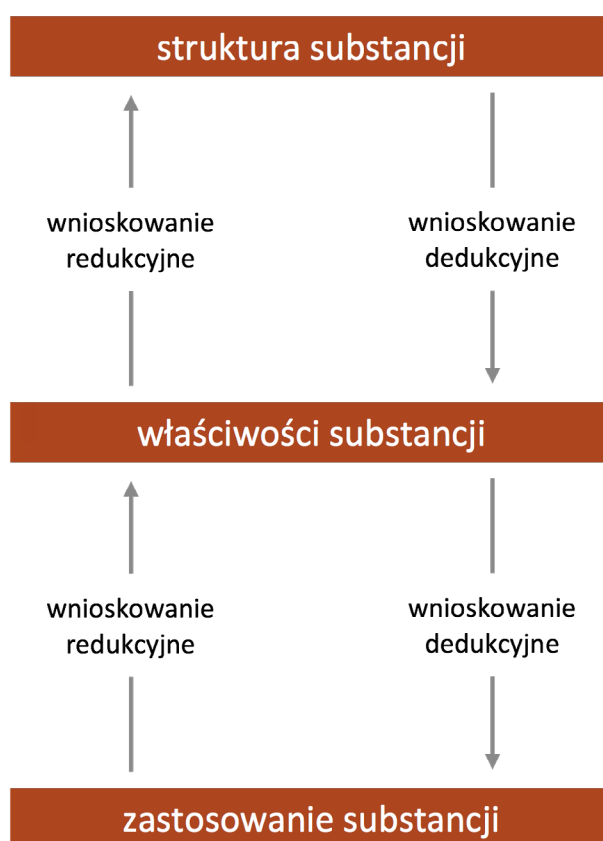
„Eksperymentalna metoda badawcza jest metodą poznawczą, służącą eksperymentalnemu sprawdzaniu następstw, wynikających z hipotez. Zasadność hipotez powinna być gruntownie sprawdzona.



W zakresie wiedzy chemicznej, wyodrębnionej jako kategorie:

- struktura substancji,
- właściwości substancji,
- zastosowanie substancji,

możliwe jest wnioskowanie.



Rys. 2. Rodzaje wnioskowania przy omawianiu struktury, właściwości i zastosowania substancji (na podst. Burewicz i in., 2008)

(...) Przy rozwiązywaniu problemów metodą eksperymentalną wyróżnia się kolejne etapy:

1. Z hipotez (z hipotetycznego wyjaśnienia lub przewidywania) wyprowadza się następstwa, możliwe do eksperymentalnego sprawdzenia.

Orientacyjne pytanie brzmi:

Jeżeli tak jest ... to powinno...

2. Przeprowadzenie zaplanowanych eksperymentów.



3. Konfrontacja wyników eksperymentu z przewidywanym następstwem, to znaczy ich weryfikacja lub falsyfikacja.
4. Wynikiem eksperymentalnego rozwiązania problemu wymagającego wyjaśnienia lub przewidywania jest:
  - dowód;
  - potwierdzenie;
  - wzmocnienie;
  - negacja” (Burewicz i in., 2008: 21).

## Ćwiczenia laboratoryjne

Wiele działań prowadzonych przez uczniów w pracowni chemicznej z wykorzystaniem sprzętu laboratoryjnego nie spełnia warunków eksperymentu szkolnego. Podstawowym kryterium rozróżnienia metody eksperymentu i ćwiczeń laboratoryjnych jest obecność lub brak próby kontrolnej. Mimo to ćwiczenia laboratoryjne, zwane tutaj doświadczeniami, są wartościową metodą uczenia się i przyczyniają się do rozwijania umiejętności badawczych i myślenia naukowego.

Wykonując ćwiczenia laboratoryjne, uczeń może ćwiczyć następujące umiejętności:

- posługiwanie się instrukcją;
- posługiwanie się sprzętem laboratoryjnym;
- formułowanie spostrzeżeń;
- formułowanie wniosków;
- współpracę w grupie.





Przykładem ćwiczenia realizowanego metodą laboratoryjną jest np. chemicznie wściekły niedźwiedź, bardzo popularny w internecie. Ćwiczenie polega na tym, że do stopionego chloranu(VI) potasu wrzuca się żelkowego misia, składającego się z substancji organicznych i wody. Efekt reakcji jest spektakularny: wydzielający się tlenek węgla(IV) i para wodna powodują energiczne „skoki” obiektu.

Innym przykładem zastosowania metody laboratoryjnej jest otrzymywanie tlenu z manganianu(VII) potasu. W probówce umieszczamy manganian(VII) potasu. Następnie zamykamy jej wylot korkiem z rurką odprowadzającą, której koniec umieszczamy w probówce napełnionej wodą i zanurzonej w krystalizatorze z wodą. Następnie ogrzewamy ostrożnie probówkę z manganianem(VII) potasu i obserwujemy zachodzące zmiany: do probówki z wodą przedostają się pęcherzyki gazu, które wypełniają ją, zajmując miejsce wody. Jeśli wprowadzimy do probówki tłące się łuszczywo, gwałtownie się ono zapali. Jest to dowód na obecność tlenu.

## Pokaz

W szkole uczniowie rzadko mają okazję odkrywać prawidłowości, które do tej pory były im nieznane. Dzieje się tak, ponieważ eksperyment często zastępuje się pokazem będącym jedynie ilustracją podanej wcześniej informacji. Przeprowadza go z reguły nauczyciel, czasem wyznaczeni przez niego uczniowie. Nie ma tu więc miejsca na poszukiwanie, popełnianie błędów, weryfikację założeń doświadczenia, nabieranie sprawności w posługiwaniu się sprzętem laboratoryjnym. Brakuje tajemnicy, którą uczeń może odkryć.

Przyczyny takiego stanu rzeczy są różne, m.in.

- słabe wyposażenie pracowni chemicznych lub ich brak;
- brak środków na uzupełnianie chemikaliów;
- organizacja pracy szkoły, która np. ze względu na konieczność pełnienia dyżurów, uniemożliwia nauczycielowi chemii przygotowanie doświadczeń i posprzątanie po nich pracowni.

Skutkiem zaniedbań w tym względzie jest słabe opanowanie przez uczniów praktycznej umiejętności prowadzenia eksperymentów i doświadczeń.

Z kolei przeładowany program powoduje, że realizowane są jedynie doświadczenia, które muszą się udać, bo szkoda czasu na błędy. A przecież błędy są nieodłączną częścią badania naukowego. W rezultacie uczniowie wychodzą ze szkoły przekonani, że odkrywanie wiedzy odbywa się liniowo, a każdy eksperyment musi kończyć się potwierdzeniem hipotezy.

## Obserwacja

Obserwacja jest niezależną metodą badawczą i zarazem częścią eksperymentu i doświadczenia. Obserwator nie wprowadza zmian w środowisku, stara się, by jego obecność





czy prowadzone pomiary nie miały wpływu na wyniki. Obserwacja zawsze jest działaniem celowym.



Obserwacje można prowadzić z wykorzystaniem różnych zmysłów:

a) obserwacje wzrokowe:

- zmiany barwy płynu Lugola w obecności skrobi;
- płomień palącej się substancji, np. w czasie spalania pierwiastków lub związków chemicznych w powietrzu lub czystym tlenie;
- pienienie się fazy ciekłej układu, np. w czasie zmydlania tłuszczów;

b) obserwacje słuchowe:

- rozpoznanie charakterystycznego dla spalania wodoru dźwięku;
- odgłos wybuchu spowodowany szybkim spalaniem substancji;
- syczenie, gdy w układzie wydziela się gaz;

c) obserwacje zapachowe:

- zapach palonej siarki ( $\text{SO}_2$ );
- zapach zgniłych jaj – siarkowodór;
- zapach gorzkich migdałów (nitrobenzen) lub słodkich (aldehyd benzoesowy);
- zapach zjełczałego masła – kwas butanowy;





d) obserwacje dotykowe (cieplne)

- określenie ciepłoty próbówki, w której zachodzi reakcja egzotermiczna;
- ochładzanie się układu w czasie reakcji endotermicznej.

To, co zostanie zaobserwowane, to **wyniki obserwacji lub spostrzeżenia**, często nazwane błędnie obserwacjami. Przypomnijmy: obserwacja to metoda badawcza, a nie jej wynik. Wyniki obserwacji muszą zostać zapisane słownie lub za pomocą rysunków, schematów, tabel, filmów, fotografii, plików audio i oczywiście równań reakcji.

## Przykłady doświadczeń na zajęciach chemii w szkole ponadpodstawowej

### Wykrywanie białka w produktach spożywczych – eksperyment

#### Cele

Uczeń:

- bezpiecznie posługuje się sprzętem i substancjami chemicznymi;
- stosuje się do instrukcji;
- formułuje spostrzeżenia i wnioski, interpretuje wyniki doświadczeń;
- wykrywa białka z wykorzystaniem reakcji biuretovej i ksantoproteinowej.

#### Kształtowane kompetencje kluczowe

- kompetencje naukowo-techniczne, a w szczególności rozwijanie myślenia naukowego opartego na obserwacjach empirycznych;
- umiejętność uczenia się – uczniowie zdobywają nową wiedzę, prowadząc doświadczenie, przedstawiają tok rozumowania, formułując spostrzeżenia i wnioski oraz interpretując wynik doświadczenia w kontekście przyjętych założeń;
- kompetencje społeczne – współpraca w grupie.

#### Metody nauczania i formy pracy

- eksperyment chemiczny
- praca w grupach lub w parach.

#### Wskazówki dla nauczyciela

Realizując to doświadczenie, trzeba pamiętać o konieczności przestrzegania zasad bezpieczeństwa. Jeżeli nie dysponujemy pracownią chemiczną (wyciąg, ceramiczne płyty, szkło laboratoryjne), nie możemy przeprowadzić reakcji ksantoproteinowej ze względu na konieczność użycia stężonego kwasu. Uczniowie prowadzący doświadczenia powinni



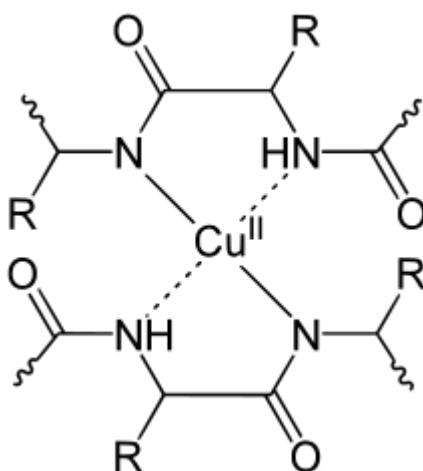
mieć fartuchy laboratoryjne i rękawiczki nitrylowe. Często obserwowanym błędem, który pojawia się na lekcjach i podczas prezentacji chemicznych, np. na kanale YouTube, jest nalewanie odczynników na próbki bezpośrednio z butelek. Aplikacja może się odbywać tylko z wykorzystaniem szklanych pipet o małej pojemności (36%  $\text{HNO}_3$ ) lub w wypadku mniej niebezpiecznych substancji (siarczan miedzi) z niewielkich zlewek.

Wykrywanie białek w reakcjach barwnych wymaga przeprowadzenia próby kontrolnej: uzyskania wzorca barwy, z którym będziemy porównywać zmiany zachodzące w badanych próbkach. W wypadku próby biuretovej nauczyciel przed lekcją powinien uzyskać biuret przez ogrzewanie mocznika w łaźni wodnej w temperaturze około 130 stopni Celsjusza.

### Karta pracy

#### Eksperyment 1

**Reakcja biuretovej** służy do wykrywania związków chemicznych mających wiązania peptydowe. W środowisku zasadowym jon  $\text{Cu}^{2+}$  jest kompleksowany przez grupy peptydowe, a powstały związek przybiera barwę od fioletowej do fioletoworóżowej. Intensywność zabarwienia zależy od liczby wiązań peptydowych (ich dostępności).



Rys. 3. Związek kompleksowy, w którym jon  $\text{Cu}^{2+}$  jest kompleksowany przez cztery grupy peptydowe  
Źródło: Wikipedia

### Problem badawczy

Które produkty spożywcze zawierają białko?

### Hipoteza

Białko występuje w mleku skondensowanym, mleku sojowym, żelatynie, pektynie, białku jaja kurzego, żółtku jaja kurzego.



### Materiały

Biuret, mleko skondensowane, mleko sojowe, żelatyna rozpuszczona w wodzie, pektyna jabłkowa rozpuszczona w wodzie, białko jaja kurzego, żółtko jaja kurzego.

### Odczynniki

- 20 ml rozcieńczonego roztworu wodorotlenku sodu (NaOH);
- 20 ml 10% wodnego roztworu siarczanu miedzi(II) ( $\text{CuSO}_4$ ).

### Sprzęt i akcesoria

7 probówek, 2 zlewki, statyw do probówek, pisak do szkła.

### Instrukcja wykonania

1. Przeprowadźcie próbę kontrolną: do probówki z biuretem należy wlać ok.  $1 \text{ cm}^3$  wodorotlenku sodu i wstrząsać probówką przez chwilę. Następnie dodać ok.  $1 \text{ cm}^3$  siarczanu miedzi i wstrząsać probówką, aż do momentu, kiedy zabarwienie roztworu zmieni się z niebieskiej na fioletoworóżową. Barwa ta będzie wzorcem, z którym porównacie barwy pozostałych substancji poddanych reakcji.
2. Wlejcie do pozostałych probówek po ok.  $5 \text{ cm}^3$  produktów spożywczych. Podpiszcie probówki nazwą zawartości. Do każdej należy dodać ok.  $1 \text{ cm}^3$  wodorotlenku sodu, potem wstrząsać probówką. Następnie dodajcie ok.  $1 \text{ cm}^3$  siarczanu miedzi i znów wstrząsajcie probówką.
3. Obserwujcie zmianę zabarwienia.
4. Zapiszcie w tabeli wyniki doświadczenia.

| Nazwa produktu                         | Wynik badania | Wyjaśnienie różnic w zabarwieniu |
|----------------------------------------|---------------|----------------------------------|
| Mleko skondensowane                    |               |                                  |
| Mleko sojowe                           |               |                                  |
| Żelatyna rozpuszczona w wodzie         |               |                                  |
| Pektyna jabłkowa rozpuszczona w wodzie |               |                                  |
| Białko jaja kurzego                    |               |                                  |
| Żółtko jaja kurzego                    |               |                                  |

5. Sformułujcie wniosek.



## **Eksperyment 2**

**Reakcja ksantoproteinowa** polega na nitrowaniu za pomocą stężonego  $\text{HNO}_3$  aromatycznych reszt aminokwasowych takich aminokwasów jak: tyrozyna, tryptofan, fenyloalanina, które występują we wszystkich białkach. Pojawianie się trwałego żółtego lub żółtopomarańczowego zabarwienia świadczy o obecności białek.

### **Problem badawczy**

Które produkty spożywcze zawierają białko?

### **Hipoteza**

Białko występuje w serze, nasionach fasoli, chlebie, mięsie.

### **Materiały**

Białko jaja kurzego ugotowanego na twardo, biały ser, obrane z łupiny nasiennej ziarno fasoli, mięso drobiowe.

### **Odczynniki**

36% kwas azotowy(V) ( $\text{HNO}_3$ )

### **Sprzęt i akcesoria**

5 szkiełek zegarkowych, szklana pipeta.

### **Instrukcja wykonania**

1. Doświadczenie przeprowadźcie pod wyciągiem.
2. Przeprowadźcie próbę kontrolną: na szkiełko zegarkowe należy położyć białko jaja i dodać na nie kilka kropli kwasu azotowego(V). Zaobserwujcie zmianę zabarwienia. Otrzymana barwa będzie wzorcem, z którym porównacie barwy pozostałych substancji poddanych reakcji.
3. Umieśćcie badane produkty na szkiełkach zegarkowych. Dodajcie na nie po kilka kropli kwasu azotowego(V). Obserwujcie zmianę barwy.
4. Zapiszcie w tabeli wyniki doświadczenia.



| Nazwa produktu | Wynik badania |
|----------------|---------------|
| Biały ser      |               |
| Fasola         |               |
| Chleb          |               |
| Mięso          |               |

5. Sformułujcie wniosek.
6. Wyjaśnijcie, czy brak żółtego zabarwienia oznacza niewystępowanie białka w badanej próbce.

### Komentarz metodyczny

Uczniowie powinni przeprowadzić doświadczenia w grupach lub parach, liczba prób powinna być tak dobrana, by każdy z nich mógł przeprowadzić choć jedną reakcję. Proponujemy zacząć badanie od reakcji biuretowej, ponieważ obserwując czynności uczniów, można się upewnić, czy umieją się bezpiecznie posługiwać sprzętem laboratoryjnym i odczynnikami.

Gdy uczniowie wypełnią karty pracy, należy sprawdzić, czy poprawnie sformułowali spostrzeżenia i wnioski. W zapisie: „Powstały różowofioletowy produkt reakcji białka z jonami miedzi (II) to związek kompleksowy. Dodatni wynik tej próby wskazuje na obecność związków chemicznych zawierających w cząsteczce wiązania peptydowe”, brak odpowiedzi na pytanie zawarte w problemie badawczym, co oznacza, że nie jest on wnioskiem z doświadczenia.

W kartach pracy uczniowie proszeni są o refleksję: Dlaczego w reakcji biuretowej otrzymujemy różne odcienie fioletu (rodzaj białka obecnego w próbce, barwa własna próbki, brak zmiany barwy z niebieskiej na fioletową w przypadku produktu bezbiałkowego). W drugim doświadczeniu warto tak dobrać próbki, by miały one różną zawartość białka, od której zależy nasycenie barwy. Próba ta nie jest bardzo czuła, dlatego może się zdarzyć, że mimo obecności białka wynik doświadczenia będzie negatywny.

### **Badanie wpływu różnych czynników (stężenia, temperatury, katalizatora i stopnia rozdrobnienia) na szybkość reakcji – scenariusz zajęć**

#### Cele

Uczeń:

- rozwiązuje problem na drodze eksperymentu chemicznego;
- przestrzega zasad bezpieczeństwa w pracowni chemicznej.



### Kształtowane kompetencje kluczowe

- kompetencje naukowo-techniczne, a w szczególności rozwijanie myślenia naukowego przez zaplanowanie i przeprowadzenie eksperymentu chemicznego;
- umiejętność uczenia się;
- kompetencje społeczne – współpraca w grupie.

### Metody nauczania i formy pracy

- eksperyment chemiczny;
- praca w grupach, zbiorowa.

### Faza wstępna

Lekcje tę przeprowadzimy w strategii problemowej. W celu wytworzenia sytuacji problemowej zaprezentujemy uczniom pokaz – dwie reakcje różniące się szybkością przebiegu, np. reakcję wodorotlenku wapnia  $\text{Ca(OH)}_2$  z kwasem węglowym  $\text{H}_2\text{CO}_3$  i żelaza z wodą (gwóźdź pozbawiony rdzy umieszczamy w zimnej wodzie). Pokaz możemy zastąpić filmem.

Zanim uczniowie zaczną obserwację, ich uwagę powinno ukierunkować pytanie: Czym różnią się te reakcje?

Po pokazie nauczyciel zadaje kolejne pytania, chcąc doprowadzić do tego, by uczniowie sformułowali problem badawczy: Od czego zależy prędkość reakcji?, a następnie postawili hipotezy.

### Faza realizacji

Klasa dzieli się na grupy, a każda z nich weryfikuje jedną z hipotez:

1. Prędkość reakcji zależy od stężenia reagujących substancji.
2. Prędkość reakcji zależy od temperatury.
3. Prędkość reakcji zależy od stopnia rozdrobnienia reagentów.
4. Prędkość reakcji zależy od obecności katalizatora.

Grupy losują hipotezy. Dostają też informację o tym, jakich związków chemicznych będą używać (hipoteza 1: magnez i kwas chlorowodorowy, hipoteza 2: nadtlenuk wodoru, hipoteza 3: żelazo i kwas chlorowodorowy, hipoteza 4: nadtlenuk wodoru i katalaza).

### Przykładowa karta pracy

Zweryfikujcie hipotezę 1. Prędkość reakcji zależy od stężenia reagujących substancji.





1. Do przeprowadzenia eksperymentu użyjcie magnezu metalicznego i kwasu chlorowodorowego. Wybierzcie potrzebne substancje i sprzęt laboratoryjny, przenieście je na swoje stanowisko pracy. Zmontujcie zestawy badawczy i kontrolny. Zdecydujcie, czy potrzebujecie ochrony podczas prowadzenia reakcji (np. okularów, rękawic). Jeśli tak, zabierzcie je także na swoje stanowisko. Gdy będziecie gotowi, poproście nauczyciela o sprawdzenie zestawów.
2. Ustalcie, co będziecie obserwować, czyli co będzie miarą szybkości reakcji.
3. Przeprowadźcie doświadczenie.
4. Zapiszcie wyniki i wniosek. Sfotografujcie zestawy na początku reakcji i na końcu lub sfilmujcie jej przebieg.
5. Wyjaśnijcie wynik, używając sformułowania „prawdopodobieństwo zderzania się cząsteczek reagentów”.

### Faza podsumowująca

Uczniowie po przeprowadzeniu reakcji i uzupełnieniu kart pracy zapisują na tablicy multimedialnej pliki wideo i omawiają przed całą klasą przeprowadzone reakcje. Nauczyciel przypomina pokaz z początku lekcji i podaje kolejny wniosek: Szybkość reakcji zależy od rodzaju substancji biorących w nich udział. Uczniowie, analizując czynniki wpływające na szybkość reakcji, wskazują energię aktywacji, czynniki wpływające na prawdopodobieństwo zderzeń cząsteczek reagentów, miejsce substratów w układzie okresowym. Pozostałe czynniki mogą być ewentualnie omówione na kolejnych zajęciach teoretycznych.

### Komentarz metodyczny

Zajęcia są tak zaplanowane, by głównym działaniem uczniów było prowadzenie eksperymentu chemicznego. Filmowa (fotograficzna) dokumentacja ich działań może zostać wykorzystana na kolejnych zajęciach, kiedy szybkość reakcji będzie analizowana od strony teoretycznej lub kiedy uczniowie będą mieli trudności z rozwiązywaniem zadań z kinetyki reakcji chemicznych.

Nauczyciel, przygotowując się do tych zajęć, powinien sprawdzić, jakim sprzętem dysponuje i jakie związki chemiczne znajdują się na wyposażeniu pracowni. Praktykant pod kierunkiem nauczyciela opiekuna powinien dostosować treść karty pracy do aktualnej sytuacji. Innym kryterium doboru doświadczeń jest możliwość ich bezpiecznej realizacji.

Gdyby się okazało, że wyposażenie szkoły jest niewystarczające, nie należy rezygnować z przeprowadzenia doświadczeń. Z pewnością można wykonać doświadczenie z nadtlenkiem wodoru. W wykazie zalecanych w podstawie programowej doświadczeń należy ono do nielicznych, będących rzeczywiście eksperymentem. Mamy tu próby badawcze i kontrolne, zmienną niezależną i zmienną zależną. Kontynuując to doświadczenie np. na zajęciach koła chemicznego, można doświadczalnie wyznaczyć zależność między stężeniem substratu a szybkością reakcji i przedstawić ją na wykresie.



W trzydziestoosobowej klasie może równocześnie pracować sześć grup. Kierowanie ich pracą i czuwanie nad bezpieczeństwem mogą sprawić pewne trudności początkującemu nauczycielowi. Powinien się on umówić ze swoim opiekunem lub praktykantami, jakiej pomocy mogą mu oni udzielić w części realizacyjnej zajęć.

## Porównanie aktywności metali – scenariusz lekcji

### Cele

Uczeń:

- planuje sposoby porównywania aktywności metali;
- formułuje hipotezy;
- zapisuje wyniki doświadczeń;
- wyjaśnia związek między położeniem metalu w układzie okresowym a jego aktywnością;
- przestrzega zasad bezpieczeństwa w pracowni chemicznej.

### Kształtowane kompetencje kluczowe

- kompetencje naukowo-techniczne, a w szczególności rozwijanie myślenia naukowego przez zaplanowanie i przeprowadzenie eksperymentu chemicznego oraz interpretację wyników doświadczeń na podstawie wiedzy teoretycznej;
- umiejętność uczenia się;
- kompetencje społeczne – współpraca w grupie.

### Metody nauczania i formy pracy

- mapa myśli, eksperyment chemiczny, pokaz, pogadanka, praca z tekstem źródłowym (układ okresowy pierwiastków);
- praca w grupach, indywidualna, zbiorowa.

### Faza wstępna

Do zaplanowania sposobów porównania aktywności metali uczeń musi przywołać wiedzę prezentowaną na wcześniejszych zajęciach. Aby usprawnić ten etap pracy, proponujemy zastosowanie mapy myśli, którą uczniowie rysują w grupach. Mogą korzystać z podręcznika, notatek i innych źródeł wiedzy. Kryteriami oceny tego zadania są:

- wybór informacji potrzebnych do praktycznej oceny aktywności metali;
- klarowność sformułowań.

Autorzy powinni podpisać się na plakatach, ponieważ będą one oceniane. Aby nauczyciel mógł poznać wkład pracy każdego z nich, powinien zalecić, by notatki mapy myśli zapisywali



tym samym kolorem pisaka, co swoje nazwisko. Czas na realizację tego zadania to 8 minut i nie może być on przekroczony.

Mapa myśli do tematu „Porównanie aktywności metali” do uzupełnienia:



Rys. 4. Doświadczenia, które umożliwiają porównywanie aktywności metali.

### Faza realizacji

Nauczyciel stawia przed uczniami problem:

W jaki sposób porównać aktywność miedzi i sodu, potasu i sodu, srebra i miedzi?

Uczniowie formułują hipotezy, np.

1. Aktywność metali poznamy, wykorzystując wodę: sól i potas szybko wejdą w reakcję z wodą, a miedź wolniej.
2. Aktywność metali poznamy, sprawdzając, czy jeden metal wyprze drugi z roztworu jego soli.

Nauczyciel prosi o zgłoszenie się trzech par uczniów do przeprowadzenia doświadczeń. Zakładają fartuchy, rękawiczki i okulary, a następnie przeprowadzają doświadczenia:

1. Przygotowują dwie probówki z wodą o temperaturze pokojowej. Do jednej wkładają kawałek miedzi, do drugiej kawałek sodu.
2. Przygotowują dwie probówki z wodą o temperaturze pokojowej. Do jednej wkładają kawałek potasu, do drugiej kawałek sodu.



3. Przygotowują zlewkę z roztworem siarczanu miedzi i wkładają do niego kawałek srebra. W drugiej zlewce rozpuszczają azotan srebra i wkładają do roztworu kawałek miedzi.

Pozostali uczniowie obserwują przebieg reakcji i zapisują ich równania.

Pod reakcjami zapisują spostrzeżenia z obserwacji.

### Faza podsumowująca

Nauczyciel, prowadząc pogadankę, pomaga uczniom zweryfikować spostrzeżenia i zapisy.

Prosi uczniów, żeby:

- sformułowali wniosek i zweryfikowali hipotezy;
- na podstawie wyników doświadczeń uszeregowali badane metale od najmniej aktywnego do najbardziej aktywnego;
- porównali położenie badanych metali w układzie okresowym;
- wyjaśnili, jaki jest związek między położeniem metalu w układzie okresowym a jego aktywnością;
- analizując układ okresowy pierwiastków, ustalili aktywność wapnia i cynku w stosunku do zbadanych metali.

### Komentarz metodyczny

By zapewnić sprawny przebiegu lekcji nauczyciel musi skutecznie zaktywizować wiedzę nabytą wcześniej przez uczniów. Odbywa się to z wykorzystaniem mapy myśli. Dodatkowym bodźcem, który może zwiększyć zaangażowanie uczestników, jest zapowiedź oceny według podanych wcześniej kryteriów.

Scenariusz tej lekcji został opracowany na potrzeby szkoły, w której brakuje podstawowego wyposażenia, co skutkuje tym, iż doświadczenia nie mogą być wykonane przez wszystkich uczniów. Aktywność badawcza, mimo, że zastosowano pokaz, który nie jest metodą badawczą, ma miejsce wtedy, gdy uczniowie formułują hipotezy, obserwują przebieg reakcji, zapisują spostrzeżenia, podają wnioski. Wykazują ją także uczniowie prowadzący pokazy – występują oni tutaj w roli eksperymentatorów. Wyniki doświadczeń są podstawą do analizy układu okresowego – ilustrują jedną z zasad, według których pierwiastki zostały w nim uporządkowane.



## Co się stanie z roztworem wodorotlenku sodu umieszczonym w polu elektrycznym? – ćwiczenie laboratoryjne

### Cele

Uczeń:

- formułuje hipotezy, spostrzeżenia i wnioski,
- wykorzystuje zdobytą wiedzę do rozwiązania problemu.

### Kształtowane kompetencje kluczowe

Ćwiczenie to stawia ucznia w nowej sytuacji (sytuacji problemowej) i wymaga praktycznego rozwiązania tego problemu. Jest okazją do rozwijania myślenia naukowego niezbędnego do opanowania kompetencji naukowo-technicznych. Uczeń kształtuje również umiejętność uczenia się.

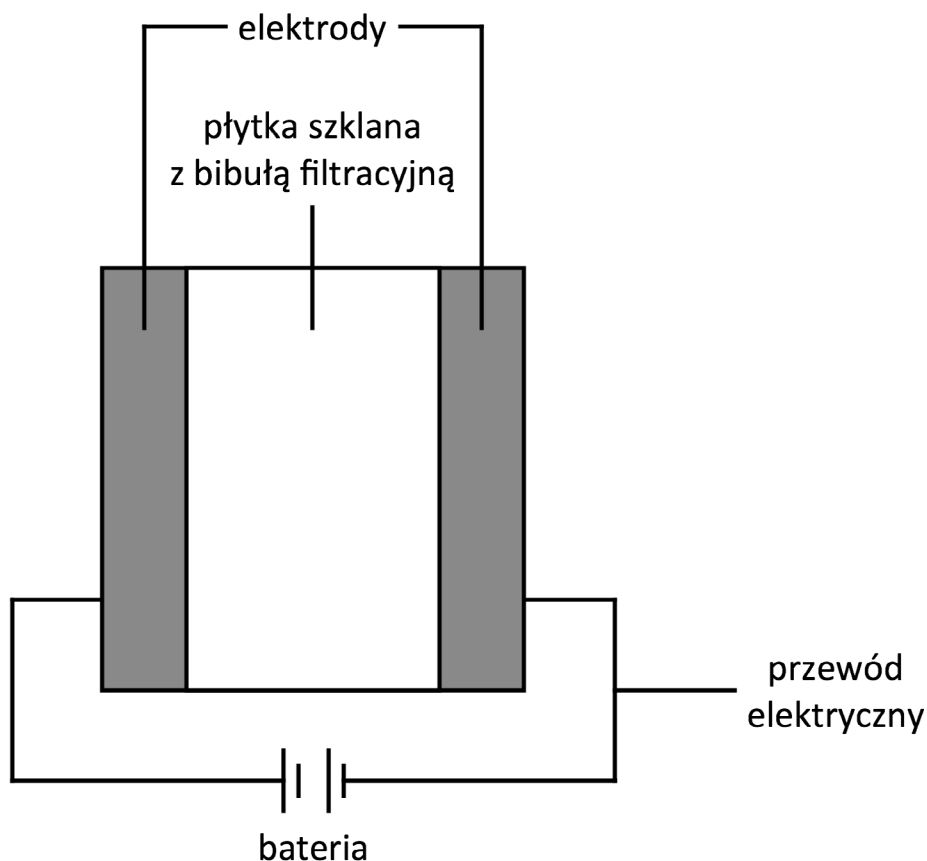
### Metody nauczania i formy pracy

- ćwiczenie laboratoryjne;
- praca indywidualna.

### Materiały i odczynniki

Aby zaobserwować wędrówkę jonów w polu elektrycznym, trzeba zbudować obwód elektryczny, którego elementami będą:

- elektrody stykające się z płytką szklaną, na której umieszczono bibułę zwilżoną 1-molowym roztworem chlorku sodu i kilkoma kroplami fenoloftaleiny (dla optymalnego efektu elektrody konieczne muszą mieć formę metalowych płytek, pomiędzy które zostanie wsunięta szklana płytka);
- przewody elektryczne z krokodylkami;
- bateria 4,5 V;
- roztwór NaCl, NaOH, fenoloftaleina.



Rys. 5. Schemat obwodu elektrycznego

Przed przystąpieniem do wykonania ćwiczenia uczniowie powinni przypomnieć sobie, że:

- NaOH dysocjuje w wodzie na jony  $\text{Na}^+$  i  $\text{OH}^-$ ;
- bateria ma dwa bieguny: dodatni i ujemny;
- fenoloftaleina zabarwia się pod wpływem jonów  $\text{OH}^-$ ;
- ładunki wędrują w polu elektrycznym.

Nauczyciel prosi uczniów, by przewidzieli, co się stanie, gdy narysują linię fenoloftaleiną na bibule. Uczniowie stawiają hipotezy. Weryfikują je później według instrukcji.

### Instrukcja

1. Za pomocą bagietki szklanej zanurzonej w roztworze zasady sodowej narysuj przez środek bibuły linię równoległą do elektrod.
2. Podłącz obwód do źródła prądu na 5 minut.
3. Obserwuj zachowanie się barwnej linii na powierzchni bibuły.
4. Narysuj wygląd linii na początku i po upływie kilku minut.
5. Sformułuj wniosek.



### Komentarz metodyczny

To doświadczenie jest atrakcyjne dla uczniów. Wymaga powiązania wiedzy z fizyki i chemii. Początkowo uczniowie próbują odgadnąć wynik. Pytania:

- Dlaczego tak sądzisz?
- Co pojawi się na bibule, gdy pomalujemy ją fenoloftaleiną?
- Jak zmienia się fenoloftaleina w obecności zasady?
- Jak ładunki zachowują się w polu elektrycznym?

pozwalają uczniom przywołać potrzebne informacje i przewidzieć wynik.

Nauczyciel powinien zadbać o to, by uczniowie poprawne (pod względem formalnym i merytorycznym sformułowali hipotezy, spostrzeżenia i wnioski.

## Które tlenki reagują z kwasami? – obserwacja

(oprac. na podstawie *Uczymy...*, 2013)

To zadanie sprawdza umiejętności formułowania spostrzeżeń oraz prowadzenia reakcji chemicznych według instrukcji.

### Cele

Uczeń:

- przeprowadza reakcje chemiczne według instrukcji;
- formułuje spostrzeżenia.

### Kształtowane kompetencje kluczowe

- kompetencje naukowo-techniczne;
- umiejętność uczenia się.

### Metody nauczania i formy pracy

- ćwiczenie laboratoryjne;
- praca indywidualna.

### Materiały i odczynniki

Roztwór kwasu solnego, oranż metylowy, tlenek sodu, tlenek fosforu(III), tlenek krzemu(IV), 4 probówki, łyżka do odczynników, statyw do probówek.





### Instrukcja

1. Do probówki z roztworem kwasu solnego dodaj jako wskaźnik oranż metylowy, który zabarwi się na czerwono.
2. Roztwór rozlej do trzech probówek.
3. Następnie wsyp do pierwszej z nich tlenek sodu, do drugiej – tlenek fosforu(III), do trzeciej – tlenek krzemu(IV).
4. Zapisz swoje spostrzeżenia.

### Karta pracy

Zapisz wyniki reakcji.

| Czy reaguje z kwasem solnym? | TAK czy NIE? |
|------------------------------|--------------|
| tlenek sodu                  | TAK / NIE    |
| tlenek fosforu(III)          | TAK / NIE    |
| tlenek krzemu(IV)            | TAK / NIE    |

### Komentarz metodyczny

Klucz odpowiedzi do zadania: 1. TAK, 2. NIE, 3. NIE.

Uczniowie mogą obserwować następujące wyniki reakcji:

- w probówce pierwszej zaszła reakcja tlenku sodu z kwasem solnym, ponieważ oranż metylowy zmienił barwę na żółtą i roztwór jest klarowny, mimo że wsypano do niego tlenek, czyli tlenek sodu reaguje z kwasem solnym;
- w probówce drugiej nie zaszła reakcja między tlenkiem fosforu(III) a kwasem, roztwór jest nadal klarowny, a oranż metylowy ma dalej czerwoną barwę, zatem tlenek fosforu(III) nie reaguje z kwasem solnym;
- w trzeciej probówce nie zaszła reakcja: tlenek opadł na dno probówki, oranż nie zmienił barwy, czyli tlenek krzemu(IV) nie reaguje z kwasem solnym.

Nauczyciel powinien wyjaśnić uczniom, że w probówce drugiej zachodzi reakcja między tlenkiem fosforu(III) a wodą, w wyniku której powstaje kwas.

Aby umożliwić uczniom interpretację wyników doświadczenia, nauczyciel może postawić następujące pytania:

- Co oznacza zmiana barwy wskaźnika w roztworze?
- Co oznacza brak zmiany barwy wskaźnika w roztworze?



- Jakie objawy towarzyszą rozpuszczaniu, a jakie roztwarzaniu substancji?
- W jakiej sytuacji osad, który powstał w próbówce po doświadczeniu, jest objawem reakcji, a w jakiej nie jest?

## Wykrywanie kwasów tłuszczowych nienasyconych w tłuszczach – ćwiczenie laboratoryjne

### Cele

Uczeń:

- przeprowadza reakcję chemiczną według instrukcji;
- formułuje wnioski na temat zawartości kwasów tłuszczowych nienasyconych w różnych tłuszczach.

### Kształtowane kompetencje kluczowe

Uczeń projektuje i wykonuje doświadczenie, którego wynik dowiedzie, że w skład oleju jadalnego wchodzi związek o charakterze nienasyconym. W ten sposób rozwija kompetencje naukowo-techniczne i umiejętność uczenia się.

### Komentarz dla ucznia

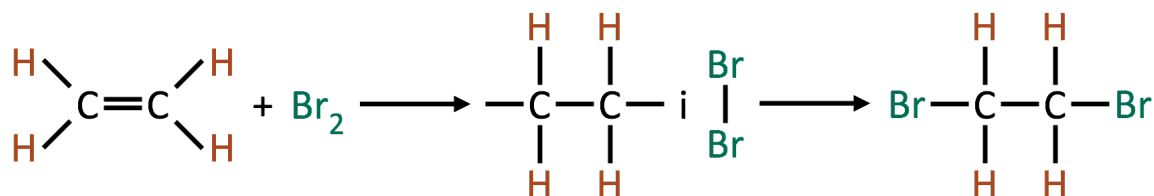
Za pomocą wody bromowej wykryjesz nienasycone kwasy tłuszczowe w różnych tłuszczach.

Zadanie będzie ciekawe dla uczniów, jeśli pozwolimy im zbadać różne tłuszcze, zwłaszcza te, które obecnie są promowane, albo takie, których dietetycy nie polecają ze względu na możliwe negatywne skutki zdrowotne. Przed lekcją dobrze byłoby poprosić uczniów, by przynieśli z domu do badania różne próbki. Powinny się wśród nich znaleźć masło, tran, margaryna, olej słonecznikowy, palmowy, kokosowy.

Tłuszcze twarde przed użyciem należy stopić. Odczynnikiem, za pomocą którego wykrywa się nienasycone kwasy tłuszczowe, jest woda bromowa. To wodny roztwór bromu o barwie mocnej herbaty. Gdy brom przyłącza się do węgla w cząsteczce kwasu tłuszczowego w miejscu występowania wiązania wielokrotnego, znika z roztworu, dlatego zawartość próbki traci barwę. Dla ustalenia wyniku ćwiczenia dla różnych tłuszczów należy w jednej z probówek pozostawić trochę wody bromowej i porównywać jej kolor z barwą tłuszczów zmieszanych z tym odczynnikiem. Innym odczynnikiem, który odbarwi się pod wpływem nienasyconych kwasów tłuszczowych, jest manganian potasu(VII).



Oto zapis reakcji odbarwienia wody bromowej przez nienasycone kwasy tłuszczowe:



### Sprzęt i odczynniki

Woda bromowa, po ok. 3 ml tłuszczów, probówki w liczbie o 1 większej od liczby próbek, statyw do probówek.

### Przebieg ćwiczenia

Uczniowie nalewają do probówek po ok. 3 ml odczynnika i do każdej dodają inny tłuszcz. Zawartość energicznie mieszają i obserwują zmianę barwy.

Po otrzymaniu wyników odpowiadają na pytania:

- Które tłuszcze zawierają nienasycone kwasy tłuszczowe?
- Jak wytłumaczyć, że tran, tłuszcz płynny, nie odbarwił wody bromowej?
- Jakiego wyniku reakcji etenu z wodą bromową możemy oczekiwać? Dlaczego?

### Komentarz metodyczny

Opisana reakcja jest bezpieczna i nie wymaga użycia skomplikowanego sprzętu, dlatego możemy tak zaplanować lekcję, że każdy uczeń przeprowadzi swoją próbę. Podsumowaniem reakcji będzie jej zapis oraz opis zmiany barwy mieszaniny. Dodatkowo uczniowie powinni zinterpretować wyniki, odpowiadając na podane pytania. Dzięki nim uświadomią sobie m.in., że nie zawsze tłuszcze płynne zawierają kwasy nienasycone.



## Przydatne strony

1. Na stronie internetowej [LiveChem](#) można wirtualnie przeprowadzać proste doświadczenia z chemii analitycznej (nieorganicznej) i obserwować zachodzące reakcje. Spośród dostępnych na liście odczynników wybieramy dwa, a następnie możemy obejrzeć film pokazujący reakcję (lub jej brak) pomiędzy wybranymi odczynnikami. Strona na pewno przyda się do utrwalenia wiadomości na temat barwy wodnych roztworów soli, barwy osadów lub związków kompleksowych.
2. Na stronie [Eksperymentychemiczne.pl](#) znajdziemy propozycje wielu doświadczeń i ćwiczeń laboratoryjnych wraz z opisami, zdjęciami i filmami. Dołączone są też komentarze teoretyczne.



## Bibliografia

Burewicz A., Jagodziński P., Wolski R., (2008), [\*Metodyka eksperymentu chemicznego\*](#), Poznań: Uniwersytet im. Adama Mickiewicza [także online, dostęp dn. 20.11.2017, pdf. 2 MB].

[Chemia, liceum ogólnokształcące i technikum – zakres podstawowy \(projekt\)](#), (b.r.) [online, dostęp dn. 20.11.2017, pdf. 435 kB].

[Chemia, liceum ogólnokształcące i technikum – zakres rozszerzony \(projekt\)](#), (b.r.) [online, dostęp dn. 20.11.2017, pdf. 360 kB].

[Uczymy myślenia. Zadania na lekcje z przedmiotów przyrodniczych](#), (2013), Warszawa: IBE [także online, dostęp dn. 20.11.2017, pdf. 1,91 MB].

## Spis ilustracji

|                                                                                                                               |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Rys. 1. Strategie zajęć chemicznych                                                                                           | 8  |
| Rys. 2. Rodzaje wnioskowania przy omawianiu struktury, właściwości i zastosowania substancji (na podst. Burewicz i in., 2008) | 11 |
| Rys. 3. Związek kompleksowy, w którym jon $\text{Cu}^{2+}$ jest kompleksowany przez cztery grupy peptydowe                    | 16 |
| Rys. 4. Doświadczenia, które umożliwiają porównywanie aktywności metali.                                                      | 23 |
| Rys. 5. Schemat obwodu elektrycznego                                                                                          | 26 |

