



## Jak dokonać identyfikacji anionu w wodnym roztworze soli?

- [Wprowadzenie](#)
- [Przeczytaj](#)
- [Wirtualne laboratorium – I](#)
- [Grafika interaktywna](#)
- [Dla nauczyciela](#)



## Jak dokonać identyfikacji anionu w wodnym roztworze soli?

Czy wiesz, że w pracowni chemicznej też możesz próbować rozwijać swoje zdolności analityczne i identyfikować jony w roztworach.

Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Wyobraź sobie, że pracujesz w biurze detektywistycznym lub jednostce policji. Dostajesz wezwanie na miejsce „wypadku”. Na miejscu zbrodni zbierane i analizowane są najmniejsze poszlaki, aby móc spróbować odtworzyć przebieg wydarzeń. Wiesz dobrze, że wykorzystanie zaawansowanej technologii do badania materiału dowodowego pozwala na niezwykle dokładną jego analizę i może pomóc rozwiązać „zagadkę”. Starasz się być niezwykle skoncentrowany i zwracasz uwagę na każdy, nawet najmniejszy szczegół.

Czy wiesz, jak identyfikować aniony w roztworach?

### Twoje cele

- Rozróżnisz próbki wodnych roztworów soli, zawierających różne aniony, przy pomocy reakcji chemicznych.
- Przeprowadzisz analizę próbki pierwotnej w celu identyfikacji anionu.

# Przeczytaj

## Procedura ogólna analizy jonów

Klasyczna analiza substancji chemicznych polega na przeprowadzeniu, w odpowiednich warunkach, szeregu reakcji chemicznych. Reakcje te zwykle powodują przekształcenie składników analizowanej substancji lub mieszaniny w połączenia posiadające charakterystyczne barwy lub w osady. Przystępując do analizy jakościowej jonów, należy zwrócić uwagę na pewne cechy roztworów, wynikające z obecności niektórych jonów. Obserwacje te mogą być pomocne w przeprowadzeniu analizy. Do cech tych należą: zapach i odczyn roztworu, ale przede wszystkim jego barwa.

### Zapach roztworu

Charakterystyczny zapach mogą wykazywać próbki zawierające aniony:  $\text{CH}_3\text{COO}^-$  (octu),  $\text{S}^{2-}$  (zgniłych jaj) i  $\text{CN}^-$  (migdałów) oraz inne aniony lotnych kwasów, jak:  $\text{SO}_3^{2-}$ ,  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ ,  $\text{NO}_2^-$ . Zapach staje się wyraźniejszy po dodaniu rozcieńczonego kwasu  $\text{HCl}$  lub  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , a także po podgrzaniu. Sprawdzanie zapachu należy wykonywać bardzo ostrożnie (utleniający się gaz kierować wachlującym ruchem dłoni w stronę nosa) ze względu na trujące właściwości niektórych gazów, np.  $\text{HCN}$ .

### Odczyn roztworu

#### Obojętny

- aniony mocnych kwasów i kationy mocnych zasad (np.  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{NaCl}$ );
- aniony słabych kwasów i kationy słabych zasad (np.  $\text{NH}_4\text{CN}$ ,  $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ ) – odczyn zbliżony do obojętnego.

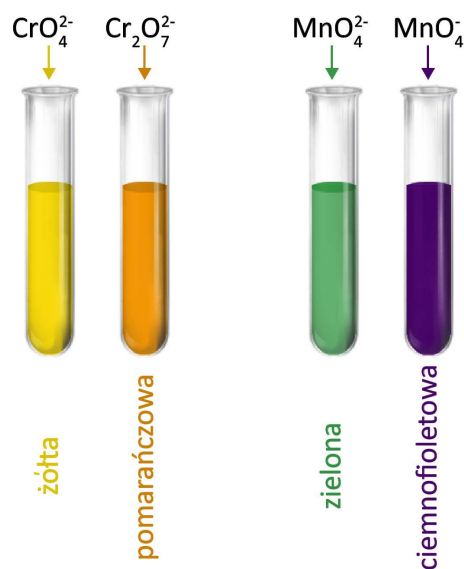
#### Zasadowy

- aniony słabych kwasów i kationy mocnych zasad (np.  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{K}_3\text{AsO}_4$ ).

### Kwasowy

- aniony mocnych kwasów i kationy słabych zasad (np.  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ,  $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ ).

### Barwa roztworu



### barwa wodnego roztworu soli

Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0

### Ważne!

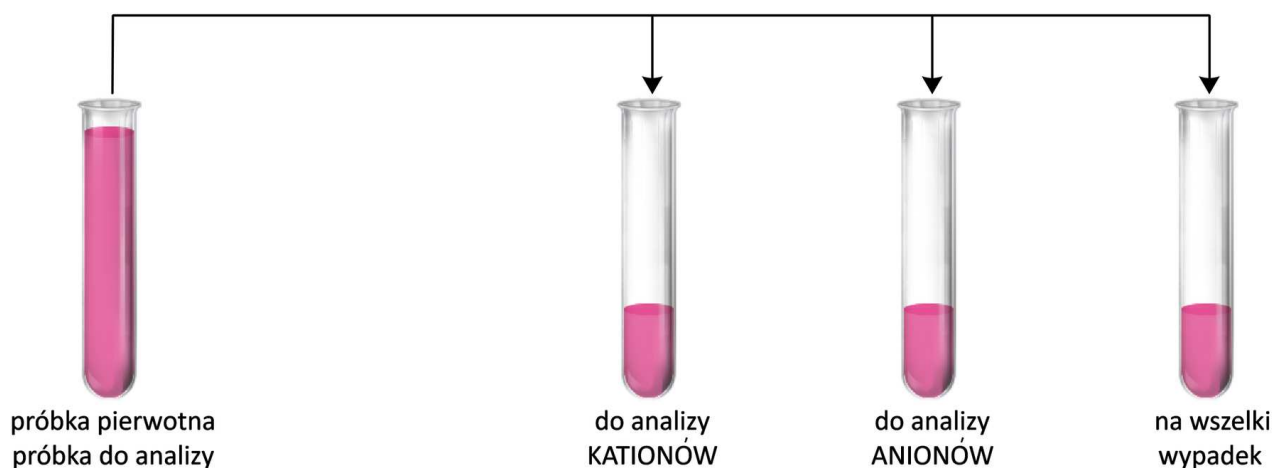
Analizując barwy roztworów, należy mieć na względzie, że obecność kilku jonów barwnych w analizowanej próbce sprawia, że obserwowana barwa roztworu jest wynikiem nałożenia się barw wywoływanych przez obecne w nim drobiny.

Przykładowo, podczas wykonywania analizy jakościowej, poza zmianą zabarwienia roztworu, możemy zaobserwować: wytrącenie białych lub barwnych osadów w reakcjach z odpowiednimi związkami chemicznymi, rozpuszczenie lub [roztworzenie](#) wytrąconych osadów w odpowiednich związkach chemicznych, wydzielenie się gazów.

Przystępując do analizy, należy pamiętać, że każdą analizę jonów roztworów prostych oraz złożonych powinno się rozpocząć od wykrycia kationów, a następnie przejść do wykrywania anionów. Kolejność ta jest wskazana z uwagi na to, że obecność

niektórych kationów wyklucza obecność pewnych anionów w roztworze. Najczęściej próbkę pierwotną roztworu dzieli się na 3 części:

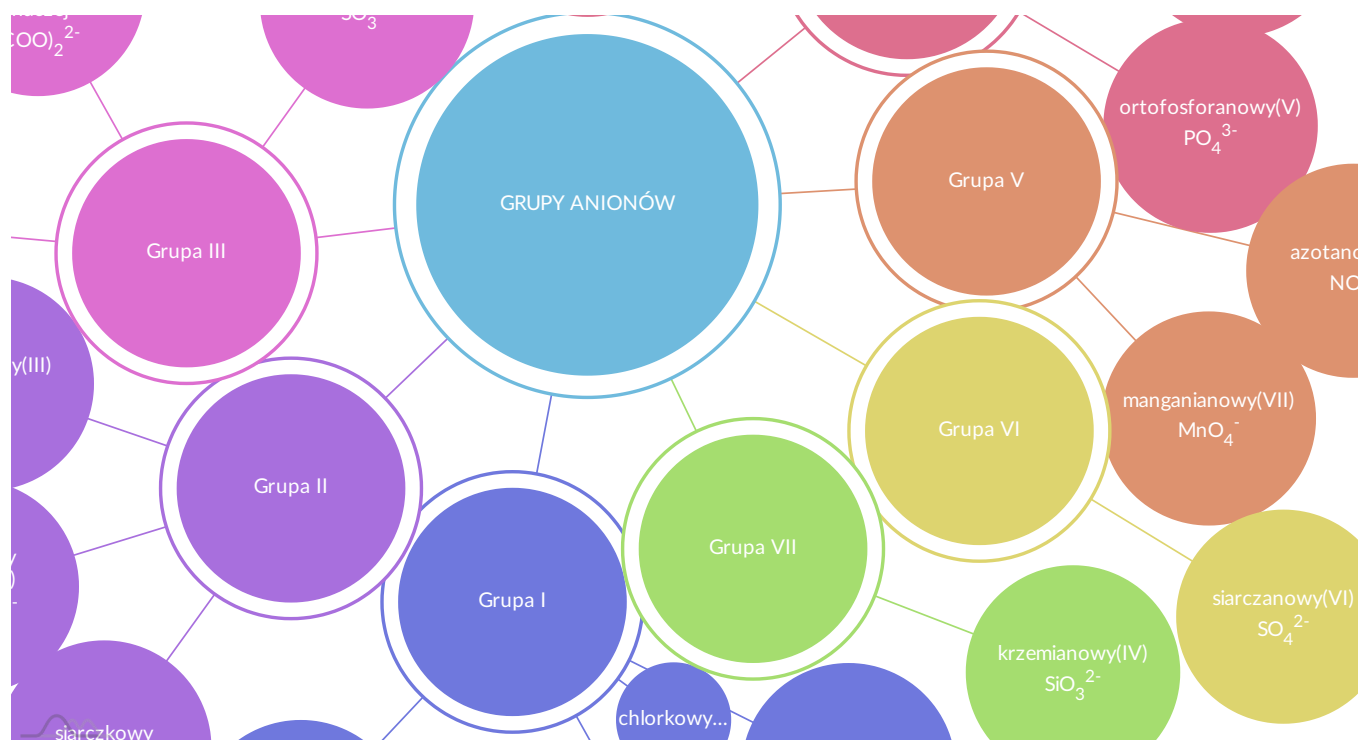
- służącą do wykrywania kationu;
- służącą do wykrywania anionu;
- będącą rezerwą w przypadku konieczności wykonania dodatkowych prób.



Analiza jakościowa

Źródło: GroMar Sp. z o. o., licencja: CC BY-SA 3.0.

## Podział anionów na grupy analityczne



Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Podstawą podziału na [grupy analityczne](#) jest podobny wynik odpowiedniej reakcji chemicznej. Podział anionów jest oparty na różnicach w zachowaniu się anionów względem jonów  $\text{Ag}^+$  i  $\text{Ba}^{2+}$  oraz o fakt, czy ewentualnie uzyskane osady soli srebra(I) i baru są rozpuszczalne w kwasie azotowym(V).

### Kryteria przyporządkowania anionów do grup analitycznych.

|                                                                                                                                                                                    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| I grupa                                                                                                                                                                            |
| Kryterium zakwalifikowania do tej grupy jest strącanie osadu z $\text{Ag}^+$ oraz jego nierozpuszczalność w $\text{HNO}_3$ o stężeniu $2 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$ .         |
| II grupa                                                                                                                                                                           |
| Kryterium zakwalifikowania do tej grupy jest strącanie osadu z $\text{Ag}^+$ oraz jego rozpuszczalność w $\text{HNO}_3$ o stężeniu $2 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$ „na gorąco”. |
| III grupa                                                                                                                                                                          |

Kryterium zakwalifikowania do tej grupy jest strącanie białego osadu z  $\text{Ag}^+$  oraz jego rozpuszczalność w  $\text{HNO}_3$  o stężeniu  $2 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$ , ale także uzyskanie białego osadu w reakcji z  $\text{BaCl}_2$  oraz jego rozpuszczalność w  $\text{HNO}_3$  o stężeniu  $2 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$ .

#### IV grupa

Kryterium zakwalifikowania do tej grupy jest strącanie barwnego osadu z  $\text{Ag}^+$  oraz jego rozpuszczalność w  $\text{HNO}_3$  o stężeniu  $2 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$ , ale także uzyskanie osadu w reakcji z  $\text{BaCl}_2$  oraz jego rozpuszczalność w  $\text{HNO}_3$  o stężeniu  $2 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$ .

#### V grupa

Nie dają osadu z odczynnikami grupowymi:  $\text{AgNO}_3$  i  $\text{BaCl}_2$ .

#### VI grupa

Kryterium zakwalifikowania do tej grupy jest uzyskanie osadów w reakcji z  $\text{BaCl}_2$  oraz ich nierozpuszczalność w  $\text{HNO}_3$  o stężeniu  $2 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$ .

#### VII grupa

Jony  $\text{Ag}^+$  wytrącają żółty osad rozpuszczalny w  $\text{HNO}_3$  o stężeniu  $2 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$ . Jony  $\text{Ba}^{2+}$  wytrącają biały osad rozpuszczalny w  $\text{HNO}_3$  o stężeniu  $2 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$ . Przy odparowaniu ze stężonym  $\text{HCl}$ , wytrąca się nierozpuszczalny osad.

| Rodzaj anionu                            | Sposób postępowania                        | Wynik                                           |        | Wnios                                                                                                                                                                   |
|------------------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------------------------------|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| aniony strącane przez jony $\text{Ag}^+$ | badana próbka (obojętna) + $\text{AgNO}_3$ | osad nierozpuszczalny w rozcień. $\text{HNO}_3$ | biały  | $\text{Cl}^-$ , $\text{CN}^-$ , $\text{S}^{2-}$                                                                                                                         |
|                                          |                                            |                                                 | barwny | $\text{Br}^-$ (żółtaw (żółty)), $\text{S}^{2-}$ (                                                                                                                       |
|                                          |                                            | osad rozpuszczalny w rozcień. $\text{HNO}_3$    | biały  | $\text{SO}_3^{2-}$ , $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ , $\text{CO}_3^{2-}$ , $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ , $\text{CH}_3\text{COO}^-$ , $\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6^{2-}$ |
|                                          |                                            |                                                 |        |                                                                                                                                                                         |

| Rodzaj anionu                               | Sposób postępowania                                                                        | Wynik                                           |        | Wnios                                                                                                                                                                                                                                |
|---------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                             |                                                                                            |                                                 | barwny | $\text{SiO}_3^{2-}$ (żółty)<br>$\text{AsO}_4^{3-}$ (żółty), $\text{AsO}_3^{3-}$ (żółty), $\text{AsO}_2^-$ (brązowy), $\text{C}$ (czerwonobrązowy), $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ (czerwonobrązowy)                                    |
| aniony strącane przez jony $\text{Ba}^{2+}$ | badana próbka (obojętna) + $\text{BaCl}_2$                                                 | osad                                            | biały  | $\text{F}^-$ , $\text{SO}_4^{2-}$ , $\text{S}^{2-}$ , $\text{PO}_4^{3-}$ , $\text{CO}_3^{2-}$ , $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ , $\text{AsO}_4^{3-}$ , $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ , $\text{C}_4\text{H}_2\text{O}_6^{2-}$ (nie zawsze) |
|                                             |                                                                                            |                                                 | barwny | $\text{CrO}_4^{2-}$ (żółty), $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ (żółty)                                                                                                                                                                    |
| aniony lotnych kwasów                       | badana próbka + rozcieńczony $\text{HCl}$ + $\text{H}_2\text{SO}_4$                        | wyzdzielanie gazu                               |        | $\text{CO}_3^{2-}$ , $\text{SO}_3^{2-}$ , $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$                                                                                                                                                                |
|                                             |                                                                                            | charakterystyczny zapach                        |        | $\text{CN}^-$ , $\text{CH}_3\text{COO}^-$ , $\text{S}^{2-}$                                                                                                                                                                          |
| aniony o właściwościach utleniających       | badana próbka + rozcieńczony $\text{H}_2\text{SO}_4$ + 2% $\text{KI}$ (kroplami) + skrobia | niebieskie zabarwienie roztworu od $\text{I}_2$ |        | $\text{ClO}_4^-$ , $\text{ClO}_3^-$ , $\text{NO}_3^-$ , $\text{CrO}_4^{2-}$ , $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ , $\text{MnO}_4^-$ , $\text{AsO}_4^{3-}$                                                                                  |

| Rodzaj anionu                        | Sposób postępowania                                                               | Wynik                                                                               | Wnios                                                                                      |
|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| aniony o właściwościach redukujących | badana próbka + rozcieńczony $\text{H}_2\text{SO}_4$ + $\text{KMnO}_4$ (kroplami) | natychmiastowe odbarwienie roztworu $\text{KMnO}_4$ (redukcja do Mn(IV) lub Mn(II)) | $\text{Br}^-$ , $\text{I}^-$ , $\text{NO}$ , $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ , $\text{S}^{2-}$ |
|                                      |                                                                                   | odbarwienie roztworu $\text{KMnO}_4$ po ogrzaniu                                    | $\text{Cl}^-$ , $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ , $\text{AsO}_3^{3-}$ , $\text{C}_4\text{E}$   |

## Analiza anionów

## Badanie 1

Znajdujesz się w laboratorium chemicznym. Przed Tobą umieszczono statyw, w którym ulokowano ulokowano dwie probówki z próbkami tego samego roztworu. Aby dokonać identyfikacji jonu, znajdującego się w próbkach, przeprowadzono reakcję z jonami srebra(I) i jonami baru. W przypadku wytrącenia się osadu, do probówki dodano kwasu azotowego(V).

W czasie wykonywania prób udało Ci się odnotować następujące **obserwacje**:

W reakcji z **jonami srebra(I)** wytrącił się żółtawy, serowaty osad, zieleniejący w obecności światła, nieroztworzalny w  $\text{HNO}_3$  o stężeniu  $2 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$ .

W reakcji z **jonami baru** osad nie powstał.

Zapisz wnioski z przeprowadzonego doświadczenia i równania zachodzących reakcji (zastosuj zapis jonowy skrócony oraz cząsteczkowy).

---

**Wnioski:**

---

**Równania reakcji**

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

## Badanie 2

W statywie umieszczono dwie probówki z próbkami tego samego roztworu. Aby dokonać identyfikacji jonu, znajdującego się w próbkach, przeprowadzono reakcję z jonami srebra(I) i jonami baru. W przypadku wytrącenia się osadu do probówki, przeprowadzono próbę z kwasem azotowym(V).

W czasie wykonywania prób dokonano następujących **obserwacji**:

W reakcji z **jonami srebra(I)** wytrącił się żółty osad. Osad ten jest rozpuszczalny w  $\text{HNO}_3$  o stężeniu  $2 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$ .

W reakcji z **jonami baru** wytrącił się biały osad, który rozpuścił się w kwasie azotowym(V) o stężeniu  $2 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$ .

Zapisz wnioski z przeprowadzonego doświadczenia i równania zachodzących reakcji (zastosuj zapis jonowy skrócony oraz cząsteczkowy).

---

**Wnioski:**

---

**Równania reakcji**

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

### Badanie 3

Znajdujesz się w laboratorium chemicznym. W statywie umieszczono dwie probówki z próbkami tego samego roztworu. Aby dokonać identyfikacji jonu, znajdującego się w próbkach, przeprowadzono reakcję z jonami srebra(I) i jonami baru. W przypadku wytrącenia się osadu do probówki, przeprowadzono próbę z kwasem azotowym(V).

W czasie wykonywania prób dokonano następujących **obserwacji**:

W reakcji z **jonami srebra(I)** wytrącił się biały osad. Osad ten jest rozpuszczalny w  $\text{HNO}_3$  o stężeniu  $2 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$ . Po ogrzaniu, osad stopniowo czernieje.

W reakcji z **jonami baru** wytrąca się biały osad. Jest on rozpuszczalny w kwasach mineralnych o stężeniu  $2 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$ . W reakcji tej wydzielą się gaz o charakterystycznym, ostrym i duszącym zapachu.

Zapisz wnioski z przeprowadzonego doświadczenia i równania zachodzących reakcji (zastosuj zapis jonowy skrócony oraz cząsteczkowy).

Wnioski:

Równania reakcji:

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

## Słownik

### chemia analityczna

dział chemii, który zajmuje się analizą związków chemicznych i mieszanin. Dzieli się na analizę ilościową, jakościową i strukturalną. Posiada duże znaczenie również w naukach, takich jak: geologia, mikrobiologia, medycyna itd.

### **analiza chemiczna ilościowa**

analiza, której celem jest ustalenie składu ilościowego substancji, np. zawartość procentowa poszczególnych składników substancji. Poprzedza ją analiza jakościowa, ponieważ w pierwszej kolejności należy stwierdzić, jakie pierwiastki wchodzą w skład analizowanej substancji

### **analiza chemiczna strukturalna**

analiza, której celem jest ustalenie struktury badanego związku chemicznego - składu atomów i sposobu ich połączenia między sobą

### **analiza wybiórcza jonów**

analiza wykrywania wybranych jonów w roztworach, polegająca na wykorzystaniu reakcji, charakterystycznych dla danego jonu. Za jej pomocą nie jest możliwa analiza każdego z jonów, ponieważ reakcji specyficznych jest niewiele

### **analiza systematyczna jonów**

analiza, której celem jest rozdzielenie i zaszeregowanie jonów obecnych w roztworze do poszczególnych grup analitycznych, a następnie przeprowadzenie odpowiednich reakcji charakterystycznych

### **reakcja charakterystyczna**

reakcja chemiczna stosowana w chemii analitycznej, umożliwiająca stosunkowo prostą identyfikację określonego indywiduum chemicznego (np. jon, grupa funkcyjna). Przykładem reakcji charakterystycznej jest zmiana zabarwienia substancji Y, powstająca w wyniku działania na nią substancją X

### **grupa analityczna**

grupa, w której dane jony (kationy, aniony) zachowują się podobnie w obecności danego odczynnika w określonych warunkach eksperymentalnych

### **roztwór prosty**

roztwór zawierający jedną sól lub jeden kwas lub zasadę

### **roztwór złożony**

roztwór zawierający więcej niż jedną sól lub jeden kwas lub zasadę

### **roztwarzanie**

reakcja chemiczna przechodzenia substancji do roztworu. W przeciwieństwie do rozpuszczania, nie powoduje odzyskania substancji wyjściowej w wyniku procesu odparowania rozpuszczalnika

### **związek kompleksowy**

związek chemiczny zawierający atom lub jon centralny otoczony ligandami (grupy lub jony związane z atomem lub jodem centralnym)

## **Bibliografia**

Dąbrowska B. E., *Ćwiczenia z podstaw chemii i analizy jakościowej*, pod. red. A. Reizer, Kraków 2000.

Kocjan R., *Chemia analityczna. T. 1. Analiza jakościowa. Analiza ilościowa klasyczna*, Warszawa 2000, wyd. 1.

Minczewski J., Marczenko Z., *Chemia analityczna. T. 1. Podstawy teoretyczne i analiza jakościowa*, Warszawa 2009, wyd. 10.

Paśko J. R., Sitko R., *Ćwiczenia laboratoryjne z chemii ogólnej i analitycznej. Skrypt dla studentów kierunku biologii*, Kraków 1996.

Bartynowska-Meus., *Analiza jakościowa jonów*, wersja popr. Paweł Miśkowiec, Barbara Krajewska, Kraków 1994,

[http://www2.chemia.uj.edu.pl/%7Emiskowiec/analiza\\_jakosciowa.pdf](http://www2.chemia.uj.edu.pl/%7Emiskowiec/analiza_jakosciowa.pdf), dostęp: 20.10.2021.

*Pracownia nr 3. Analiza jakościowa anionów. Zagadnienia do kartkówki,*

[http://www.wis.pollub.pl/files/skrypty/pliki\\_chemia09/chemia\\_skrypt\\_cz2.pdf](http://www.wis.pollub.pl/files/skrypty/pliki_chemia09/chemia_skrypt_cz2.pdf),

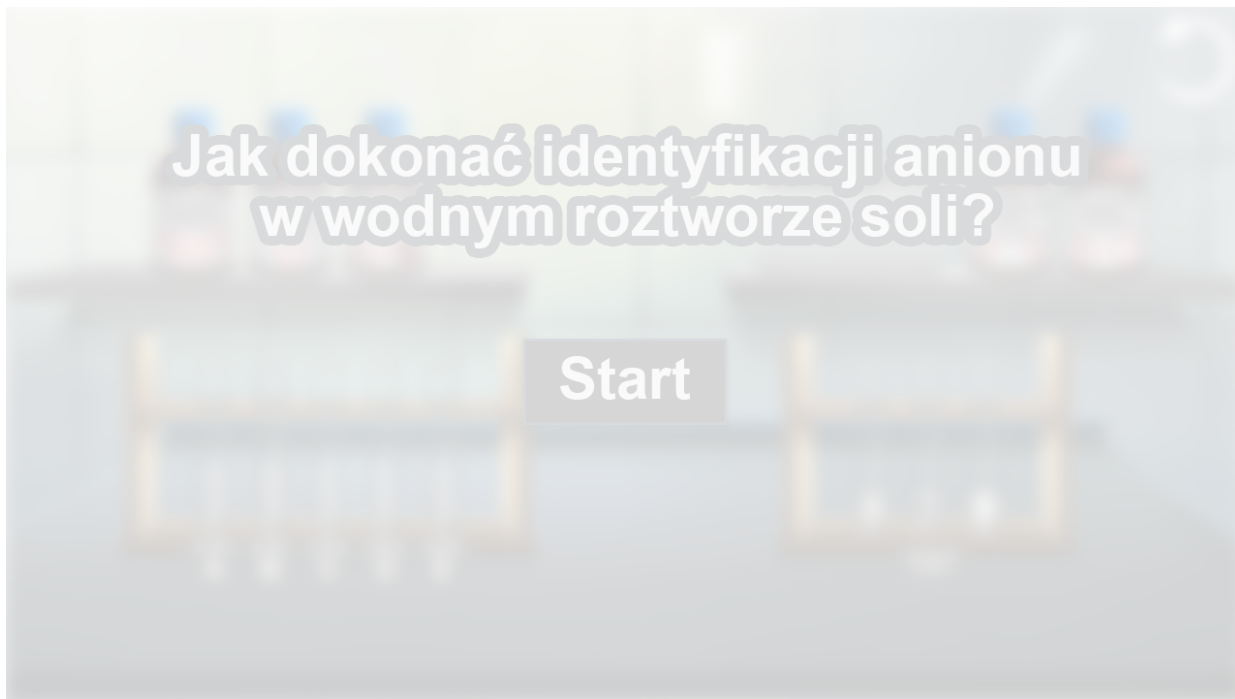
dostęp: 20.10.2021.

# Wirtualne laboratorium – I

---

## Laboratorium 1

Przeprowadź doświadczenie w wirtualnym laboratorium chemicznym, w którym znajduje się pięć probówek (analiza A-E), a Twoim zadaniem jest określenie, jaki anion znajduje się w probówce (anion chlorkowy, jodkowy, węglanowy, azotanowy(V), siarczanowy(VI)). Rozwiąż problem badawczy i zweryfikuj hipotezę. W formularzu zapisz obserwacje, a następnie sformułuj wnioski.



Zasób interaktywny dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/D12sPWxGB>

Wirtualne laboratorium pt. „Jak dokonać identyfikacji anionu w wodnym roztworze soli?”

Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

**Analiza doświadczenia:** Identyfikacja anionu w wodnym roztworze soli.

**Problem badawczy:** Jak dokonać identyfikacji anionu w wodnym roztworze soli?

**Hipoteza:** Identyfikacji anionu w wodnym roztworze soli można dokonać, używając odczynników grupowych.

---

Obserwacje:

Wyniki:

Wnioski:

### Ćwiczenie 1

Uzupełnij poniższe zdania tak, aby uzyskać prawdziwe stwierdzenia na temat wybranych reakcji przeprowadzonych w wirtualnym laboratorium.

W reakcji roztworu zawierającego jony chlorkowe z roztworem  powstał  osad, który był  w kwasie azotowym(V). W związku z tym, anion chlorkowy należy do  grupy analitycznej anionów. W reakcji tego anionu z  nie powstał żaden osad, natomiast w reakcji z  wytrącił się biały osad, który  w kwasie chlorowodorowym.

nie rozтворzył się

chlorkiem baru

biały

trzeciej

roztwarzalny

drugiej

żółty

octanem ołowiu(II)

octanu ołowiu(II)

azotanu(V) srebra

pierwszej

nieroztworzalny

chlorku baru

roztworzył się

## Ćwiczenie 2

Ułóż w odpowiedniej kolejności etapy postępowania w trakcie analizy jonów roztworów prostych oraz złożonych.

Przypisanie kationów obecnych w próbce do odpowiednich grup analitycznych.



Przeprowadzenie reakcji charakterystycznych umożliwiających identyfikację kationów w badanym roztworze.



Ocena barwy, zapachu i odczynu roztworu.



Przypisanie anionów obecnych w próbce do odpowiednich grup analitycznych.



Przeprowadzenie reakcji charakterystycznych umożliwiających identyfikację anionów w badanym roztworze.



## Ćwiczenie 3

Jedną z czynności, które warto wykonać w trakcie analizy systematycznej jonów jest określenie odczynu badanego roztworu. Przyporządkuj skład roztworu do odczynu, jaki będzie go charakteryzował.

Odczyn obojętny

aniony mocnych kwasów i  
kationy słabych zasad

Odczyn zasadowy

aniony słabych kwasów i  
kationy mocnych zasad

aniony mocnych kwasów i  
kationy mocnych zasad

Odczyn kwasowy

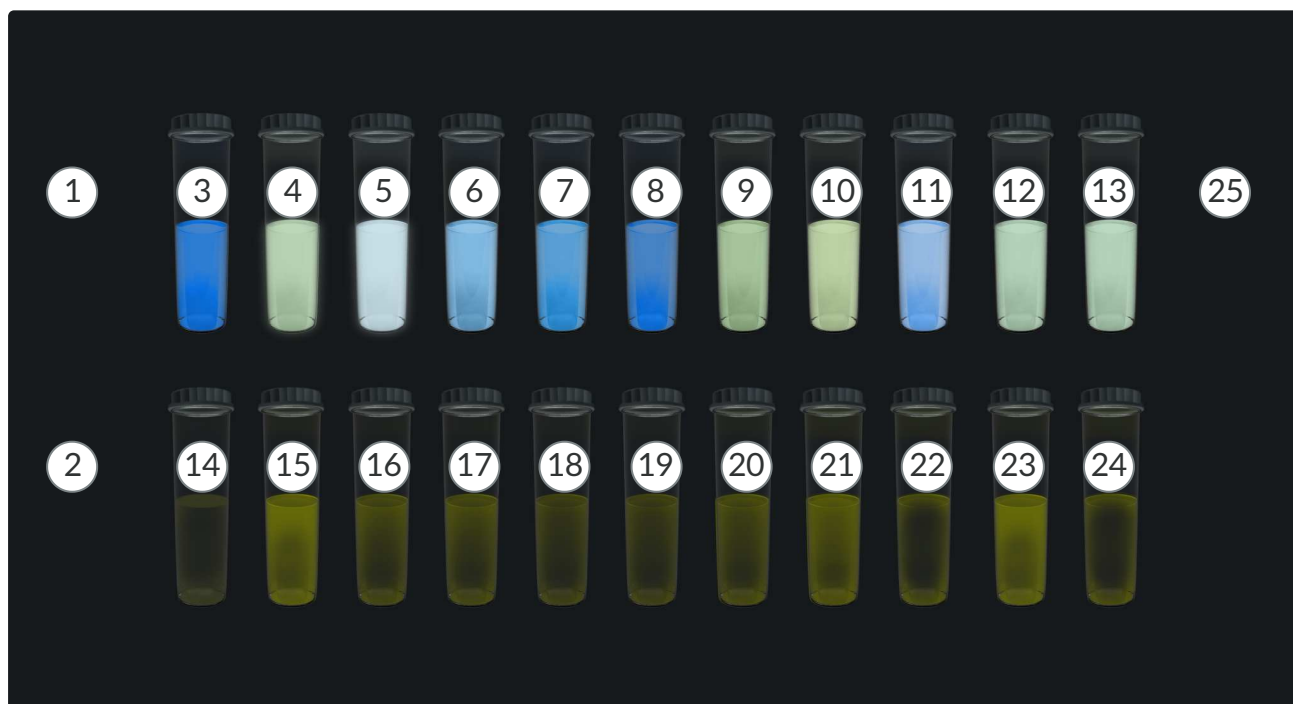
aniony słabych zasad i kationy  
słabych zasad

# Grafika interaktywna

---

## Polecenie 1

Czy wiesz, że wybrane aniony można zidentyfikować za pomocą takiej metody jak fluorescencja? Wykorzystuje się wówczas odpowiedni wskaźnik, który w obecności odpowiedniego anionu, charakteryzuje się różną długością fali. Zapoznaj się z grafiką interaktywną na ten temat, a następnie na jej podstawie wykonaj poniższe ćwiczenia.



1

## Co to jest fluorescencja?

Fluorescencja jest to emisja promieniowania elektromagnetycznego, najczęściej światła widzialnego. Fluorescencja jest wynikiem wzbudzenia atomów w materiale, które następnie reemituje światło niemal natychmiast (w ciągu około  $10^{-8}$  sekund).

Początkowe wzbudzenie jest zwykle spowodowane absorpcją energii z padającego promieniowania lub cząstek, takich jak promieniowanie rentgenowskie lub elektrony. Ponieważ reemisja zachodzi bardzo szybko, fluorescencja zanika, gdy tylko źródło wzbudzenia zostanie usunięte, w przeciwieństwie do fosforescencji, która utrzymuje się jako poświata.

Przykłady zastosowań fluorescencji w życiu codziennym:

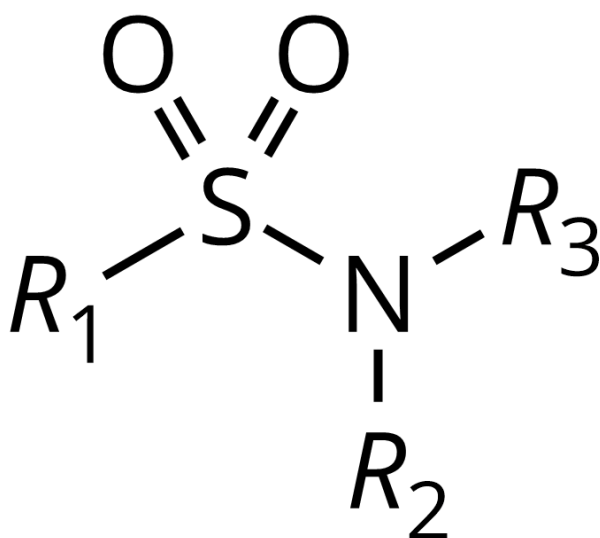
- żarówka fluorescencyjna zawiera proszek i gaz, które w wyniku dostępu elektryczności emitują promieniowanie ultrafioletowe stymulujące powłokę rury do emitowania światła;
- a co z pikselami telewizora lub ekranu komputera? Oczywiście że ulegają one fluorescencji, gdy dochodzą do nich elektrony z działu elektronowego;

- a co się stanie gdy dodamy środka fluorescencyjnego z emisją w niebieskim obszarze widma do detergentów? Tkaniny będą wyglądać na bielsze w świetle słonecznym;

2

## Badania

Grupa naukowców ze Stanów Zjednoczonych zsyntetyzowała dwa analogiczne układy oparte na dibenzofenazynie funkcjonalizowane grupami sulfonamidowymi, różniące się tylko obecnością podstawnika jodowego.



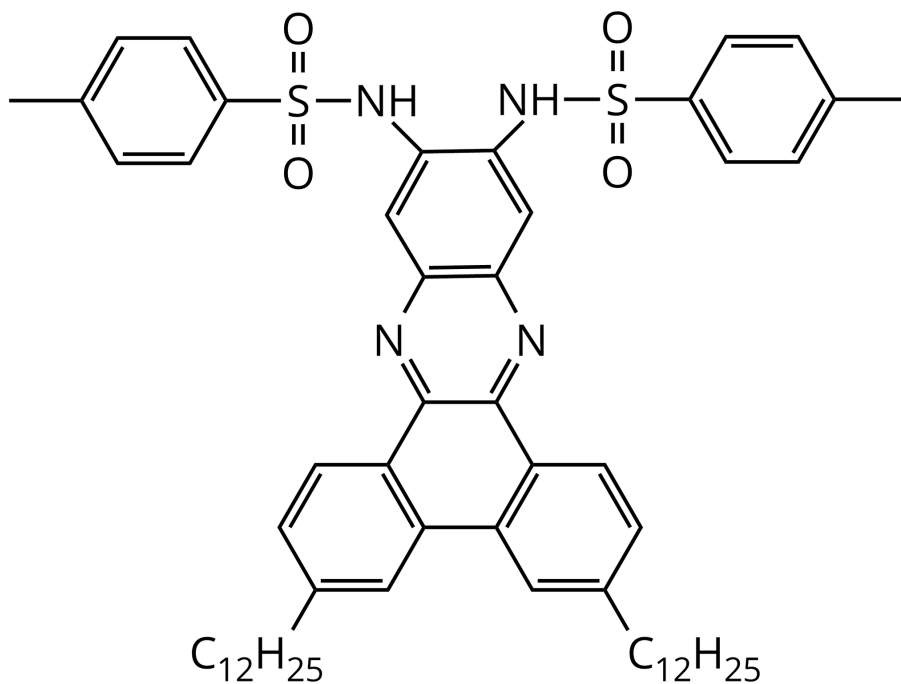
Wzór ogólny sulfonamidu, gdzie  $R_1$  – dowolna grupa organiczna,  $R_2, R_3$  – H lub grupa organiczna. Licencja: domena publiczna. Źródło: wikipedia.org

Następnie przetestowali oni oba układy w technice zwanej fluorescencją, w obecności różnych anionów.

Przejrzyj znaczniki i zanotuj, które aniony wykazują zmianę barwy czujnika fluorescencyjnego na charakterystyczny kolor, a następnie zajrzyj do znacznika nr 25, aby potwierdzić swoje obserwacje.

3

## Sulfonamid na bazie dibenzofenazyny (1)



4



5



6



7



8



9



10



11



12

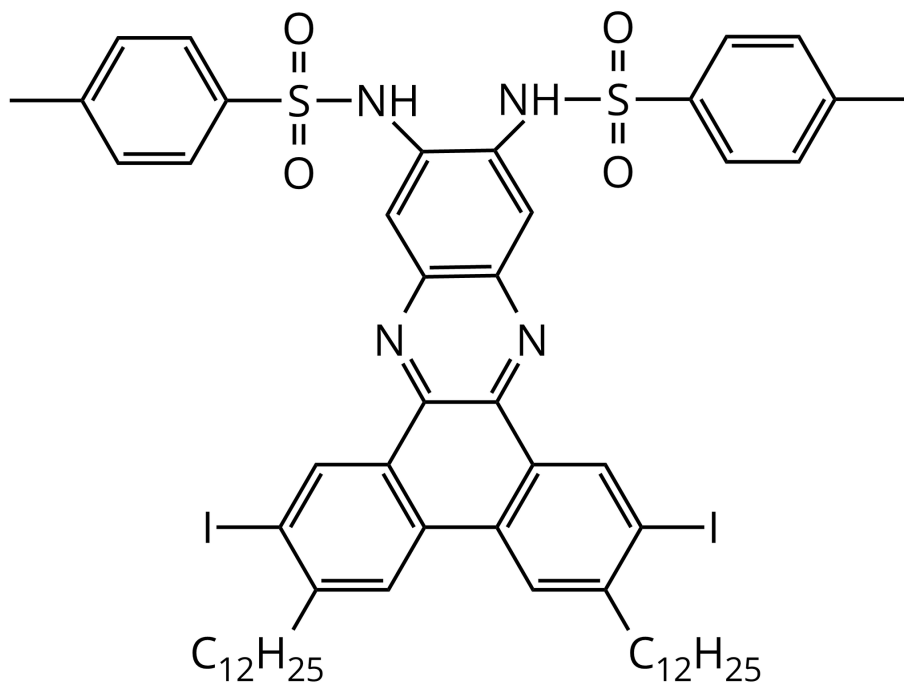


13



14

Sulfonamid na bazie dibenzofenazyny (2)



15



16



17



18



19



20

---



21

---



22

---



23

---



24

---



25

---

## Podsumowanie

Obie cząsteczki (1) i (2) okazały się skutecznymi czujnikami fluorescencyjnymi włączania kilku anionów w chloroformie. W obu przypadkach zaobserwowano reakcje na jony

- octanowe ( $\text{AcO}^-$ );
- benzoesanowe ( $\text{BzO}^-$ );
- cyjankowe ( $\text{CN}^-$ );
- fluorkowe ( $\text{F}^-$ );

Naukowcy wykonując odpowiednie analizy wykazali, że te aniony wiążą się z czujnikami fluorescencyjnymi poprzez wiązanie wodorowe z grupami N–H obecnymi w sulfonamidach.

Grafika interaktywna pt. „Jak dokonać identyfikacji anionu w wodnym roztworze soli?”

Źródło: GroMar Sp. z o.o. oprac. na podst.: Zhang Y., Barlow S., Marder S. R., Al-Sayah M. H., Kaafarani B. R., Fluorescent detection of anions by dibenzophenazine-based sensors, „Tetrahedron Letters” 2012, t. 53, nr 6, s. 661-665, ISSN 0040-4039 oraz <https://www.britannica.com/science/fluorescence>, dostępny w internecie: Zhang Y., Barlow S., Marder S. R., Al-Sayah M. H., Kaafarani B. R., Fluorescent detection of anions by dibenzophenazine-based sensors, „Tetrahedron Letters” 2012, t. 53, nr 6, s. 661-665, <https://doi.org/10.1016/j.tetlet.2011.11.121>., licencja: CC BY-SA 3.0.

## Ćwiczenie 1

Wybierz poprawne odpowiedzi. Które z wymienionych anionów wykazały aktywność w kierunku czujników fluorescencyjnych, omówionych w poleceniu nr 1?

☐  $\text{AcO}^-$

☐  $\text{Br}^-$

☐  $\text{I}^-$

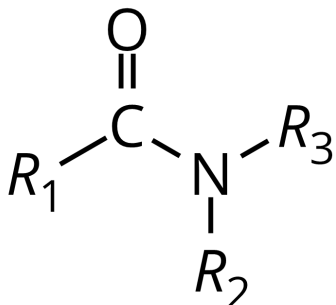
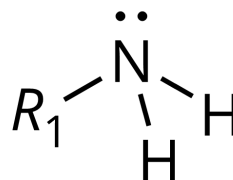
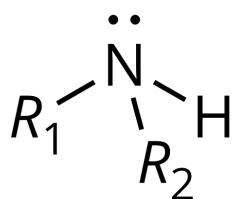
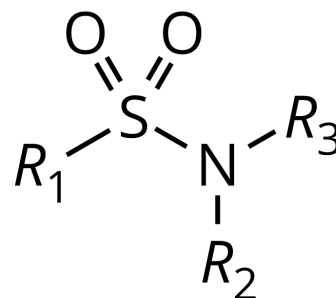
☐  $\text{Cl}^-$

☐  $\text{CN}^-$

☐  $\text{F}^-$

## Ćwiczenie 2

Zaznacz poprawny wzór ogólny sulfonamidu.

☐☐☐☐

Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

## Ćwiczenie 3

Zaznacz poprawną definicję fluorescencji.

- ☐ Fluorescencja jest to emisja promieniowania ultrafioletowego.
- ☐ Fluorescencja jest to absorpcja promieniowania elektromagnetycznego.
- ☐ Fluorescencja jest to absorpcja promieniowania ultrafioletowego.
- ☐ Fluorescencja jest to emisja promieniowania elektromagnetycznego.



# Dla nauczyciela

---

## Scenariusz zajęć

**Autor:** Wioleta Kopek-Putała, Krzysztof Błaszczak

**Przedmiot:** chemia

**Temat:** Jak dokonać identyfikacji anionu w wodnym roztworze soli?

**Grupa docelowa:** uczniowie III etapu edukacyjnego, liceum, technikum, zakres podstawowy i rozszerzony; uczniowie III etapu edukacyjnego – kształcenie w zakresie podstawowym i rozszerzonym

### Podstawa programowa:

Poziom podstawowy

II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Uczeń:

5) wykorzystuje wiedzę i dostępne informacje do rozwiązywania problemów chemicznych z zastosowaniem podstaw metody naukowej.

III. Opanowanie czynności praktycznych. Uczeń:

2) projektuje i przeprowadza doświadczenia chemiczne, rejestruje ich wyniki w różnej formie, formułuje obserwacje, wnioski oraz wyjaśnienia.

Poziom rozszerzony

II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Uczeń:

5) wykorzystuje wiedzę i dostępne informacje do rozwiązywania problemów chemicznych z zastosowaniem podstaw metody naukowej.

III. Opanowanie czynności praktycznych. Uczeń:

2) projektuje i przeprowadza doświadczenia chemiczne, rejestruje ich wyniki w różnej formie, formułuje obserwacje, wnioski oraz wyjaśnienia.

### **Kształtowane kompetencje kluczowe:**

- kompetencje w zakresie rozumienia i tworzenia informacji;
- kompetencje matematyczne oraz kompetencje w zakresie nauk przyrodniczych, technologii i inżynierii;
- kompetencje cyfrowe;
- kompetencje osobiste, społeczne i w zakresie umiejętności uczenia się.

### **Cele operacyjne**

**Uczeń:**

- dokonuje podziału anionów na grupy analityczne;
- omawia reakcje charakterystyczne wybranych anionów;
- pisze równania reakcji charakterystycznych dla poszczególnych anionów;
- przedstawia wynik reakcji charakterystycznych anionów;
- omawia, jak przebiega proces identyfikacji próbki pierwotnej w celu wykrycia anionu;
- planuje kolejne kroki w celu wykrycia anionu.

### **Strategie nauczania:**

- asocjacyjna;
- problemowa.

## **Metody i techniki nauczania:**

- dyskusja dydaktyczna;
- symulacja interaktywna;
- grafika interaktywna;
- analiza materiału źródłowego;
- ćwiczenia uczniowskie;
- róża wiatrów.

## **Formy pracy:**

- praca w parach;
- praca indywidualna;
- praca całego zespołu klasowego.

## **Środki dydaktyczne:**

- komputery z głośnikami, słuchawkami i dostępem do Internetu,
- zasoby multimedialne zawarte w e-materiale;
- tablica interaktywna/tablica, pisak/kreda;
- rzutnik multimedialny.

## **Przebieg zajęć**

### **Faza wstępna:**

1. Nauczyciel korzysta ze wstępu z e-materiału i zadaje uczniom pytanie: W jaki sposób można dokonać identyfikacji anionów w roztworach wodnych?
2. Ustalenie celów lekcji. Nauczyciel podaje temat zajęć i wspólnie z uczniami ustala cele lekcji, które uczniowie zapisują na kartkach i gromadzą w portfolio.

3. Rozpoznawanie wiedzy wyjściowej uczniów. Uczniowie starają się udzielić odpowiedzi na pytania:

- Na ile grup analitycznych podzielono aniony?
- Jakie aniony zalicza się do II grupy analitycznej?

### **Faza realizacyjna:**

1. Uczniowie pracują indywidualnie z e-materiałem w sekcji „Przeczytaj”.  
W pierwszym etapie poznają ogólną procedurę analizy jonów, i reakcje anionów z jonami  $\text{Ag}^+$  oraz  $\text{Ba}^{2+}$ , a następnie podział anionów na grupy analityczne wg Bunsena i ogólne kroki postępowania podczas wykrywania anionu. Uczniowie układają pytania do tekstu, które zadają sobie nawzajem po wyznaczonym czasie. Pozostali uczniowie i nauczyciel weryfikują pod względem merytorycznym wypowiedzi uczniów. W przypadku ewentualnych trudności nauczyciel wspomaga uczniów swoimi wskazówkami lub komentarzami.
2. Uczniowie przechodzą do wykrywania konkretnego anionu/anionów, pracując w parach z wirtualnym laboratorium i materiałami dostępnymi w internecie. Nauczyciel koryguje ewentualne nieścisłości lub błędy. Po wykonaniu zadania/zadań, poszczególni uczniowie zapisują na tablicy równania reakcji charakterystycznych dla identyfikowanych anionów, a pozostali uczniowie i nauczyciel czuwają nad poprawnością zapisu.
3. Nauczyciel proponuje pracę z grafiką interaktywną. Uczniowie zapoznają się z poleceniem i wykonują zawarte w medium ćwiczenia.

### **Faza podsumowująca:**

1. Róża wiatrów (patrz materiały pomocnicze). Nauczyciel poprzez zastosowanie tego narzędzia może dokonać ewaluacji zajęć, umieszczając nazwy elementu podlegającego ocenie, np. atmosfera zajęć, przydatność materiałów, stopień zaangażowania uczniów, zainteresowanie tematem, stopień opanowania zagadnienia, wynikający z zamierzonych do osiągnięcia celów lekcji, stopień trudności materiału, atrakcyjność lekcji i etc. Przygotowaną „różę” nauczyciel rozdaje uczniom i prosi o zaznaczenie na każdej osi punktu odpowiadającego

ocenie. Następnie punkty na sąsiednich osiach uczniowie łączą ze sobą i w ten sposób każdy z uczniów otrzymuje swoją „różę”, którą wręcza prowadzącemu. Nauczyciel może odnieść się do tego ogólnie w ramach podsumowania po wcześniej analizie.

### **Praca domowa:**

Uczniowie wykonują pozostałe ćwiczenia w e-materiale, których nie zdążyli wykonać na lekcji.

### **Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania multimedium:**

Symulację interaktywną można użyć np. na lekcji dotyczącej wykrywania poszczególnych jonów lub na dniach otwartych dla przyszłych uczniów. Uczniowie mogą skorzystać z medium podczas przygotowywania się do lekcji czy pracy kontrolnej.

### **Materiały pomocnicze:**

Nauczyciel przygotowuje do ewaluacji lekcji różę wiatrów. Róża wiatrów jest jedną z graficznych metod pozwalających ocenić jednocześnie wiele elementów zajęć. W przypadku ewaluacji zajęć, na osiach w miejsce kierunku umieść się nazwę elementu podlegającego ocenie (atmosfera zajęć, przydatność materiałów, stopień zaangażowania uczniów, zainteresowanie tematem, stopień opanowania zagadnienia wynikający z zamierzonych do osiągnięcia celów lekcji, stopień trudności materiału, atrakcyjność lekcji). Liczba osi jest dowolna i może być rozbudowywana w zależności od potrzeb. Linie osi podziel na odcinki i przypisz im odpowiednie wartości – od 1 do 10 lub skalę ocen 1-6. Tak przygotowaną „różę” rozdaj uczestnikom i poproś o zaznaczenie na każdej osi punktu odpowiadającego ocenie. Następnie punkty na sąsiednich osiach uczniowie łączą ze sobą i w ten sposób każdy z uczniów otrzymuje swoją „różę”, którą wręcza prowadzącemu.