



Reakcje charakterystyczne kationów  $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $Mg^{2+}$  oraz  $NH_4^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Ba^{2+}$ ,  $Sr^{2+}$

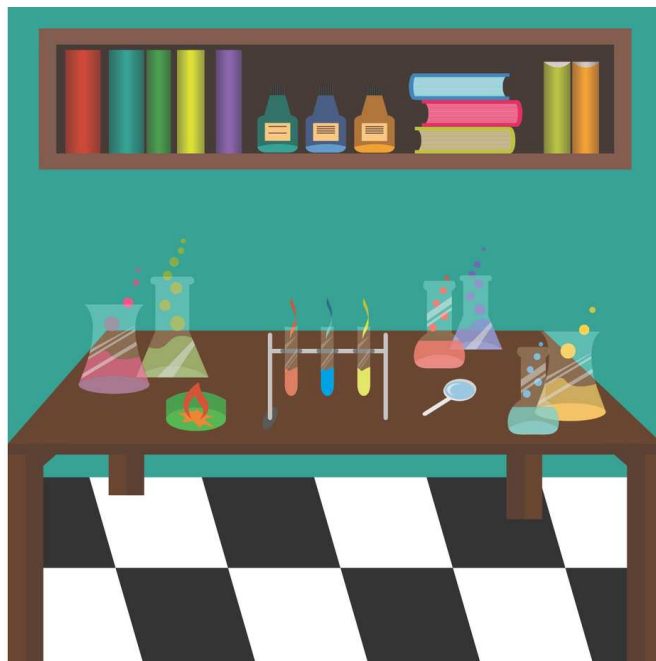
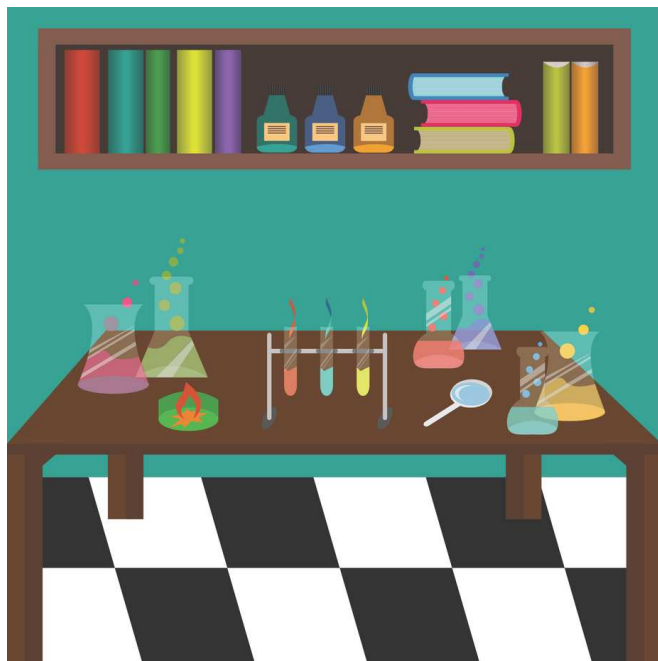
- [Wprowadzenie](#)
- [Przeczytaj](#)
- [Wirtualne laboratorium – S](#)
- [Sprawdź się](#)
- [Dla nauczyciela](#)



## Reakcje charakterystyczne kationów $K^+$ , $Na^+$ , $Mg^{2+}$ oraz $NH_4^+$ , $Ca^{2+}$ , $Ba^{2+}$ , $Sr^{2+}$

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

Być może pamiętasz, jak w czasach dzieciństwa jedną z form rozrywki było rozwiązywanie różnych krzyżówek, łamigłówek. Może również ćwiczyłeś/ćwiczyłaś spostrzegawczość, rozwiązując zadania typu „Znajdź pięć szczegółów, którymi różnią się te rysunki”. Udawało Ci się znaleźć wszystkie różnice? Zazwyczaj takie rysunki na pierwszy rzut oka wydają się bliźniaczo do siebie podobne, dopiero przy dłuższym wpatrywaniu się można dostrzec pewne różnice. W laboratorium chemicznym możemy spotkać wiele substancji chemicznych, które wizualnie wydają się takie same, ale z chemicznego punktu widzenia zupełnie już nie są. Pomimo podobieństwa zewnętrznego dwóch lub większej liczby substancji chemicznych, ich właściwości fizykochemiczne – w tym pewne zachowania wobec innych substancji – są odmienne. Każdy z kationów wymienionych w tytule lekcji ma swoje „chemiczne zachowania”, nazywane w chemii reakcjami charakterystycznymi, które w mniejszym lub większym stopniu odróżniają go od innych kationów. Pozwala to na 100% identyfikację danej substancji. W tej lekcji przyjrzymy się właśnie wspomnianym reakcjom charakterystycznym kationów:  $Na^+$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $NH_4^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Ba^{2+}$  i  $Sr^{2+}$ .



Rysunki różnią się między sobą dziewięcioma szczegółami. Potrafisz je odnaleźć?

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

### Twoje cele

- Dokonasz podziału kationów na grupy analityczne.
- Omówisz reakcje charakterystyczne kationów V i IV grupy analitycznej.
- Zapiszesz równania reakcji charakterystycznych dla poszczególnych kationów.
- Omówisz, jak przebiega proces identyfikacji próbki pierwotnej w celu wykrycia kationu.
- Zaplanujesz kolejne kroki w celu wykrycia danego kationu.

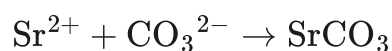
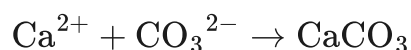
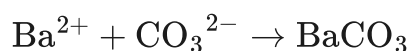
# Przeczytaj

---

## IV grupa kationów

Do IV grupy kationów należą:  $\text{Ba}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Sr}^{2+}$ .

Odczynnikiem grupowym dla tych jonów jest wodny roztwór węglanu amonu, w obecności [buforu](#) amonowego. Z kolei przy anionach węglanowych w roztworze wodnym dochodzi do wytrącenia się osadów:



Zastosowanie dodatkowo, prócz węglanu amonu, buforu amonowego ma na celu zahamowanie hydrolizy anionów węglanowych. Dzięki temu powstają aniony wodorowęglanowe  $\text{HCO}_3^-$ , a ich sole – wodorowęglany baru, strontu i wapnia – są rozpuszczalne w wodzie.

### Jony $\text{Ba}^{2+}$

| Barwa płomienia                                                                                            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Lotne sole baru, wprowadzone do płomienia palnika, powodują, że pojawia się zielone zabarwienie płomienia. |
| Reakcja z $\text{H}_2\text{SO}_4$                                                                          |

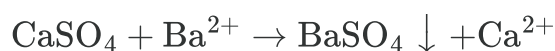
Rozcieńczony kwas siarkowy(VI) strąca biały osad siarczanu baru.



W stężonym kwasie siarkowym(VI) może powstawać rozpuszczalny wodorosiarczan (VI) baru ( $\text{Ba}(\text{HSO}_4)_2$ ).

#### **Reakcja z wodą gipsową $\text{CaSO}_{4(\text{aq})}$**

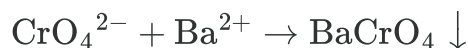
Nasycony roztwór  $\text{CaSO}_4$  strąca biały osad siarczanu(VI) baru. Osad powstaje natychmiast po dodaniu wody gipsowej.



Podobnie zachowuje się  $\text{Sr}^{2+}$ , lecz  $\text{SrSO}_4$  strąca się dopiero po pewnym czasie.

#### **Reakcja z $\text{K}_2\text{CrO}_4$ lub $\text{K}_2\text{CrO}_7$**

Roztwór chromianu(VI) lub dichromianu(VI) potasu strąca żółty osad chromianu (VI) baru, który roztwarza się w kwasach mineralnych.

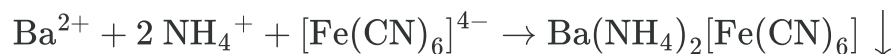


Reakcję należy prowadzić w obecności kwasu octowego lub octanu sodu, bowiem chromian(VI) baru jest nieroztwarzalny w kwasie octowym (w odróżnieniu od jonów  $\text{Sr}^{2+}$ ).

Niezależnie od użytego substratu – (chromian(VI) czy dichromian(VI)) – powstaje ten sam produkt końcowy w postaci  $\text{BaCrO}_4$ .

#### **Reakcja z heksacyjnożelazaniem(II) potasu $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$**

Reakcja jonów baru z  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ , w obecności  $\text{NH}_4\text{Cl}$  i  $\text{NH}_{3(\text{aq})}$ , zachodzi przy większym stężeniu jonów baru w próbce. W efekcie reakcji strąca się biały, krystaliczny osad  $\text{Ba}(\text{NH}_4)_2[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ , który nie roztwarza się w kwasie octowym, ale jest rozpuszczalny w rozcieńczonych kwasach mineralnych.



#### **Ważne!**

Do analizy używa się roztworu 10 g heksacyjanożelazanu(II) potasu w 100 cm<sup>3</sup> wody.

#### **Reakcja ze szczawianem amonu $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$**

Szczawian amonu o stężeniu 0,5  $\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$  wytrąca z roztworów, zawierających jony  $\text{Ba}^{2+}$ , biały osad szczawianu baru  $\text{BaC}_2\text{O}_4$ .



Szczawian baru ulega rozтворzeniu w rozcieńczonym HCl i w rozcieńczonym HNO<sub>3</sub>, a także na gorąco w CH<sub>3</sub>COOH o stężeniu <math aria-label="sześć moli na decymetr sześcienny" (w odróżnieniu od CaC<sub>2</sub>O<sub>4</sub>). Jest także słabo rozpuszczalny w wodzie.

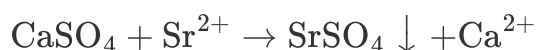
## Jony Sr<sup>2+</sup>

### Barwa płomienia

Sole strontu, wprowadzone do płomienia palnika, powodują, że pojawia się karminowo-czerwone zabarwienie płomienia.

### Reakcja z wodą gipsową CaSO<sub>4(aq)</sub>

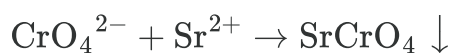
Nasycony roztwór CaSO<sub>4</sub>, ze stężonych roztworów w środowisku obojętnym lub słabo kwasowym, strąca biały osad siarczanu(VI) strontu SrSO<sub>4</sub>. Osad powstaje dopiero po pewnym czasie.



Podobnie zachowuje się Ba<sup>2+</sup>, lecz BaSO<sub>4</sub> strąca się natychmiast po dodaniu wody gipsowej.

### Reakcja z K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub>

Roztwór chromianu(VI) potasu strąca żółty osad chromianu(VI) strontu, który jest rozтворzalny w kwasach mineralnych i kwasie octowym.



Rozтворzanie osadu SrCrO<sub>4</sub> w kwasie octowym pozwala na odróżnienie Sr<sup>2+</sup> od jonów Ba<sup>2+</sup>, bowiem BaCrO<sub>4</sub> jest nierozтворzalny w kwasie octowym.

### Reakcja ze szczawianem amonu (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>

Roztwór (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub> strąca biały osad szczawianu strontu, który jest rozтворzalny w kwasach mineralnych i kwasie octowym w wyniku długotrwałego ogrzewania.



## Jony $\text{Ca}^{2+}$

### Barwa płomienia

Sole wapnia, wprowadzone do płomienia palnika, powodują, że pojawia się krótkotrwałe ceglasto-czerwone zabarwienie płomienia.

### Reakcja z $\text{H}_2\text{SO}_4$

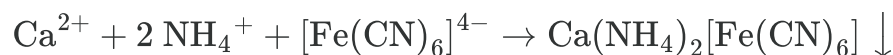
Rozcieńczony kwas siarkowy(VI) strąca ze **stężonego** roztworu jonów wapnia białe osady siarczanu wapnia.



Osad  $\text{CaSO}_4$  jest łatwo rozpuszczalny w kwasach oraz w siarczanie(VI) amonu, co pozwala na odróżnienie go od osadów siarczanu(VI) baru i siarczanu(VI) strontu.

### Reakcja z heksacyjanożelazaniem(II) potasu $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$

Roztwór  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ , w obecności  $\text{NH}_4\text{Cl}$  i  $\text{NH}_3(\text{aq})$ , strąca biały, krystaliczny osad  $\text{Ca}(\text{NH}_4)_2[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ , który nie rozтворя się w kwasie octowym, ale jest rozтворяalny w rozcieńczonych kwasach mineralnych.



#### Wykonanie:

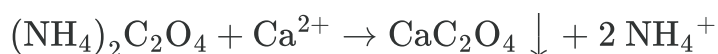
Do niewielkiej porcji próbki dodać roztwór chlorku amonu i amoniaku. Dodać ok.  $0,5 \text{ cm}^3$  roztworu  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ , a następnie ogrzewać. W obecności  $\text{Ca}^{2+}$  po kilku minutach strąci się osad  $\text{Ca}(\text{NH}_4)_2[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ .

#### Ważne!

Do analizy używa się roztworu 10 g heksacyjanożelazanu(II) potasu w  $100 \text{ cm}^3$  wody.

### Reakcja ze szczawianem amonu $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$

Roztwór  $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$  strąca biały osad szczawianu wapnia, który nie rozтворя się w 6 M kwasie octowym nawet podczas długotrwałego ogrzewania, ale rozтворя się w kwasach mineralnych.



**Wykonanie:**

Do niewielkiej porcji próbki dodawać kroplami roztwór szczawianu amonu aż do wytrącenia osadu. Dodać dwie krople amoniaku, a następnie ponownie dwie krople szczawianu amonu. Osad odwirować i zadać 6 M kwasem octowym. Jeżeli osad pozostanie nieroztworzony, wskazuje to na obecność jonów  $\text{Ca}^{2+}$ .

**Podsumowanie grupy IV**

| Odczynnik                               | $\text{Ba}^{2+}$                                                                                                                                                           | $\text{Sr}^{2+}$                                                                                                                                                           | $\text{Ca}^{2+}$                                                                                                                                                                                      |
|-----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$            | ↓ $\text{BaCO}_3$<br>biały,<br>roztwarzalny<br>w kwasach<br>mineralnych i<br>$\text{CH}_3\text{COOH}$                                                                      | ↓ $\text{SrCO}_3$<br>biały,<br>roztwarzalny<br>w kwasach<br>mineralnych i<br>$\text{CH}_3\text{COOH}$                                                                      | ↓ $\text{CaCO}_3$<br>biały, roztwarzalny<br>w kwasach mineralnych i<br>$\text{CH}_3\text{COOH}$                                                                                                       |
| $\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{rozc.})}$ | ↓ $\text{BaSO}_4$<br>biały,<br>roztwarzalny<br>w stężonym<br>$\text{H}_2\text{SO}_4$<br>z utworzeniem<br>wodorosiarczanu                                                   | ↓ $\text{SrSO}_4$<br>biały,<br>roztwarzalny<br>w stężonym<br>$\text{H}_2\text{SO}_4$<br>z utworzeniem<br>wodorosiarczanu                                                   | ↓ $\text{CaSO}_4$<br>biały, wytrąca się tylko<br>z roztworów stężonych,<br>roztwarzalny w kwasach<br>mineralnych i w<br>$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ o stężeniu<br>$6 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$ |
| $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$   | ↓ $\text{BaC}_2\text{O}_4$<br>biały,<br>roztwarzalny<br>w kwasach<br>mineralnych<br>i gorącym<br>$\text{CH}_3\text{COOH}$<br>o stężeniu $6 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$ | ↓ $\text{SrC}_2\text{O}_4$<br>biały,<br>roztwarzalny<br>w kwasach<br>mineralnych<br>i gorącym<br>$\text{CH}_3\text{COOH}$<br>o stężeniu $6 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$ | ↓ $\text{CaC}_2\text{O}_4$<br>biały, roztwarzalny<br>w kwasach mineralnych                                                                                                                            |

| Odczynnik                                                   | Ba <sup>2+</sup>                                                                                                           | Sr <sup>2+</sup>                                                                                        | Ca <sup>2+</sup>                                                                                                                         |
|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| K <sub>4</sub> [Fe(CN) <sub>6</sub> ]                       | ↓ Ba <sub>2</sub> [Fe(CN) <sub>6</sub> ]<br>biały, wytrąca się<br>ze stężonych<br>roztworów                                | brak reakcji                                                                                            | ↓ Ca <sub>2</sub> [Fe(CN) <sub>6</sub> ]<br>biały, rozpuszczalny<br>w kwasach mineralnych,<br>nierozpuszczalny w<br>CH <sub>3</sub> COOH |
| woda<br>gipsowa<br>CaSO <sub>4</sub><br>roztwór<br>nasycony | ↓ BaSO <sub>4</sub><br>biały, wytrąca się<br>natychmiast                                                                   | ↓ SrSO <sub>4</sub><br>biały, wytrąca się<br>dopiero po chwili                                          | -                                                                                                                                        |
| K <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub>                             | ↓ BaCrO <sub>4</sub><br>żółty,<br>rozpuszczalny<br>w kwasach<br>mineralnych,<br>nierozpuszczalny<br>w CH <sub>3</sub> COOH | ↓ SrCrO <sub>4</sub><br>żółty,<br>rozpuszczalny<br>w kwasach<br>mineralnych i w<br>CH <sub>3</sub> COOH | -                                                                                                                                        |
| <b>barwa<br/>płomienia</b>                                  | zielona                                                                                                                    | karminowa                                                                                               | pomarańczowa                                                                                                                             |

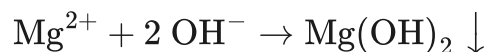
## V grupa kationów

Do V grupy kationów należą: Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>.

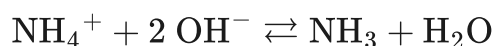
Nie ma odczynnika grupowego, ponieważ jest to ostatnia grupa – oddzielone zostały już wszystkie jony wcześniejszych grup. Wszystkie kationy V grupy tworzą bezbarwne roztwory wodne, a ewentualne zabarwienie roztworu pochodzi od anionu. Większość soli sodu, potasu i kationu amonu jest bardzo dobrze rozpuszczalna w wodzie. Kation magnezu tworzy słabo rozpuszczalny w wodzie wodorotlenek, w przeciwieństwie do pozostałych kationów tej grupy.

### Jony Mg<sup>2+</sup>

W wyniku reakcji z NaOH i KOH strąca się biały, bezpostaciowy osad, roztopzalny w kwasach i solach amonowych.



Obecność soli amonowych w znacznym stężeniu utrudnia, a czasem uniemożliwia wytrącenie wodorotlenku magnezu.

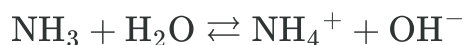


$\text{Na}_2\text{HPO}_4$ , w obecności chlorku amonu i amoniaku, wytrąca biały, krystaliczny osad ortofosforanu(V) amonu i magnezu  $\text{MgNH}_4\text{PO}_4$ .

## Jony $\text{NH}_4^+$

### Reakcja z $\text{H}_2\text{O}$

Amoniak reaguje z wodą, tworząc kation  $\text{NH}_4^+$  oraz anion wodorotlenkowy.



Sole amonowe są dobrze rozpuszczalne w wodzie, a podczas ogrzewania rozkładają się z wydzielaniem amoniaku.

Podstawową metodą wykrywania jonów amonu jest reakcja z wodorotlenkiem sodu lub wodorotlenkiem potasu. W tych reakcjach nie obserwujemy wytrącenia żadnego osadu, a w czasie ogrzewania z probówki wydziela się charakterystyczny zapach amoniaku. Zwilżony papierek wskaźnikowy barwi się na niebiesko, ponieważ wychodzący z probówki amoniak, w wyniku kontaktu z wodą na papierku, ulega dysocjacji z wytworzeniem jonów  $\text{OH}^-$ .



### Reakcja z odczynnikiem Nesslera $\text{K}_2[\text{HgI}_4]$

W obecności kationów  $\text{NH}_4^+$  strąca się czerwono-brunatny osad.

## Jony $K^+$

### Barwa płomienia

Sole potasu, wprowadzone do płomienia palnika, powodują, że pojawia się krótkotrwałe, fioletowe zabarwienie płomienia. W obecności jonów  $Na^+$  obserwacje należy prowadzić przez szkło kobaltowe – jasne błyski świadczą o możliwości występowania  $K^+$ .

### Reakcja z heksanitrokobaltanem(III) sodu $Na_3[CO(NO_2)_6]$

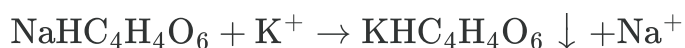
W obecności rozcieńczonego kwasu octowego następuje wytrącenie żółtego, krystalicznego osadu.



Reakcji przeszkadzają jony  $NH_4^+$ , wytrącając żółty osad heksanitrokobaltanu(III) amonu, a także wodorotlenki, które powodują rozkład  $K_2Na[CO(NO_2)_6]$ .

### Reakcja z kwasem winowym lub wodorowinianem sodu

Wytrąca się biały, krystaliczny osad wodorowinianu potasu, rozpuszczalny w gorącej wodzie.



Reakcji przeszkadza znaczne stężenie kationów  $NH_4^+$ , ponieważ może wytrącać się biały osad wodorowinianu amonu  $NH_4HC_4H_4O_6$ .

## Jony $Na^+$

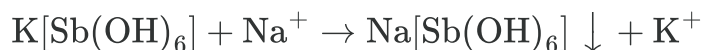
### Barwa płomienia

Sole sodu, wprowadzone do płomienia palnika, powodują, że pojawia się długotrwałe, żółte zabarwienie płomienia.

Nawet bardzo niewielkie ilości sodu, które mogą być zanieczyszczeniem próbki, barwią płomień, lecz dowodem na zawartość sodu w badanej próbce jest utrzymywanie się intensywnie żółtej barwy płomienia przez kilkanaście sekund.

### **Reakcja z heksahydroksoantymonianem(V) potasu $K[Sb(OH)_6]$**

Biały, krystaliczny osad heksahydroksyantymonianu(V) potasu strąca się ze stężonych roztworów kationów  $Na^+$ .



Analizę należy prowadzić w roztworze obojętnym lub alkalicznym, ponieważ w roztworach kwasowych wydziela się biały, bezpostaciowy osad kwasu metaantymonowego  $HSbO_3 \cdot H_3O$ , co może prowadzić do mylnych wniosków.

## **Słownik**

### **bufor**

roztwór buforowy, którego pH pozostaje prawie bez zmian, pomimo dodawania do niego substancji kwasowych lub zasadowych

### **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 próbki, np. zawartości procentowej poszczególnych składników próbki; poprzedza ją analiza jakościowa, ponieważ w pierwszej kolejności należy stwierdzić, jakie pierwiastki wchodzą w skład analizowanej próbki

### **analiza chemiczna jakościowa**

analiza, której celem jest identyfikacja składników związków chemicznych lub mieszanin; w tym celu wykonuje się reakcje chemiczne, dzięki czemu wydzielają się osady trudno rozpuszczalnych związków, powstają barwne związki lub wydzielają się gazy

### **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 charakterystycznych 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, umożliwiającą 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 albo jedną sól, albo jeden kwas, albo 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 jest możliwe odzyskanie 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 jonem centralnym)

### **Carl Remigius Frasenius**

chemik, niemiecki twórca podwalin jakościowej analizy chemicznej; opracował własną metodę systematycznej identyfikacji i oddzielania poszczególnych metali (kationów) i niemetalii (anionów), wybierając spośród wielu reakcji te, które uznał za najbardziej charakterystyczne, a zastosowanie niewielkiej liczby odczynników doprowadziło do tego, że system ten był prosty i łatwy do nauczania

## **Bibliografia**

Bartynowska-Meus Z., *Analiza jakościowa jonów*, wersja popr. P. Miśkowiec, B. Krajewska, Kraków 1994.

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.



## Laboratorium 1

Przeprowadź doświadczenie w laboratorium chemicznym. Rozwiąż problem badawczy i zweryfikuj hipotezę. W formularzu zapisz swoje obserwacje i wyniki, a następnie sformułuj wnioski. Dodatkowo zapoznaj się z próbami płomieniowymi dla wybranych kationów – jest to metoda, która również umożliwia ich scharakteryzowanie.



1

---

próbówka

2

---

zlewka

3

---

kolba kulista płaskodenna

4

---

kolba stożkowa

5

---

szalki Petriego

6

cylinder miarowy

7

lejek szklany

8

bagietka szklana

9

łyżka metalowa

10

łyżka do spalań

11

szczypce laboratoryjne

12

pipety Pasteura

13

łapa drewniana

14

trójnóg z siatką

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

### Reakcje charakterystyczne kationów potasu

Reakcja  $K^+$  z  $HClO_4$

Reakcja  $K^+$  z  $Na_3[Co(NO_2)_6]$

Reakcja  $K^+$  z  $C_4H_6O_2$

### Reakcje charakterystyczne kationów sodu

Reakcja  $Na^+$  z octanem uranylowo-cynkowym  $Zn(UO_2)_3(CH_3COOH)_8$

Reakcja  $Na^+$  z  $KSb_3(CH_3COOH)_8$

### Reakcje charakterystyczne kationów magnezu

Reakcja  $Mg^{2+}$  z  $Na_2CO_3$

Reakcja  $Mg^{2+}$  z  $Na_2HPO_4$

Reakcja  $Mg^{2+}$  z  $NaOH$

### Reakcje charakterystyczne kationów amonu

Reakcja  $NH_4^+$  z  $NaOH$

Reakcja  $NH_4^+$  z odczynnikiem Nesslera

Reakcja  $NH_4^+$  z  $Na_3[Co(NO_2)_6]$

### Reakcje charakterystyczne kationów wapnia

Reakcja  $Ca^{2+}$  z  $CrO_4^{2-}$

|                                           |
|-------------------------------------------|
| Reakcja $\text{Ca}^{2+}$ z węglanem amonu |
|-------------------------------------------|

|                                               |
|-----------------------------------------------|
| Reakcja $\text{Ca}^{2+}$ ze szczawianem amonu |
|-----------------------------------------------|

|                                                |
|------------------------------------------------|
| Reakcja $\text{Ba}^{2+}$ z $\text{CrO}_4^{2-}$ |
|------------------------------------------------|

|                                         |
|-----------------------------------------|
| Reakcja $\text{Ba}^{2+}$ z węglan amonu |
|-----------------------------------------|

|                                                 |
|-------------------------------------------------|
| Reakcja $\text{Ba}^{2+}$ z kwasem siarkowym(VI) |
|-------------------------------------------------|

|                                                |
|------------------------------------------------|
| Reakcja $\text{Sr}^{2+}$ z $\text{CrO}_4^{2-}$ |
|------------------------------------------------|

|                                         |
|-----------------------------------------|
| Reakcja $\text{Sr}^{2+}$ z węglan amonu |
|-----------------------------------------|

|                                                 |
|-------------------------------------------------|
| Reakcja $\text{Sr}^{2+}$ z kwasem siarkowym(VI) |
|-------------------------------------------------|

**Analiza doświadczenia:** Reakcje charakterystyczne kationów potasu, sodu, magnezu oraz amonu, wapnia, baru, strontu.

**Problem badawczy:** Czy kationy potasu, sodu, magnezu oraz amonu, wapnia, baru, strontu ulegają reakcjom charakterystycznym, tworząc osady?

---

**Sprzęt laboratoryjny:**

**Odczynniki chemiczne:**

**Hipoteza:**

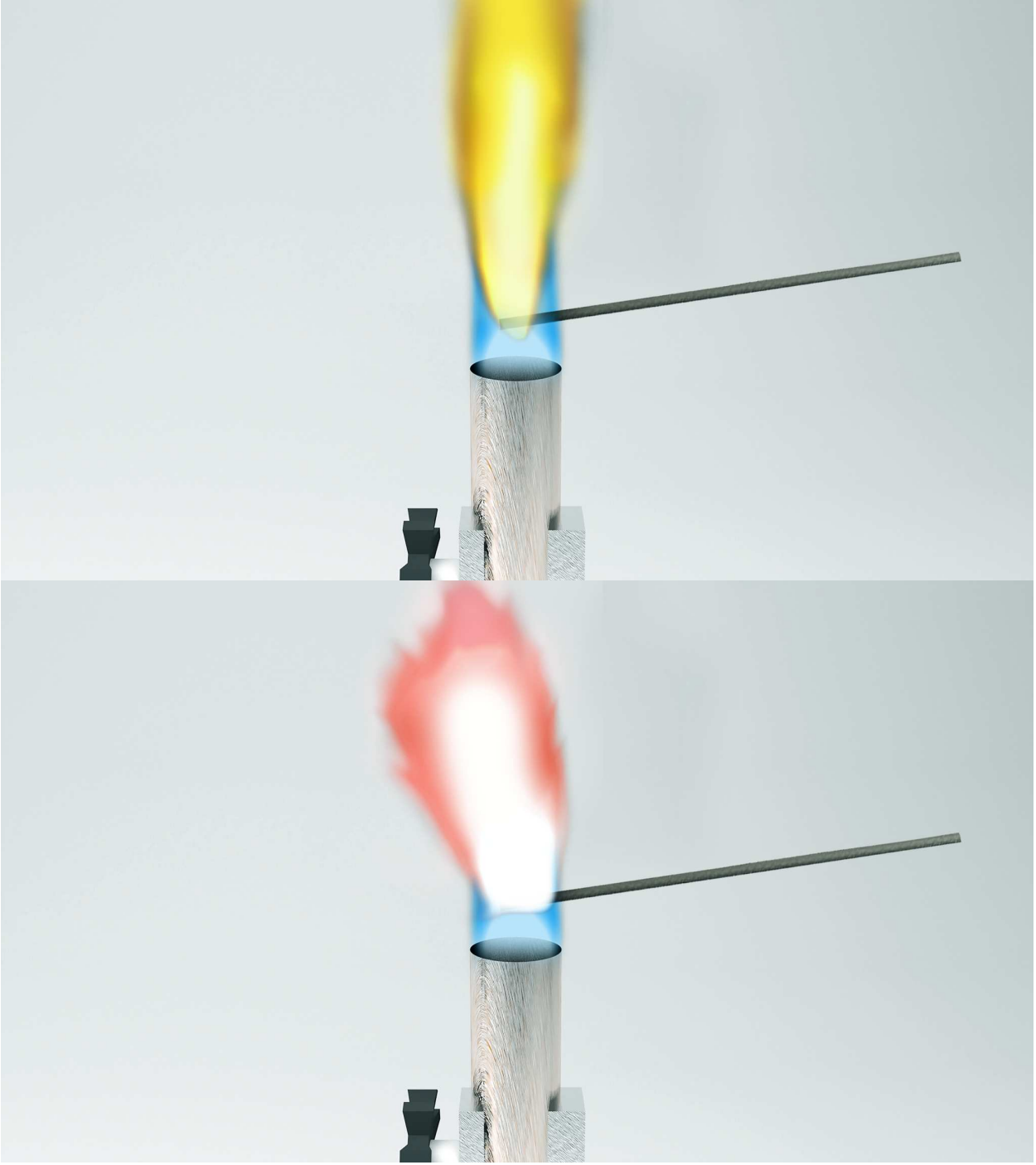
**Przebieg doświadczenia:**

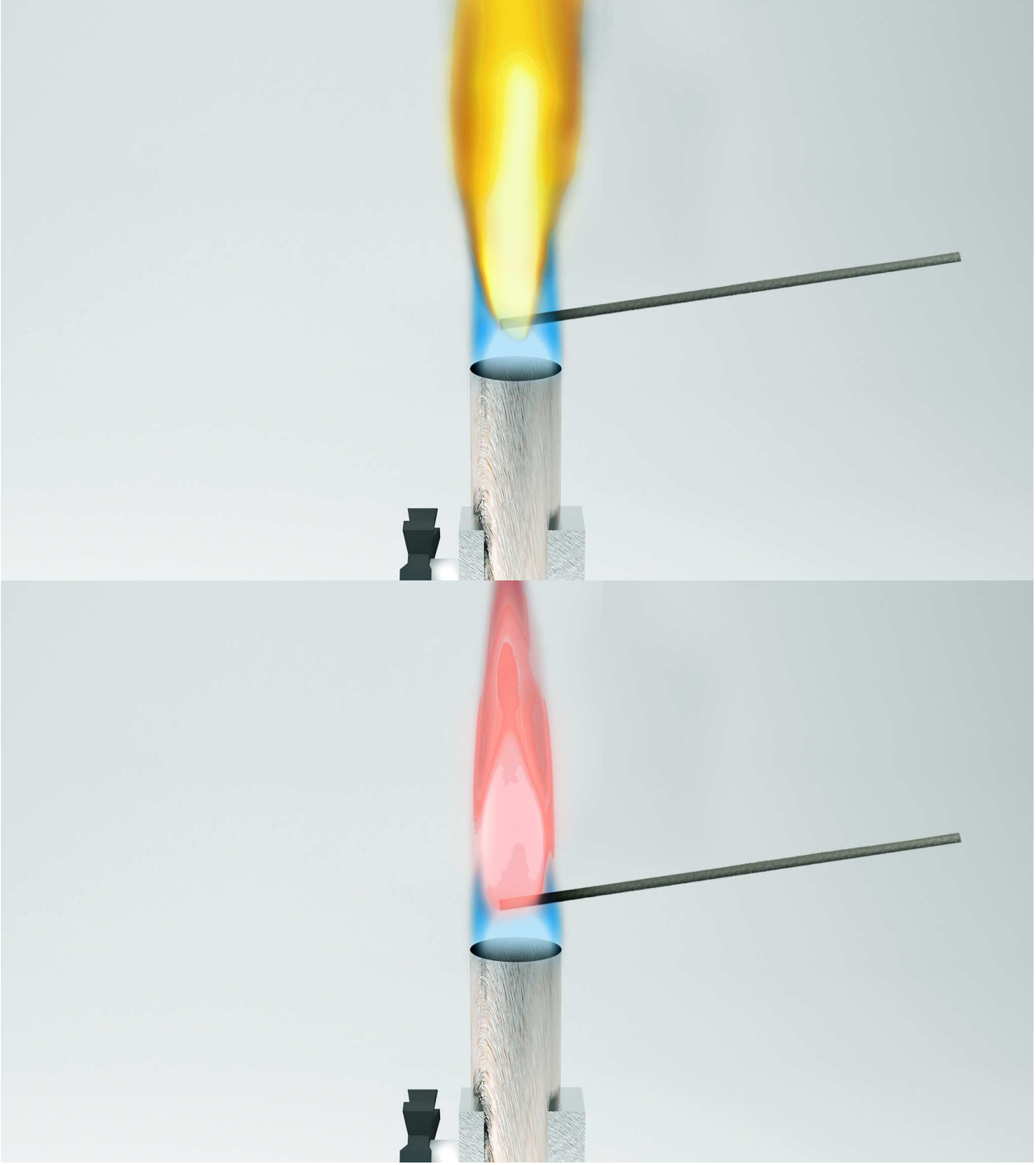
**Obserwacje:**

**Wyniki:**

**Wnioski:**

**Analiza płomieniowa:**







Próby płomieniowe dla kationów sodu, potasu, wapnia, strontu oraz baru

Źródło: GroMar Sp. z o.o.

# Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

## Ćwiczenie 1



Wskaż odpowiedź, w której występują wyłącznie kationy IV grupy.

☐  $\text{Cd}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Hg}^{2+}$

☐  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ba}^{2+}$

☐  $\text{Na}^{+}$ ,  $\text{K}^{+}$ ,  $\text{Sr}^{2+}$

☐  $\text{Ba}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Sr}^{2+}$

## Ćwiczenie 2



Wśród podanych kationów wybierz te, które należą do V grupy analitycznej kationów.

$\text{Ca}^{2+}$

☐

$\text{Na}^{+}$

☐

$\text{Zn}^{2+}$

☐

$\text{Ag}^{+}$

☐

$\text{Fe}^{3+}$

☐

$\text{NH}_4^{+}$

☐

$\text{Co}^{2+}$

☐

$\text{Al}^{3+}$

☐

$\text{Mg}^{2+}$

☐

$\text{Cr}^{3+}$

☐

$\text{Cd}^{2+}$

☐

$\text{K}^{+}$

☐

### Ćwiczenie 3



Do podanych pojęć dopasuj definicję.

Analiza chemiczna jakościowa –

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

Analiza systematyczna jonów –

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

Analiza chemiczna strukturalna –

analiza, której celem jest identyfikacja składników związków chemicznych lub mieszanin. W tym celu wykonuje się reakcje chemiczne, w wyniku których wydzielają się osady trudno rozpuszczalnych związków, powstają barwne związki lub wydzielają się gazy.

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 charakterystycznych jest niewiele.

Analiza chemiczna ilościowa –

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

#### Ćwiczenie 4



Zapisz nazwę oraz wzór sumaryczny odczynnika Nesslera i podaj, jaki jon wykrywamy, stosując ten odczynnik.

Odpowiedź zapisz w zeszycie do lekcji chemii, zrób zdjęcie, a następnie umieść je w wyznaczonym polu.

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

#### Ćwiczenie 5



Która grupa analityczna kationów nie posiada odczynnika grupowego? Odpowiedź uzasadnij.

Odpowiedź:

#### Ćwiczenie 6



Połącz jony z odpowiadającymi im barwami płomienia.

$\text{Ba}^{2+}$

żółta

$\text{K}^{+}$

różowa lub różowofioletowa

$\text{Na}^{+}$

ceglastoczerwona

$\text{Ca}^{2+}$

zielona

## Ćwiczenie 7



Uzupełnij równania reakcji chemicznych, dzięki którym można wykryć kation wapnia.

1.  $\text{CaCl}_2 + \boxed{\phantom{\text{CaCO}_3}} \rightleftharpoons \boxed{\phantom{\text{CaCO}_3}} + 2 \text{NH}_4\text{Cl}$
2.  $\text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightleftharpoons \boxed{\phantom{\text{CaSO}_4}} + 2 \boxed{\phantom{\text{H}_2\text{O}}}$
3.  $\text{CaCl}_2 + \boxed{\phantom{\text{CaCO}_3}} \rightleftharpoons \boxed{\phantom{\text{CaCO}_3}} + \boxed{\phantom{\text{NH}_4\text{Cl}}} \text{NH}_4\text{Cl}$

3

2

↓  $\text{Ca}(\text{COO})_2$

4

↓  $\text{CaSO}_4$

↓  $\text{CaCO}_3$

$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$

$\text{HCl}$

$(\text{COONH}_4)_2$

## Ćwiczenie 8



Przed Tobą znajduje się statyw, w którym umieszczono dwie próbki pierwotne. Wiesz, że w jednej probówce są jony  $\text{Ba}^{2+}$ , a w drugiej  $\text{Sr}^{2+}$ . W jaki sposób sprawdzisz, czy te informacje są prawdziwe? Jak rozpoznasz, w której probówce znajduje się każdy z podanych jonów?

**Odpowiedź:**

# Dla nauczyciela

---

## Scenariusz zajęć

**Autor:** Wioleta Kopek-Putala

**Przedmiot:** chemia

**Temat:** Reakcje charakterystyczne kationów  $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $Mg^{2+}$  oraz  $NH_4^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Ba^{2+}$ ,  $Sr^{2+}$

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

## Podstawa programowa:

Poziom podstawowy i rozszerzony

Wymagania ogólne

I. Pozyskiwanie, przetwarzanie i tworzenie informacji. Uczeń:

- 1) pozyskuje i przetwarza informacje z różnorodnych źródeł z wykorzystaniem technologii informacyjno-komunikacyjnych;
- 2) ocenia wiarygodność uzyskanych danych.

III. Opanowanie czynności praktycznych. Uczeń:

- 1) bezpiecznie posługuje się sprzętem laboratoryjnym i odczynnikami chemicznymi;
- 2) projektuje i przeprowadza doświadczenia chemiczne, rejestruje ich wyniki w różnej formie, formułuje obserwacje, wnioski oraz wyjaśnienia;
- 3) stawia hipotezy oraz proponuje sposoby ich weryfikacji;
- 4) przestrzega zasad bezpieczeństwa i higieny pracy.

## 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:**

- omawia reakcje charakterystyczne wybranych kationów;
- pisze równania reakcji charakterystycznych dla poszczególnych kationów;
- obrazuje wynik reakcji charakterystycznych kationów korzystając z zasobów multimedialnych zawartych w e-materiale;
- wyjaśnia, jak przebiega proces identyfikacji próbki pierwotnej w celu wykrycia kationu.

### **Strategie nauczania:**

- asocjacyjna;
- problemowa.

### **Metody i techniki nauczania:**

- burza mózgów;
- dyskusja dydaktyczna;
- eksperyment;
- wirtualne laboratorium;
- analiza materiału źródłowego;
- ćwiczenia uczniowskie;
- technika zdań podsumowujących.

### **Formy pracy:**

- praca indywidualna;
- praca w grupach;
- praca zbiorowa.

### **Środki dydaktyczne:**

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

### **Przebieg zajęć**

#### **Faza wstępna:**

1. Zaciekawienie i dyskusja. Nauczyciel wykorzystuje pytania zawarte we wprowadzeniu do e-materiału: Do czego służą reakcje charakterystyczne? Podaj przykład reakcji charakterystycznej dla wybranego jonu?

2. Rozpoznawanie wiedzy wyjściowej uczniów. Burza mózgów, generowanie propozycji do postawionych pytań: Jakie są odczynniki grupowe służące do analizy kationów? Jak wykryć obecność jonu w próbce?
3. Ustalenie celów lekcji. Nauczyciel podaje temat zajęć i wspólnie z uczniami ustala cele lekcji.

### **Faza realizacyjna:**

1. Wirtualne laboratorium. Nauczyciel dzieli uczniów na grupy. Uczniowie losują kolejność zadań do wykonania A, B lub C. Wykonują polecenie w laboratorium 1.  
Grupa A – analiza jonu  $\text{NH}_4^+$   
Grupa B – analiza jonu  $\text{Ba}^{2+}$   
Grupa C – analiza jonu  $\text{Ca}^{2+}$ .  
Wskazane jest przygotowanie odpowiedniej liczby stanowisk komputerowych, aby praca grup przebiegała płynnie.
2. Uczniowie analizują treści zawarte w e-materiale, dotyczące procedury wykrywania kationów IV i V grupy analitycznej. Ich zadaniem jest wykonanie analizy wybranych kationów, przy pomocy komputera w wirtualnym laboratorium oraz zapisanie równań reakcji chemicznych przeprowadzanych analiz. Po wykonaniu zadania, zgłaszają się do nauczyciela, aby dokonać kontroli poprawności wykonania zadania i zapisu równań reakcji chemicznych przeprowadzanych analiz. W przypadku błędów, nauczyciel odsyła uczniów do dokonania korekty, a w przypadku poprawnego wykonania zadania – wręcza kopertę z tajemniczym znakiem.
3. Zadaniem uczniów jest zgromadzenie trzech kopert ze znakami, a następnie ułożenie z nich odpowiedniego jonu. Po wykonaniu zadania, uczniowie powinni odpowiedzieć również na pytanie, do jakiej grupy kationów zaliczany jest otrzymany jon.
4. Uczniowie przedstawiają na forum klasy wymyślane przez siebie pytania, a nauczyciel weryfikuje ich poprawność. Pozostali odpowiadają na postawione pytania.
5. Nauczyciel wyznacza ucznia do roli asystenta i przeprowadzenia prób płomieniowych: sodu, potasu, wapnia i baru. Nauczyciel podsumowuje doświadczenie.

### **Faza podsumowująca:**

1. Nauczyciel sprawdza wiedzę uczniów, zadając przykładowe pytania:
  - Co to jest reakcja charakterystyczna?
  - Jak wykryć obecność jonu w próbce?
  - Jaki jest odczynnik grupowy IV. i V. grupy kationów?
  - Na czym polega analiza chemiczna jakościowa?
2. Jako podsumowanie lekcji nauczyciel może wykorzystać zdania do uzupełnienia, które uczniowie również zamieszczają w swoim portfolio:
  - Przypomniałem/łam sobie, że...

- Co było dla mnie łatwe...
- Nauczyłem/łam się...
- Co sprawiało mi trudność ...

### **Praca domowa:**

Nauczyciel prosi uczniów o wykonanie zadań zawartych w e-materiale – „Sprawdź się”.

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

Wirtualne laboratorium mogą uczniowie wykorzystać, przygotowując się do lekcji do do sprawdzianu.

### **Materiały pomocnicze:**

1. Polecenia podsumowujące (nauczyciel przed lekcją zapisuje je na niewielkich kartkach):

- Co to jest reakcja charakterystyczna?
- Jak wykryć obecność jonu w próbce?
- Jaki jest odczynnik grupowy IV. i V. grupy kationów?
- Na czym polega analiza chemiczna jakościowa?

2. Informacja dla ucznia o toku postępowania w wirtualnym laboratorium :

- Znajdź odpowiedni kation w laboratorium wirtualnym i przeprowadź jego identyfikację zgodnie z instrukcją zawartą w medium.
- Sporządź sprawozdanie z wykonanej analizy zwracając szczególną uwagę na zanotowanie obserwacji i wniosków wraz z równaniami reakcji chemicznych. Sprawozdanie oddaj do sprawdzenia poprawności nauczycielowi. Gdy nauczyciel zaakceptuje sprawozdanie otrzymasz tajemniczą kopertę ze znakiem.
- Zgromadź trzy różne koperty ze znakami. Następnie z otrzymanych w kopertach znaków ułóż rozwiązanie.
- W e-materiale odnajdź informacje związane tematycznie z rozwiązaniem.
- Ułóż pytanie do otrzymanego z zestawu znaków „napisu”.

3. Sprzęt laboratoryjny: szczypce metalowe, palnik, zapalniczka/zapalniczka, drucik platynowy.

4. Odczynniki chemiczne: lotne sole sodu, potasu, wapnia i baru – do próby płomieniowej.

- koperty ze znakami „+”, „-”;
- stanowiska z wirtualnym laboratorium dla grup A, B, C.