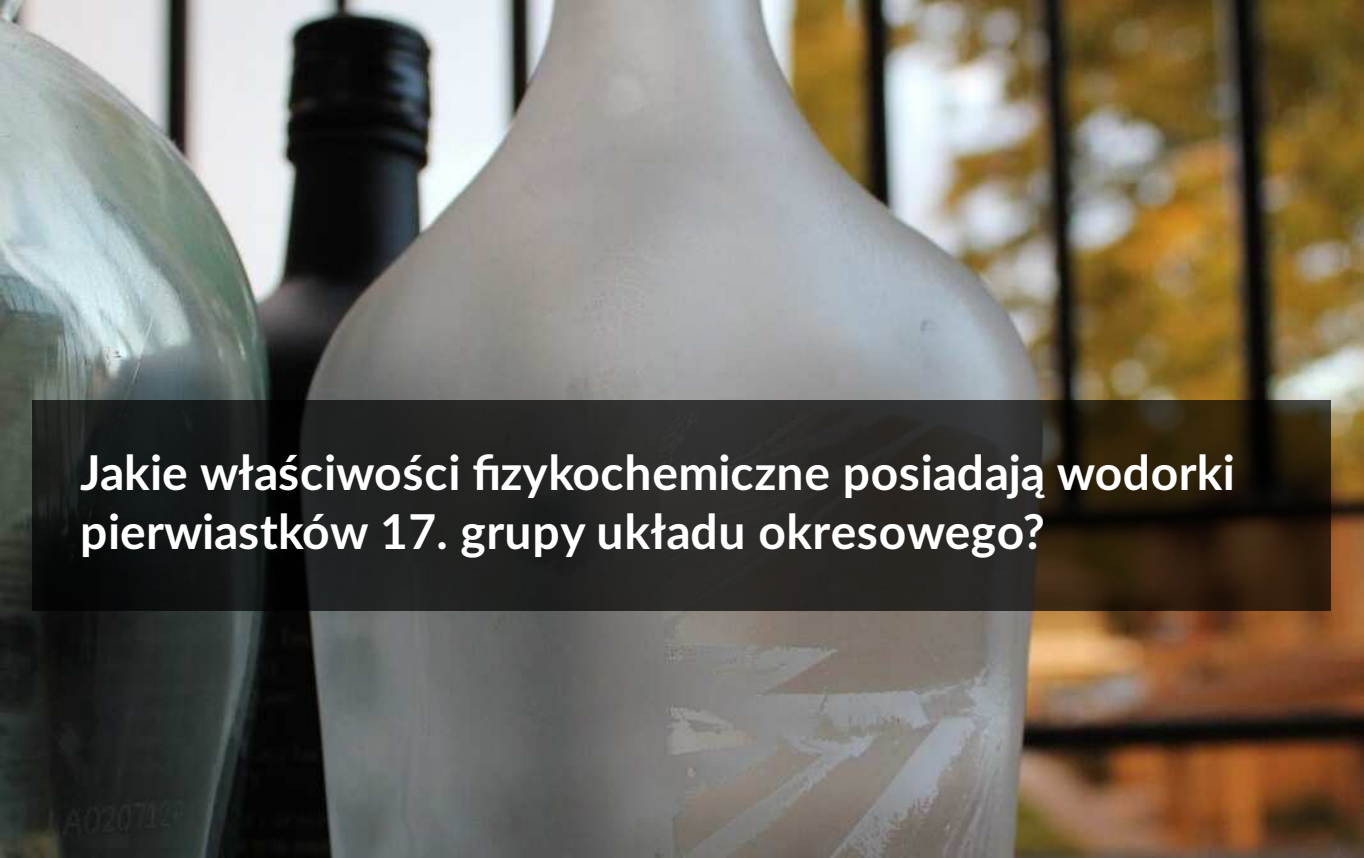




---

Jakie właściwości fizykochemiczne posiadają wodoroki pierwiastków 17. grupy układu okresowego?

- [Wprowadzenie](#)
- [Przeczytaj](#)
- [Symulacja interaktywna](#)
- [Sprawdź się](#)
- [Dla nauczyciela](#)



## Jakie właściwości fizykochemiczne posiadają wodorki pierwiastków 17. grupy układu okresowego?

Wyroby szklane często zdobione są za pomocą trawienia ich powierzchni kwasem fluorowodorowym. Najpierw jednak trzeba nanieść rylcem wzór na przedmiot pokryty woskiem, lakierem bądź olejem.

Źródło: ice\_crystals2003, dostępny w internecie: [www.pixabay.com](http://www.pixabay.com), domena publiczna.

Atomy pierwiastków 17. grupy układu okresowego łączą się z atomami wodoru, tworząc wiązania kowalencyjne spolaryzowane. W powstałych związkach chemicznych, atomy wodoru przyjmują stopień utlenienia równy I, a atomy fluorowca  $-I$ . Fluorowódor jest bardzo lotną cieczą, stosowną do trawienia szkła. Jakie inne właściwości mają wodorki fluorowców? Czy bardzo się od siebie różnią? Tego wszystkiego dowiesz się w tym materiale.

### Twoje cele

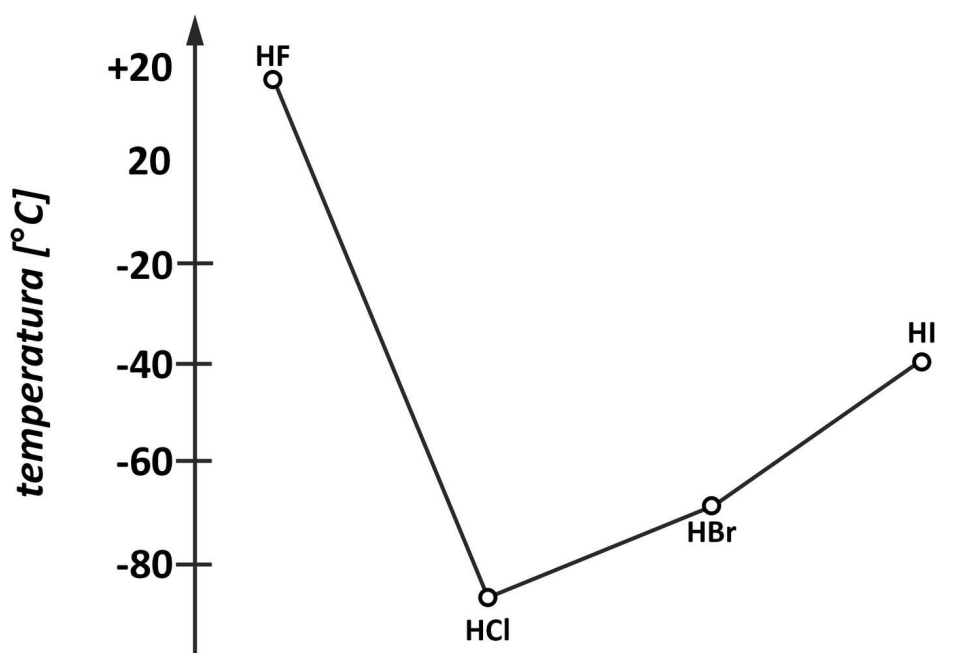
- Korzystając z danych (tabele właściwości fizycznych, układ okresowy), scharakteryzujesz właściwości fizyczne wodorków pierwiastków grupy 17.
- Wskażesz, z jakimi substancjami reagują wodorki, uwzględniając ich charakter chemiczny, i zapiszesz odpowiednie równania reakcji.
- Sformułujesz i przedstawiś wnioski o charakterze chemicznym wodorku na podstawie wyników doświadczenia.
- Zaprojektujesz i przeprowadzisz doświadczenia potwierdzające charakter chemiczny wybranych wodorków.

# Przeczytaj

## Właściwości fizyczne wodorków fluorowców

W postaci pierwiastkowej fluor i chlor są gazami, brom łatwo parującą cieczą, a jod ciałem stałym. Jaki jest stan skupienia związków tych pierwiastków z wodorem? Jak można wytłumaczyć tak znaczącą różnicę?

### Temperatury wrzenia fluorowcowodorów

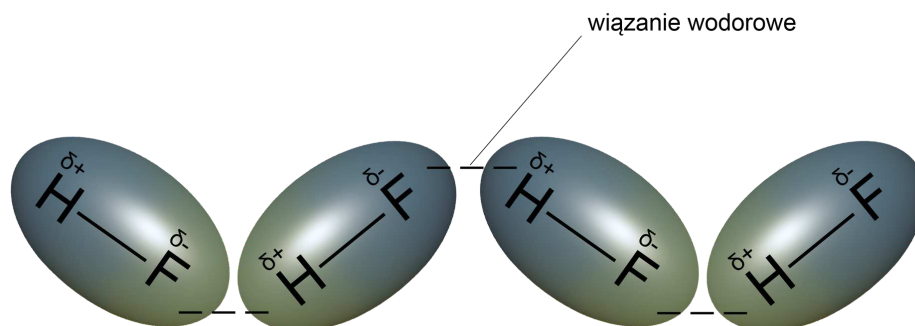


Analizując dane przedstawione na wykresie, można zauważyć, że w warunkach normalnych tylko fluorowodor jest cieczą, a pozostałe związki, jak chlorowodor, bromowodor i jodowodor, są gazami.

Źródło: GroMar Sp. z o.o. oprac. na podst. Bielański A. str. 573, licencja: CC BY-SA 3.0.

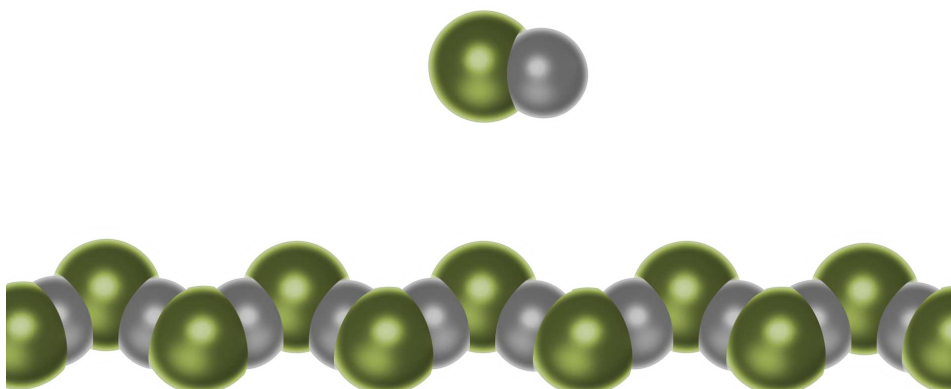
Wysoka temperatura wrzenia fluorowodoru wynika z tworzenia się [wiązań wodorowych](#) pomiędzy cząsteczkami HF.

## Dla zainteresowanych



Wiązanie w cząsteczce fluorowodoru jest wiązaniem kowalencyjnym silnie spolaryzowanym. W efekcie w pobliżu atomu fluoru zgromadzony jest cząstkowy ładunek ujemny, a w pobliżu atomu wodoru - cząstkowy ładunek dodatni (w cząsteczce HF możemy wyróżnić biegun dodatni i ujemny). Na skutek przyciągania się różnoimiennych ładunków, cząsteczki fluorowodoru łączą się ze sobą w większe zespoły, a samo oddziaływanie między nimi nazywane jest wiązaniem wodorowym.

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



Powstanie zasocjowanych układów łańcuchowych ma wpływ na fizyczne i chemiczne właściwości związku, np. na wyższą temperaturę wrzenia fluorowodoru (około  $20^\circ\text{C}$ ).

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

## Rozpuszczalność fluorowcowodorów w wodzie

**Jak zachowują się wodorki fluorowców wobec wody? Czy rozpuszczają się w wodzie, a może reagują z nią?**

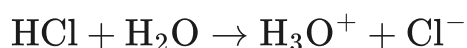
Wszystkie fluorowcowodory są dobrze rozpuszczalne w wodzie (w warunkach normalnych), a fluorowodór miesza się z wodą w dowolnym stosunku.

Fluorowcowodór	Rozpuszczalność w wodzie $\frac{\text{dm}^3 \text{ gazu}}{\text{dm}^3 \text{ wody}}$ w 25 ° C
Fluorowodór	całkowicie mieszalny (ciecz)
Chlorowodór	430
Bromowodór	579
Jodowodór	405

Roztwory wodne wodorków fluorowców mają odczyn kwasowy.

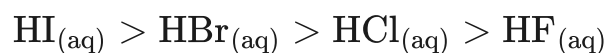
**O czym to świadczy?**

W roztworach wodnych fluorowcowodory ulegają dysocjacji elektrolitycznej. Za odczyn kwasowy odpowiedzialny jest nadmiar jonów oksoniowych  $\text{H}_3\text{O}^+$ , które powstają w wyniku reakcji z wodą:

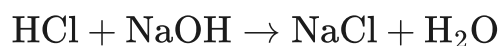


Otrzymane roztwory są mocnymi kwasami, z których tylko kwas fluorowodorowy jest kwasem słabym  $K_a = 6,3 \cdot 10^{-4}$ .

Moc kwasów beztlenowych pierwiastków 17. grupy układu okresowego rośnie (w dół grupy) wraz ze wzrostem liczby atomowej:



Wodorki fluorowców – zarówno w roztworach wodnych, jak i w stanie gazowym – reagują z wodorotlenkami, dając sole. Dla przykładu:



### Ciekawostka

Fluorowódor wyróżnia się spośród innych wodorków pierwiastków 17. grupy układu okresowego, ponieważ posiada właściwości żrące i silnie toksyczne.

Fluorowódor w formie gazowej reaguje z węglowodorami nienasyconymi, tworząc odpowiednie fluoropochodne węglowodorów. Stosowany jest do produkcji freonów, teflonu i fluoropochodnych związków organicznych.



Politetrafluoroetylen (PTFE, teflon) znalazł zastosowanie przy produkcji przedmiotów, których używa się w wysokich temperaturach.

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

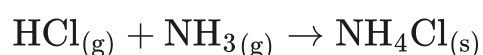


Bezbarwne pary chlorowodoru wchodzi w reakcję z bezbarwnymi parami amoniaku, co prowadzi do powstania białego, krystalicznego ciała stałego. Jego cząstki są tak drobne, że tworzą biały dym podobny do mgły.

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

### Czy można tę reakcję wyjaśnić, stosując teorię kwasów i zasad?

Reakcja gazowego chlorowodoru z gazowym amoniakiem jest reakcją kwasu z zasadą w rozumieniu teorii Brønsteda. W tej reakcji chlorowódor jest donorem jonu wodoru (zapisanego tu jako  $\text{H}^+$ ), a amoniak jego akceptorem.



Nie jest to reakcja, do której interpretacji można posłużyć się teorią Arrheniusa. Ta dotyczy bowiem tylko wodnych roztworów chlorowodoru i amoniaku.

## Słownik

## asocjacja

(łac. *associatio* „połączenie”, „związek”) odwracalne łączenie się cząstek chemicznych (cząsteczek, jonów, atomów) w większe układy (tzw. asocjaty), złożone z dwóch lub większej liczby cząstek

## wiązanie wodorowe

oddziaływanie międzycząsteczkowe lub wewnątrzcząsteczkowe z udziałem atomu wodoru

## Bibliografia

Bielański A., *Podstawy chemii nieorganicznej*, Warszawa 1987, s.571-574.

Mizerski T., *Tablice chemiczne*, Warszawa 2008, s. 72.





Sawicka J., Janich-Kilian A., Cejnert-Mania W., Urbańczyk G., *Tablice chemiczne*, Gdańsk 2002, s. 227-234.

Pac B., Zegar A., *Podstawy klasyfikacji związków nieorganicznych w teorii i zadaniach*, Kraków 2019.

# Symulacja interaktywna

## Symulacja 1

Przeanalizuj poniższą symulację. Zwróć uwagę, jak zmieniają się właściwości fizykochemiczne wodorków pierwiastków 17. grupy, a następnie rozwiąż ćwiczenia sprawdzające.

	Właściwości fizykochemiczne	
Masa molowa [g/mol]		
Gęstość w temperaturze 25°C [g/cm <sup>3</sup> ]	HCl	HBr
Temperatura topnienia [°C]		
Temperatura wrzenia [°C]		
Stan skupienia		
Stężone roztwory fluorowodorów		
Rozpuszczalność w wodzie w temperaturze 20°C [g/100 cm <sup>3</sup> ]	HI	HF

Zasób interaktywny dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/DgNbx1vI>

Symulacja interaktywna pt. „Jakie właściwości fizykochemiczne posiadają wodorki pierwiastków 17. grupy układu okresowego?”

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

## Ćwiczenie 1

## Ćwiczenie 2

Przeanalizuj dane zawarte w symulacji i odpowiedz na poniższe pytanie.

W jaki sposób zmieniają się temperatury topnienia i wrzenia wodorków fluorowców, w zależności od położenia fluorowców w układzie okresowym?

### Ćwiczenie 3

W trzech probówkach znajdowało się po  $1 \text{ cm}^3$  0,1-molowego, wodnego roztworu, odpowiednio: w probówce 1 HCl, w probówce 2 HBr, probówce 3 HI. Zbadano odczyn tych roztworów oraz ich pH. W której z probówek stwierdzono najniższą wartość pH?

# Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

## Ćwiczenie 1



Wybierz poprawną odpowiedź.

Jaki stan skupienia mają wodorki pierwiastków 17. grupy w temperaturze 20 °C?

Wszystkie są gazami.

Wszystkie są cieciami.

Woderek fluoru jest cieczą, natomiast pozostałe to gazy.

Jedynie woderek bromu jest cieczą, natomiast pozostałe to gazy.

Woderek fluoru jest gazem, natomiast pozostałe to ciecze.

## Ćwiczenie 2



Uzereguj kwasy beztlenowe wraz z malejącą mocą. Na górze ustaw wzór sumaryczny kwasu o największej mocy.

$\text{HF}_{(\text{aq})}$



$\text{HCl}_{(\text{aq})}$



$\text{HI}_{(\text{aq})}$



$\text{HBr}_{(\text{aq})}$



### Ćwiczenie 3



Sposobem na otrzymywanie kwasów beztlenowych jest proces dwuetapowy. Pierwszy z etapów to bezpośrednia synteza wodoru z pierwiastków, a drugi – rozpuszczenie otrzymanego produktu w wodzie.

Zapisz równanie reakcji obrazującej pierwszy etap i schemat procesu, który przedstawia drugi z etapów otrzymywania kwasu chlorowodorowego (solnego).

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

## Ćwiczenie 4



Wykorzystaj dane z tabeli i wyjaśnij zależność temperatury wrzenia fluorowcowodorów od położenia fluorowca w układzie okresowym (numeru okresu).

Związek	masa molowa $\frac{\text{g}}{\text{mol}}$	temperatura topnienia $^{\circ}\text{C}$	temperatura wrzenia $^{\circ}\text{C}$	$\text{pK}_a$ w wodzie
HF	20,01	-83	20	3,45
HCl	36,46	-115	-85	$1,0 \cdot 10^7$
HBr	80,92	-89	-67	$3,0 \cdot 10^9$
HI	127,91	-51	-35	$1,0 \cdot 10^{10}$

Właściwości fizyczne halogenowodorów (fluorowcowodorów) (*Atkins, str. 956, tabela 20.7*)

**Odpowiedź:**

## Ćwiczenie 5



Wybierz właściwe stwierdzenie.

Temperatura wrzenia  $\text{HF}$ , wynosząca  $20^\circ\text{C}$ , bardzo wyraźnie odbiega od temperatur wrzenia pozostałych fluorowcowodorów (od  $-35$  do  $-85^\circ\text{C}$ ). Tak wysoka temperatura wrzenia spowodowana jest:

- niewielką różnicą w wielkości atomu fluoru, w porównaniu z atomem wodoru.
- silną asocjacją cząsteczek  $\text{HF}$ , w związku z silną elektroujemnością atomu fluoru i tworzeniem się międzycząsteczkowych wiązań wodorowych.
- skróceniem wiązania w cząsteczce, na skutek silnej elektroujemności atomu fluoru.
- niską masą cząsteczkową  $\text{HF}$ .

## Ćwiczenie 6



Przeprowadzono badanie odczynu wodnych roztworów wybranych wodorków:  $\text{CH}_4$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{HCl}$ .

Probówka nr 4 to próba kontrolna.

Uzupełnij podpisy na schemacie doświadczenia.

uniwersalny papierek wskaźnikowy

1 2 3 4

$\text{CH}_4$   $\text{NH}_3$   $\text{HCl}$

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

## Ćwiczenie 7



Zmieszano  $100 \text{ cm}^3$  roztworu chlorowodoru o stężeniu 5% z  $10 \text{ cm}^3$  roztworem amoniaku o stężeniu 15%.

- Odpowiedz, co było produktem tej reakcji? Napisz równanie zachodzącej reakcji chemicznej w formie cząsteczkowej oraz podaj nazwę systematyczną otrzymanego związku.
- Oblicz, ile gramów produktu otrzymano. Wynik podaj z dokładnością do trzeciego miejsca po przecinku.

Gęstość 5% roztworu HCl wynosi  $1,11 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ .

Gęstość 15% roztworu  $\text{NH}_3$  wynosi  $0,958 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ .

Rozwiązanie oraz odpowiedź zapisz w zeszyte do lekcji chemii, zrób zdjęcie, a następnie umieść je w wyznaczonym polu.

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

## Ćwiczenie 8



Fluorowodór znacznie różni się właściwościami od wodorów pozostałych pierwiastków 17. grupy. Jakie są przyczyny tych różnic?

**Odpowiedź:**

## Ćwiczenie 9



Porównaj właściwości wodoroków litowców i fluorowców na przykładzie NaH i HCl.

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

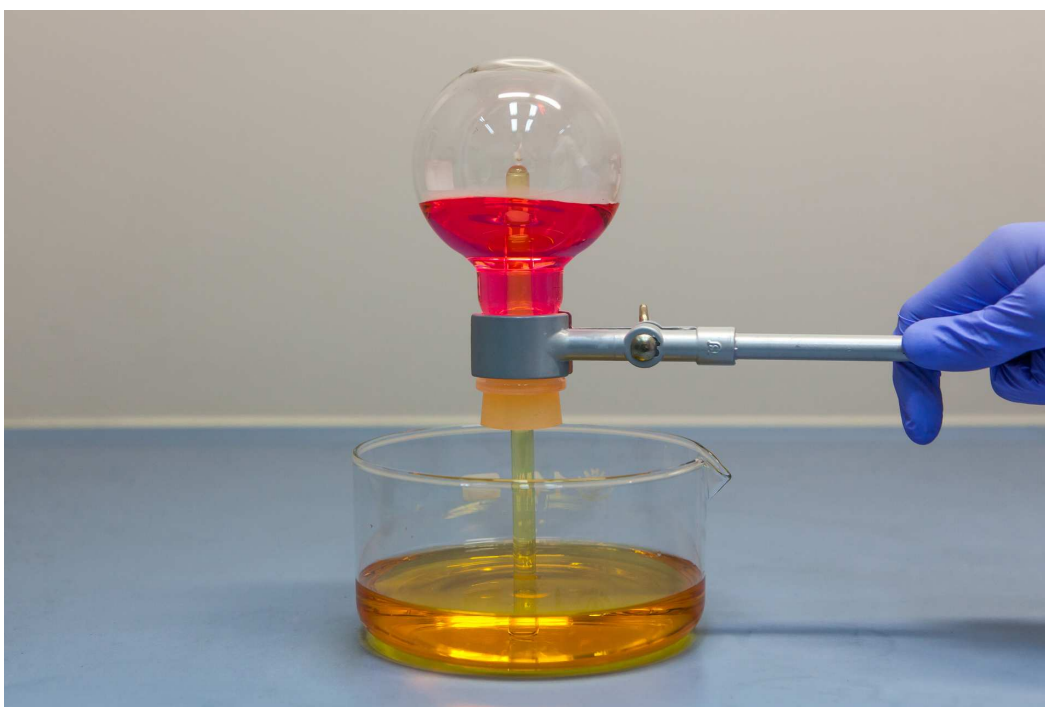
Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

## Ćwiczenie 10



Kolbę, z zebrany wcześniej chlorowodorem, zamknięto korkiem z włożoną do niego rurką szklaną, zakończoną gumowym wężem ze ściskaczem. Wylot rurki zanurzono w krystalizatorze z wodnym roztworem oranżu metylowego, a następnie zwolniono ściskacz. Woda stopniowo wypełniła kolbę, tworząc charakterystyczną fontannę. Oranż metylowy zmienił barwę na czerwoną.

Zapisz odpowiednie równanie reakcji. Wyjaśnij zmianę barwy roztworu. Wyłumacz, dlaczego woda zasysana jest do góry, tworząc fontannę.



Źródło: zpe.gov.pl, licencja: CC BY-SA 3.0.

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

# Dla nauczyciela

---

## Scenariusz zajęć

**Autor:** Anna Florek, Krzysztof Błaszczak

**Przedmiot:** chemia

**Temat:** Jakie właściwości fizykochemiczne posiadają wodorki pierwiastków 17. grupy układu okresowego?

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

## Podstawa programowa:

Podstawa programowa:

Zakres podstawowy

VII. Systematyka związków nieorganicznych. Uczeń:

6) klasyfikuje wodorki ze względu na ich charakter chemiczny (kwasowy, zasadowy i obojętny); wnioskuje o charakterze chemicznym wodorku na podstawie wyników doświadczenia; pisze odpowiednie równania reakcji potwierdzające charakter chemiczny wodorków; opisuje typowe właściwości chemiczne wodorków pierwiastków 17. grupy, w tym ich zachowanie wobec wody i zasad.

Zakres rozszerzony

VII Systematyka związków nieorganicznych. Uczeń:

6) klasyfikuje wodorki ze względu na ich charakter chemiczny (kwasowy, zasadowy i obojętny); projektuje i przeprowadza doświadczenie, którego przebieg pozwoli wykazać charakter chemiczny wodorku; wnioskuje o charakterze chemicznym wodorku na podstawie wyników doświadczenia; pisze odpowiednie równania reakcji potwierdzające charakter chemiczny wodorków; opisuje typowe właściwości chemiczne wodorków pierwiastków 17. grupy, w tym ich zachowanie wobec wody i zasad.

## 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:**

- charakteryzuje właściwości fizyczne wodoroków pierwiastków grupy 17. korzystając z danych (tabele właściwości fizycznych, układ okresowy);
- wskazuje, z jakimi substancjami reagują wodoroki ze względu na ich charakter chemiczny i pisze odpowiednie równania reakcji chemicznych;
- formułuje wnioski o charakterze chemicznym wodoroku na podstawie wyników doświadczenia;
- projektuje i przeprowadza doświadczenia potwierdzające charakter chemiczny wybranych wodoroków.

### **Strategie nauczania:**

- asocjacyjna;
- problemowa.

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

- dyskusja dydaktyczna;
- gadająca ściana;
- analiza materiału źródłowego;
- ćwiczenia uczniowskie;
- eksperyment chemiczny;
- mapa pojęć;
- technika zdań podsumowujących.

### **Formy pracy:**

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

### **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. Zaciekawienie i dyskusja. Nauczyciel zadaje przykładowe pytania: jakie zastosowania mają fluorowcowodory? Uczniowie z zastosowaniem metody gadającej ściany udzielają odpowiedzi.
2. Rozpoznawanie wiedzy wyjściowej uczniów. Uczniowie starają się odpowiedzieć na pytanie: Jakie właściwości fizykochemicznych mają wodorki pierwiastków 17. grupy układu okresowego? Czy one bardzo różnią się od siebie?
3. Ustalenie celów lekcji. Nauczyciel podaje temat zajęć i wspólnie z uczniami ustala cele lekcji, które uczniowie zapisują w portfolio.
4. Zasady BHP. Nauczyciel zapoznaje uczniów z kartami charakterystyk substancji, które będą używane na lekcjach.

## **Faza realizacyjna:**

1. Nauczyciel dzieli uczniów na cztery grupy zadaniowe, rozdaje arkusze papieru A4, mazaki. Uczniowie analizują treści zawarte w e-materiale. Każda z grup otrzymuje inne zadanie i poszukuje informacji o właściwościach jednego z wodorków fluorowców: HF, HCl, HBr, HI. Nauczyciel może podać pytania pomocnicze, np.: W jakim stanie skupienia występuje? Jak wygląda? Czy jest substancją niebezpieczną? Czy rozpuszcza się w wodzie?
2. Po wyznaczonym czasie wyznaczeni lub chętni uczniowie prezentują efekty swojej pracy na forum klasy. Nauczyciel weryfikuje poprawność merytoryczną wypowiedzi uczniów i ewentualnie wyjaśnia niezrozumiałe kwestie.
3. Uczniowie pracują w parach z symulacją interaktywną przedstawiającą właściwości fizyczne oraz chemiczne wodorków pierwiastków 17. grupy układu okresowego. Powrót do fazy wstępnej celem porównania wcześniejszych wypowiedzi uczniów. Podopieczni analizują dane zawarte w układzie okresowym i dostępnych tabelach właściwości fizykochemicznych. Uczniowie pracując przygotowują się do dyskusji dotyczącej pytania: Jak wyjaśnić/uzasadnić wcześniej omówione właściwości fluorowcowodorów na podstawie położenia fluorowca w układzie okresowym? Uczniowie na podstawie właściwości analizowanych wodorków podają ich zastosowania i tworzą na tablicy mapę pojęć.
4. Doświadczenie uczniowskie. Nauczyciel wyznacza uczniów do roli asystentów celem przeprowadzenia pokazu uczniowskiego – „Reakcja gazowego chlorowodoru z amoniakiem” (patrz materiały pomocnicze). Uczniowie dokonują obserwacji i zapisują je w zeszytach, formułują wnioski. Chętni uczniowie zapisują odpowiednie równanie reakcji na tablicy, a pozostali uczniowie w zeszytach.
5. Uczniowie samodzielnie sprawdzają swoją wiedzę, wykonując ćwiczenia w e-materiale – „Sprawdź się”.

## **Faza podsumowująca:**

1. Nauczyciel sprawdza wiedzę uczniów zadając przykładowe pytania: Które wodorki pierwiastków 17. grupy układu okresowego w warunkach normalnych są cieciami, a które gazami? Z czego wynika wysoka temperatura wrzenia fluorowodoru? Jak zachowują się wodorki fluorowców wobec wody? Jak wytłumaczyć można reakcję gazowego chlorowodoru z gazowym amoniakiem w rozumieniu teorii Brønsteda?
2. Jako podsumowanie lekcji nauczyciel może wykorzystać zdania do uzupełnienia, które uczniowie również zamieszczają w swoim portfolio:
  - Przypomniałem/łam sobie, że...
  - Czego się nauczyłam/łem...
  - Co było dla mnie łatwe ...
  - Co sprawiało mi trudność...

### **Praca domowa:**

Uczniowie wykonują pozostałe ćwiczenia w e-materiale – „Sprawdź się”.

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

Symulacja interaktywna może być wykorzystana przez uczniów podczas przygotowywania się do lekcji lub sprawdzianu oraz jako uzupełnienie luk kompetencyjnych dla uczniów nieobecnych na lekcji.

### **Materiały pomocnicze:**

1. Polecenia podsumowujące (nauczyciel przed lekcją zapisuje je na niewielkich kartkach):
  - Które wodorki pierwiastków 17. grupy układu okresowego w warunkach normalnych są cieciami, a które gazami?
  - Z czego wynika wysoka temperatura wrzenia fluorowodoru?
  - Jak zachowują się wodorki fluorowców wobec wody?
  - Jak wytłumaczyć można reakcję gazowego chlorowodoru z gazowym amoniakiem w rozumieniu teorii Brønsteda?
2. Doświadczenie chemiczne „Reakcja gazowego chlorowodoru z amoniakiem”.

**Szkło i sprzęt laboratoryjny:** probówki, zlewki, statyw do probówek.

**Odczynniki chemiczne:** stężony wodny roztwór chlorowodoru, stężony wodny roztwór amoniaku.

### **Instrukcja wykonania:**

- Wlej 10 cm<sup>3</sup> roztworu amoniaku do probówki.
- Wlej 20 cm<sup>3</sup> roztworu chlorowodoru do zlewki.

- Do wylotu zlewki przyłóż pochyloną probówkę z roztworem amoniaku, tak, by zawartość probówki nie przelała się do zlewki z kwasem solny. Reakcja zachodzi między oparami obu substancji.
- Obserwuj zmiany.

Zamiast przeprowadzenia doświadczenia nauczyciel może wyświetlić film: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ammoniumchloridbildung.ogg>.

3. Karty charakterystyk substancji.