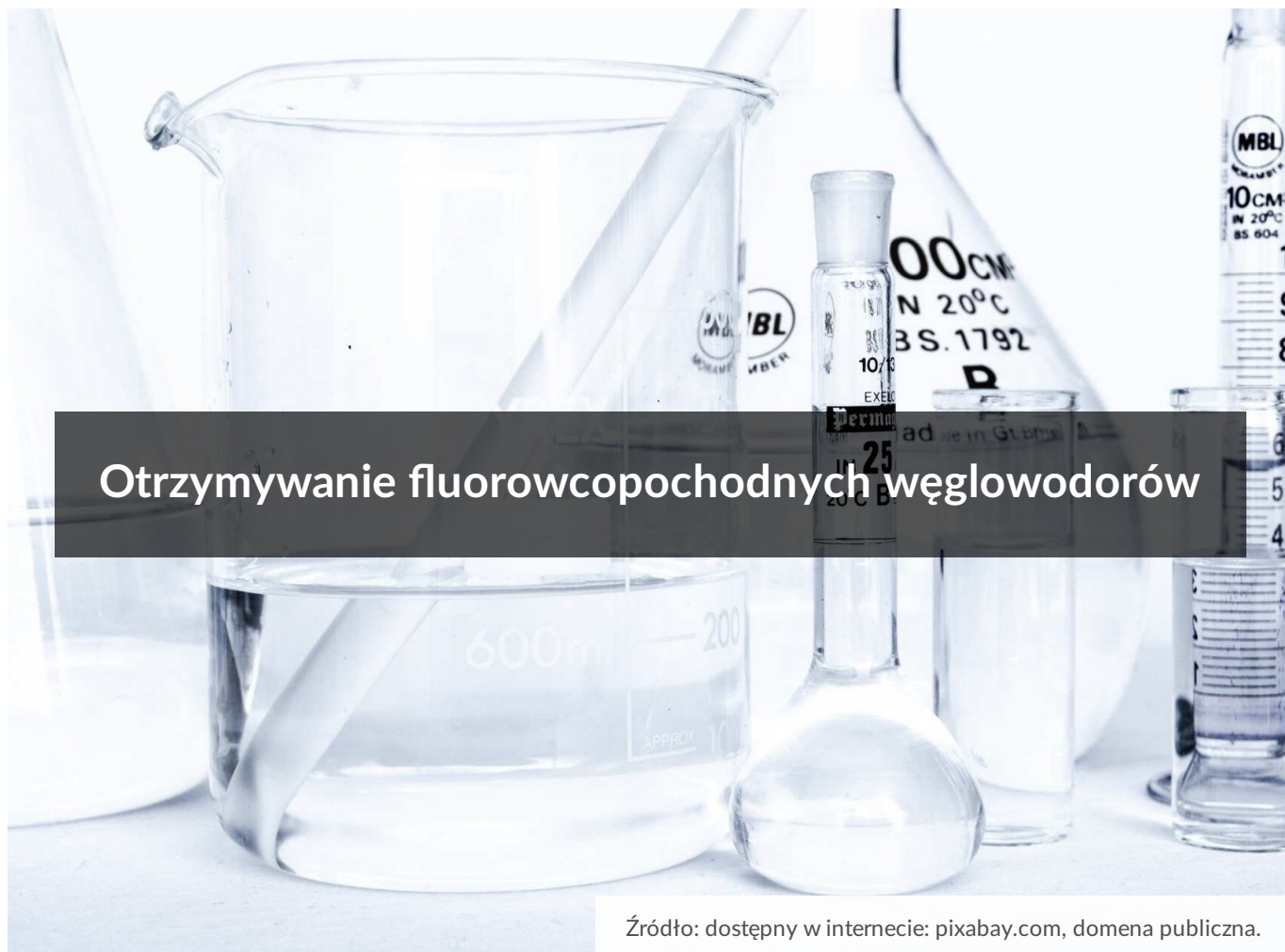




## Otrzymywanie fluorowcopochodnych węglowodorów

- [Wprowadzenie](#)
- [Przeczytaj](#)
- [Film samouczek](#)
- [Sprawdź się](#)
- [Dla nauczyciela](#)



## Otrzymywanie fluorowcopochodnych węglowodorów

Źródło: dostępny w internecie: pixabay.com, domena publiczna.

Wiesz już wiele o nomenklaturze fluorowcopochodnych węglowodorów oraz o ich właściwościach fizykochemicznych. Czy zastanawiasz się, jak otrzymać takie związki? Są przecież używane na szeroką skalę w przemyśle chemicznym. Czy powstają w takim razie w reakcji eliminacji, substytucji, a może addycji? Czy warunki, w jakich przeprowadzamy reakcję, mają wpływ na jej przebieg i na otrzymane produkty? Czym różnią się metody otrzymywania halogenopochodnych w skali laboratoryjnej od metod w skali przemysłowej? Na te i inne pytania będziesz znać odpowiedź po uważnym przestudiowaniu tego tematu.

### **Twoje cele**

- Zapoznasz się z podstawowymi metodami otrzymywania halogenopochodnych alkilowych i aromatycznych.
- Wywnioskujesz, jaki powstanie produkt na podstawie warunków reakcji.
- Zapiszesz równania reakcji otrzymywania halogenopochodnych.
- Określisz prawidłowo typ reakcji chemicznej, której produktem jest fluorowcopochodna węglowodorów.

# Przeczytaj

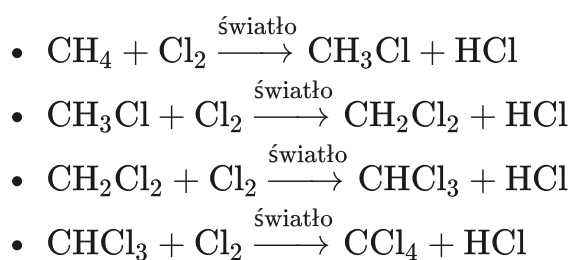
Przez bardzo długi czas naukowcy uważali, że obecność organicznych związków halogenopochodnych w środowisku naturalnym jest spowodowana jedynie działalnością człowieka. Jednak to nieprawda. Naukowcy ustalili obecność ponad dwóch tysięcy różnych związków zawierających fluor, chlor, brom i jod, które występują naturalnie. Zdecydowanie więcej można znaleźć w organizmach morskich (algi czy skorupiaki) niż lądowych. Co ciekawe, da się je również spotkać w znanych i ogólnie dostępnych roślinach, takich jak pomidory, ziemniaki czy mandarynki i pomarańcze. Oczywiście, powstające związki organiczne fluorowcopochodnych występują w bardzo niewielkich ilościach i w dużym rozproszeniu, przez co pozyskiwanie ich z tych źródeł jest mało efektywne i nieopłacalne, w porównaniu do laboratoryjnych metod otrzymania.

## Otrzymywanie halogenków alkilowych

Halogenki alkilowe na skalę laboratoryjną otrzymać można z różnego rodzaju substratów:

- z węglowodorów nasyconych (alkanów), poprzez [substytucję](#) rodnikową;

### Przykład 1

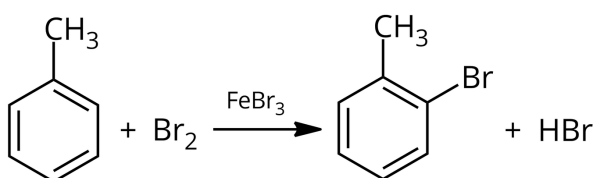
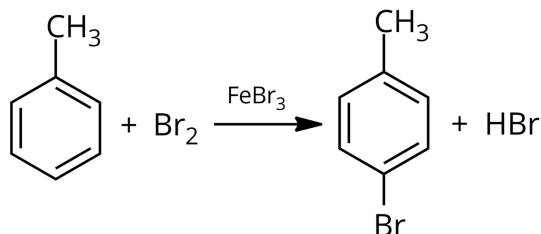
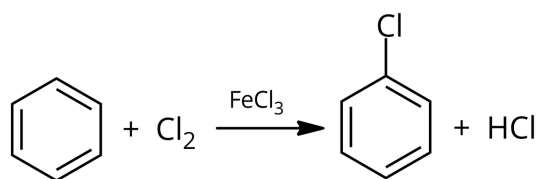


Jest to jedna z podstawowych metod otrzymywania halogenków alkilowych i znajduje zastosowanie przede wszystkim w produkcji najprostszych halogenków (głównie pochodnych metanu). Są one otrzymywane w bezpośredniej reakcji metanu z chlorem, pod wpływem działania światła lub ogrzewania. Wówczas powstaje mieszanina chlorometanu, dichlorometanu, trichlorometanu i tetrachlorometanu, rozdzielana następnie na drodze destylacji frakcjonowanej.

W przypadku alkanów o dłuższym łańcuchu węglowym, halogenowanie może prowadzić do powstania mieszanin, których nie da się tak łatwo rozdzielić. Podczas tych reakcji produkt główny powstaje na skutek podstawienia wodoru atomem fluorowca przy węglu o wyższej rzędowości.

- z węglowodorów aromatycznych (arenów), poprzez **substytucję** elektrofilową, w obecności katalizatora;

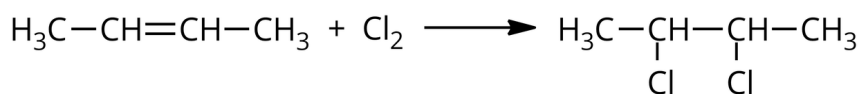
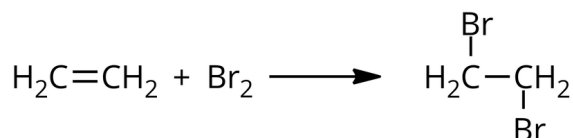
### Przykład 2



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

- z węglowodorów nienasyconych, poprzez **addycję**  $\text{X}_2$  do wiązań wielokrotnych;

### Przykład 3

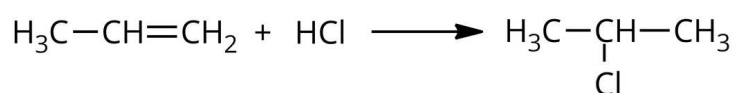
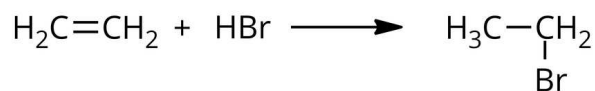


Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Reakcja ta umożliwia bezpośrednie otrzymywanie dihalogenopochodnych. Co więcej, może posłużyć do wykrycia obecności podwójnego wiązania węgiel-węgiel w cząsteczce. Wymaga to zastosowania roztworu bromu (woda bromowa ma brunatną barwę), który w obecności związku nienasyconego ulega odbarwieniu.

- z węglowodorów nienasyconych, poprzez **addycję**  $\text{HX}$  do wiązań wielokrotnych;

### Przykład 4

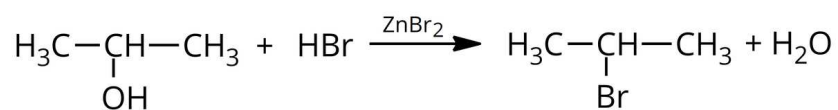
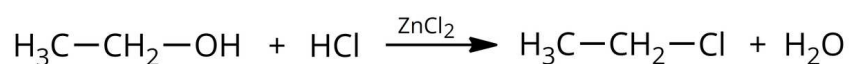


Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Reakcja ta przebiega zgodnie z [regułą Markownikowa](#), określającą produkt główny reakcji – w trakcie addycji atom wodoru przyłącza się do tego atomu węgla, który jest związany z drugim wiązaniem podwójnym i gdzie jest więcej atomów wodoru, z kolei atom halogenu przyłącza się do drugiego atomu węgla przy tym wiązaniu o mniejszej ilości atomów wodoru.

- z alkoholi, w reakcji substytucji nukleofilowej.

### Przykład 5



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

## Doświadczenie 1

Otrzymywanie bromopochodnych węglowodorów.

### Problem badawczy

W jaki sposób można otrzymać bromopochodne węglowodorów?

---

### Hipoteza

W zależności od użytego substratu i warunków reakcji, roztwór bromu będzie się odbarwiać.

---

### Odczynniki i sprzęt:

- trzy kolby stożkowe;
  - lampa z mocną żarówką;
  - etyn (acetylen);
  - heksan;
  - benzen;
  - roztwór bromu w  $\text{CHBr}_3$ ;
  - bromek żelaza(III).
- 

### Instrukcja

Załącz okulary i rękawice ochronne.

1. Do kolb stożkowych wprowadź odpowiednio heksan, etyn (acetylen) i benzen.
2. Do każdej z kolb wlej kilka kropli roztworu bromu i zamieszaj.
3. Do kolb, w których roztwór bromu się nie odbarwił, wsyp odrobinę bromku żelaza(III) i zamieszaj.
4. Do wylotu probówki z benzenem przyłóż zwilżony papierek wskaźnikowy.

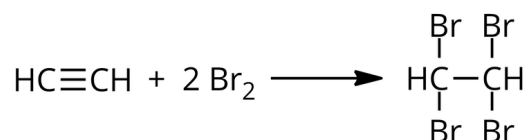
Kolbę, której zawartość jako jedyna nie odbarwiła się, ustaw w promieniu jasnego światła lampy i odczekaj kilka minut.

---

## Podsumowanie

Ze względu na trzy różne substancje, zachodzą tak samo trzy różne reakcje, które wymagają zupełnie innych warunków. Można je zapisać następująco:

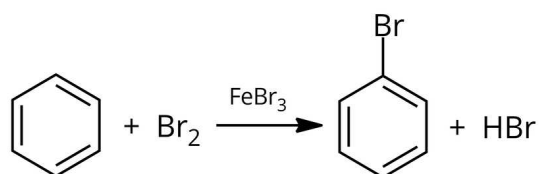
- **etyń (acetylen):**



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

Natychmiastowe odbarwienie roztworu bromu wynika z obecności wiązań wielokrotnych – reakcja **addycji** elektrofilowej.

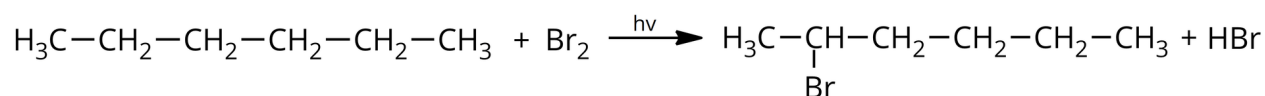
- **benzen:**



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

Odbarwienie roztworu bromu nastąpiło dopiero po zastosowaniu katalizatora w postaci bromku żelaza(III). Reakcja przebiegła wg mechanizmu **substytucji** elektrofilowej. Przyłożony do wylotu probówki zwilżony papierek wskaźnikowy zabarwił się na czerwono.

- **heksan:**



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

Odbarwienie roztworu bromu w heksanie nastąpiło dopiero po naświetleniu kolby mocnym światłem lampy, które umożliwiło wytworzenie rodników bromkowych, niezbędnych do zainicjowania dalszego przebiegu reakcji. Reakcja zachodzi według mechanizmu **substytucji** rodnikowej.

- Chloro- i bromopochodne węglowodorów alifatycznych można otrzymać, działając chlorem lub bromem na alkanany w obecności światła lub podwyższonej temperatury – to przykład reakcji substytucji rodnikowej.
- Halogenopochodne węglowodorów alifatycznych można otrzymać, działając halogenami oraz halogenowodorami na alkeny i alkiny – to przykład reakcji addycji.
- Reakcja **addycji** halogenowodoru do alkeny przebiega zgodnie z **regułą Markownikowa**
- Halogenopochodne węglowodorów aromatycznych można otrzymać, działając chlorem lub bromem w obecności żelaza. Następuje wymiana atomu wodoru z pierścienia benzenowego na atom chlorowca – to przykład reakcji **substytucji** elektrofilowej.

## Słownik

### substytucja

reakcja chemiczna, polegająca na wymianie jednego lub kilku atomów w cząsteczce związku chemicznego

### addycja

(łac. *additio* „dodawanie”) reakcja przyłączania; reakcja chemiczna polegająca na przyłączeniu atomów lub cząsteczek związku chemicznego z utworzeniem cząsteczki jednego produktu (adduktu), dzięki pękającym wiązaniom  $\pi$

### Reguła Markownikowa

reguła określająca przebieg reakcji addycji elektrofilowej do atomów węgla, połączonych podwójnym wiązaniem w cząsteczkach niesymetrycznych węglowodorów nienasyconych

## Bibliografia

Dudek-Różycki K., Płotek M., Wichur T., *Węglowodory. Repetytorium i zadania*, Kraków 2020.

Dudek-Różycki K., Płotek M., Wichur T., *Kompendium terminologii oraz nazewnictwa związków organicznych. Poradnik dla nauczycieli i uczniów*, Kraków 2020.

# Film samouczek

---

## Polecenie 1

Czy wiesz, w jaki sposób można otrzymać fluorowcopochodne węglowodorów?

Zapoznaj się z poniższym filmem, a następnie rozwiąż zadania.

## Wystąpił błąd

OTRZYMYWANIE FLUOROWCOPOCHODNYCH  
WĘGLOWODORÓW

Film dostępny pod adresem </preview/resource/RWmCascam1DcR>

Film samouczek pt. *Otrzymywanie fluorowcopochodnych węglowodorów*

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

Film przedstawiający metody otrzymywania fluorowcopochodnych węglowodorów.

---

## Ćwiczenie 1

Zaprojektuj ciąg reakcji chemicznych, w wyniku których z but-1-ynu otrzymasz:

- a) 3-bromobutan;
- b) 1,2-dibromobutan;
- c) 2,2-dibromobutan;
- d) 1,2,2-tribromobutan;
- e) 1,1,2,2-tetrabromobutan;
- f) 2,3-dibromobutan.

Zapisz odpowiednie równania reakcji, uwzględniając warunki prowadzenia poszczególnych reakcji.

## Ćwiczenie 2

Zapoznaj się z poniższym tekstem, a następnie rozwiąż zadanie.

# Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

## Ćwiczenie 1



Halogenopochodnych węglowodorów nie można otrzymać z węglowodorów w wyniku reakcji:

eliminacji.

addycji.

substytucji wolnorodnikowej.

substytucji elektrofilowej.

## Ćwiczenie 2



Oceń, czy poniższe zdania są prawdziwe.

Zdanie	Prawda	Fałsz
Zarówno alkeny, jak i alkiny odbarwiają wodę bromową.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Zgodnie z regułą Markownikowa, w reakcji chlorowodoru z but-2-enem powstają dwa produkty organiczne.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Toluen odbarwia wodę bromową bez użycia dodatkowych warunków i katalizatora.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Chlorometan można otrzymać w reakcji addycji.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

### Ćwiczenie 3



Przyporządkuj nazwy systematyczne wszystkich produktów monochlorowania, w obecności światła, do substratów znajdujących się po lewej stronie.

2-metylopropan

1-chloro-2-metylobutan, 2-chloro-2-metylobutan,  
2-chloro-3-metylobutan, 1-chloro-3-metylobutan

butan

1-chloro-2-metylopropan i 2-chloro-2-metylopropan

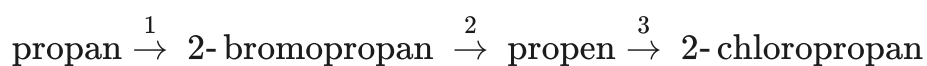
2-metylobutan

1-chlorobutan, 2-chlorobutan

### Ćwiczenie 4



Napisz równania reakcji chemicznych (1 i 3) przedstawionych na schemacie. Zastosuj w równaniach wzory półstrukturalne.



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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

## Ćwiczenie 5



W wyniku bromowania pewnego nierozgałęzionego alkanu otrzymano monobromopochodną o masie molowej  $137 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$ .

W oparciu o odpowiednie obliczenia podaj wzór sumaryczny tego alkanu.

$\text{C}_5\text{H}_{12}$

$\text{C}_4\text{H}_{10}$

$\text{C}_5\text{H}_{10}$

Określ, ile jest możliwych do otrzymania monobromopochodnych tego alkanu.

Wpisz liczbę: .

## Ćwiczenie 6



Wskaż, które zdania zawierają informację fałszywą.

Jedną z metod otrzymywania halogenopochodnych z węglowodorów jest reakcja eliminacji.

Halogenki alkilowe nie występują naturalnie w środowisku przyrodniczym.

Toluen, w zależności od warunków reakcji, może ulegać reakcji zarówno substytucji elektrofilowej, jak i substytucji wolnorodnikowej.

W wyniku addycji chloru do alkenu powstaje tetrachloropochodna, a w przypadku addycji chloru do alkinu – dichloropochodna.

## Ćwiczenie 7



Związek A o wzorze  $C_5H_{10}$  nie odbarwia wody bromowej ani wodnego roztworu manganianu(VII) potasu. Określ, jaka jest struktura tego związku i nazwa systematyczna, jeżeli wiadomo, że w wyniku reakcji z chlorem, w obecności światła, powstała tylko jedna jego monochloropochodna.

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

## Ćwiczenie 8



Zaprojektuj doświadczenie, w którym odróżnisz heksan od heks-1-enu. Zaznacz użyty odczynnik, zapisz obserwacje i ewentualne równania reakcji chemicznych.

### Odczynniki:

- świeżo strącony wodorotlenek miedzi(II)
- stały chlorek żelaza(III)
- roztwór bromu w tetrachlorometanie
- alkoholowy roztwór wodorotlenku sodu

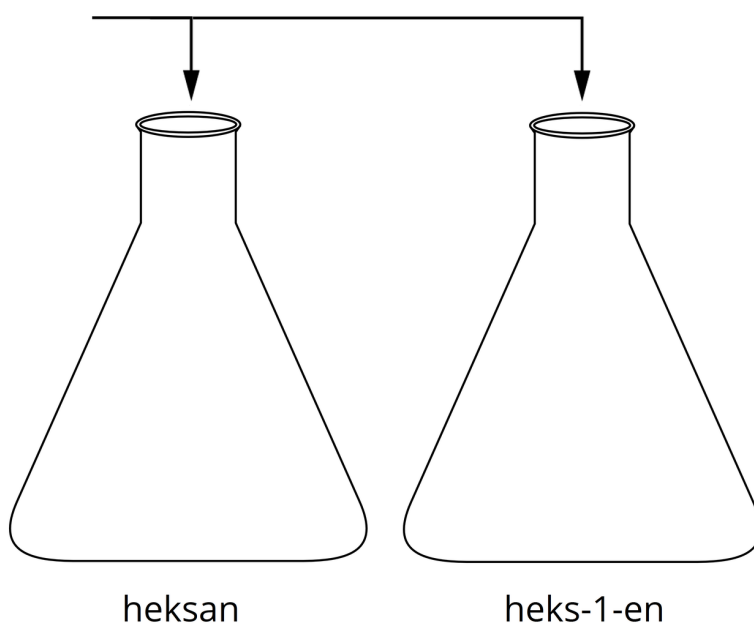
### Obserwacje:

### Równanie reakcji chemicznej:

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

### Schemat:





# Dla nauczyciela

---

## Scenariusz zajęć

**Autor:** Jakub Skuta, Krzysztof Błaszczak

**Przedmiot:** chemia

**Temat:** Otrzymywanie fluorowcopochodnych węglowodorów

**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

Wymagania ogólne

I. Pozyskiwanie, przetwarzanie i tworzenie informacji. Uczeń:

1) pozyskuje i przetwarza informacje z różnorodnych źródeł z wykorzystaniem technologii informacyjno-komunikacyjnych.

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

1) opisuje właściwości substancji i wyjaśnia przebieg procesów chemicznych;

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

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.

Poziom rozszerzony

Wymagania ogólne

I. Pozyskiwanie, przetwarzanie i tworzenie informacji. Uczeń:

1) pozyskuje i przetwarza informacje z różnorodnych źródeł z wykorzystaniem technologii informacyjno-komunikacyjnych.

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

1) opisuje właściwości substancji i wyjaśnia przebieg procesów chemicznych;

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

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) stosuje elementy metodologii badawczej (określa problem badawczy, formułuje 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:**

- wymienia podstawowe metody otrzymywania halogenopochodnych alkilowych i aromatycznych;
- na podstawie warunków reakcji wnioskuje, jaki będzie produkt;
- pisze równania reakcji otrzymywania halogenopochodnych;
- prawidłowo nazywa typ reakcji chemicznej, której produktem jest fluorowcopochodna węglowodórów.

**Strategie nauczania:**

- problemowa;
- asocjacyjna.

## **Metody i techniki nauczania:**

- analiza materiału źródłowego;
- ćwiczenia uczniowskie;
- dyskusja dydaktyczna;
- pogadanka;
- technika termometr;
- eksperyment chemiczny;
- film samouczek.

## **Formy pracy:**

- praca indywidualna;
- praca w parach;
- praca w grupach;
- 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. Zaciekawienie i dyskusja. Nauczyciel zadaje uczniom pytania: Czy fluorowcopochodne to związki chemiczne, które w środowisku naturalnym występują na skutek działalności człowieka? Jeśli nie, to gdzie można je spotkać?
2. Rozpoznanie wiedzy wyjściowej uczniów. Uczniowie starają się odpowiedzieć na pytanie: „Jak na skalę laboratoryjną można otrzymać fluorowcopochodne węglowodorów?”. Mogą stworzyć na tablicy mapę pojęć z podawanych propozycji.
3. Ustalenie celów lekcji. Nauczyciel podaje temat zajęć i wspólnie z uczniami ustala cele lekcji, które uczniowie zapisują na kartkach i gromadzą w portfolio.
4. Zasady BHP. Nauczyciel zapoznaje uczniów z kartami charakterystyk substancji, które będą używane na lekcjach.

### **Faza realizacyjna:**

1. Uczniowie samodzielnie analizują tekst źródłowy e-materiału w sekcji „Przeczytaj”, po czym nauczyciel inicjuje pogadankę w odniesieniu do otrzymywania halogenopochodnych. Ewentualne niezrozumiałe kwestie zostają wyjaśnione przez prowadzącego na forum klasy.

2. Eksperyment chemiczny – „Otrzymywanie bromopochodnych węglowodorów”.  
Nauczyciel wybiera uczniów do roli asystenta, którzy w jego obecności przeprowadzą pokaz. Rozdaje karty pracy. Uczniowie wybierają odpowiednie szkło, sprzęt laboratoryjny oraz odczynniki chemiczne. Samodzielnie formułują pytanie badawcze i hipotezę, rysują schemat doświadczenia. Uczniowie-asystenci wykonują kolejno czynności podane w instrukcji (patrz e-materiały: doświadczenie 1). Pozostali obserwują zmiany podczas eksperymentu, zapisują równania reakcji chemicznych, wyciągają wnioski (wszystko zapisują w kartach pracy). Na forum całej klasy następuje weryfikacja pod względem merytorycznym zaprezentowanych przez liderów grup efektów pracy. Równania reakcji chemicznych uczniowie zapisują na tablicy celem sprawdzenia poprawności zapisu. Nauczyciel wyjaśnia ewentualnie zaistniałe niezrozumiałe kwestie.
3. Nauczyciel poleca uczniom film samouczek do pracy samodzielnej. Uczniowie wykonują zawarte w medium ćwiczenia.
4. Nauczyciel zapowiada uczniom, że będą rozwiązywać ćwiczenia nr 3-8, zawarte w e-materiale w sekcji „Sprawdź się” – od najprostszych do najtrudniejszych. Uczniowie wykonują zadania w parach. Po ustalonym czasie, wybrane osoby przedstawiają odpowiedzi, a pozostali wspólnie ustosunkowują się do nich. Nauczyciel w razie potrzeby koryguje odpowiedzi, dopowiada istotne informacje, udziela uczniom informacji zwrotnej. Prowadzący zapowiada uczniom, że w kolejnym kroku będą rozwiązywać ćwiczenia nr 1 i 2 z sekcji „Sprawdź się”. Każdy z uczniów wykonuje ćwiczenia samodzielnie. Po ustalonym czasie, wybrane osoby przedstawiają rozwiązania. Nauczyciel w razie potrzeby koryguje odpowiedzi, dopowiada istotne informacje, udziela uczniom informacji zwrotnej.

#### **Faza podsumowująca:**

1. Na zakończenie nauczyciel stosuje narzędzie do oceny stopnia opanowania wiadomości i umiejętności z zastosowaniem termometru przez uczniów. Uczniowie na skali temperatury zaznaczają karteczkami samoprzylepnymi, w jakim stopniu opanowali zagadnienia, wynikające z zamierzonych do osiągnięcia celów lekcji. Jeżeli ze skali będzie wynikał niski poziom temperatury, uczniowie zastanawiają się, w jaki sposób podnieść swój poziom posiadanej wiedzy.

#### **Praca domowa:**

Uczniowie wykonują zawarte w e-materiale w sekcji „Sprawdź się” pozostałe ćwiczenia, których nie zdążyli wykonać na lekcji.

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

Film samouczek może być wykorzystany przez uczniów podczas przygotowywania się do lekcji czy pracy kontrolnej. Uczniowie nieobecni na lekcji mogą medium wykorzystać

w ramach samokształcenia do uzupełnienia luk kompetencyjnych. Nauczyciel medium może wykorzystać w ramach metody lekcji odwróconej.

**Materiały pomocnicze:**

1. Nauczyciel przygotowuje narzędzie do oceny stopnia opanowania wiadomości i umiejętności z zastosowaniem termometru przez uczniów oraz karteczki samoprzylepne dla uczniów.
2. Eksperyment chemiczny „Otrzymywanie bromopochodnych węglowodorów”

Szkło i sprzęt laboratoryjny, odczynniki chemiczne oraz instrukcja wykonania zamieszczone w e-materiałach w sekcji „Przeczytaj” – doświadczenie 1.

3. Karty charakterystyk substancji chemicznych.
4. Karta pracy ucznia:

Plik o rozmiarze 63.65 KB w języku polskim