



Odróżnianie fenoli od alkoholi

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



Odróżnianie fenoli od alkoholi

Heksahydrat chlorku żelaza(III) – wodny roztwór tej substancji można wykorzystać do przeprowadzenia reakcji charakterystycznej na odróżnienie alkoholi od fenoli.

Źródło: dostępny w internecie: commons.wikimedia.org, domena publiczna.

W analizie leków bardzo często stosuje się roztwór chlorku żelaza(III) do odróżniania pewnej grupy związków, które zawierają grupę hydroksylową. Jakże znasz związki organiczne mające grupę – OH w swoich cząsteczkach? Oczywiście, mowa w tym materiale będzie o alkoholach i fenolach. Niemniej ich właściwości są odmienne. Jak zatem je od siebie odróżnić?

Twoje cele

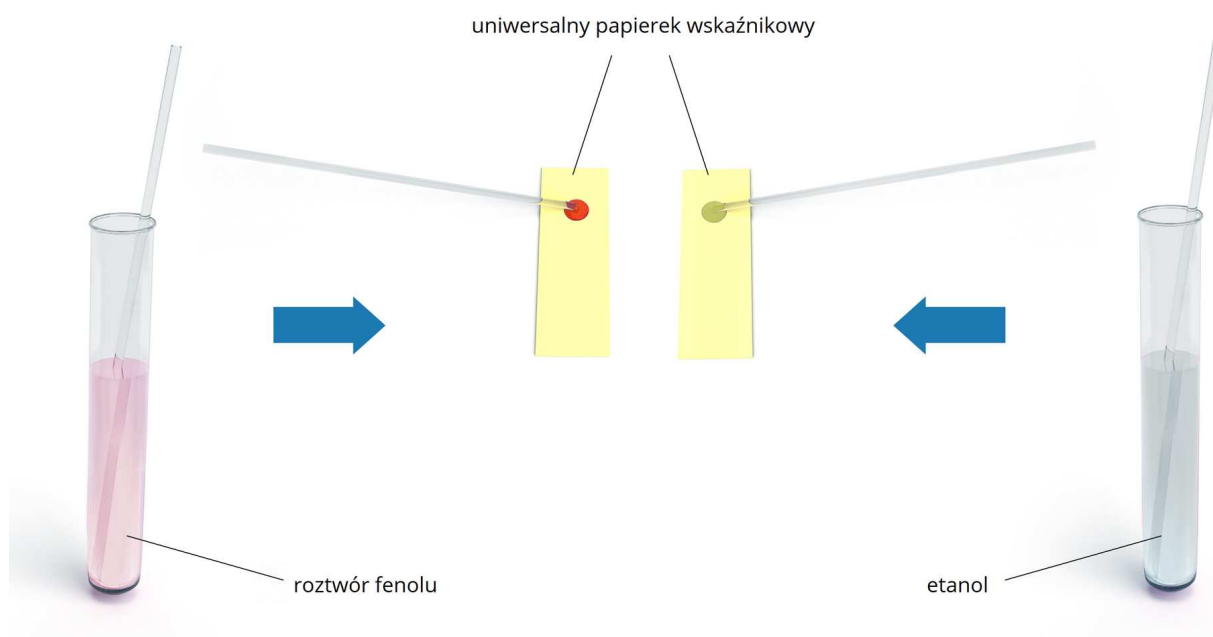
- Wskażesz różnicę w budowie pomiędzy alkoholami a fenolami.
- Sformułujesz obserwacje i wnioski do reakcji pozwalających odróżnić alkohole od fenoli.
- Zapiszesz odpowiednie równania reakcji chemicznych.
- Porównasz metody odróżniania alkoholi od fenoli.

Przeczytaj

Alkohole i **fenole** to związki, w których cząsteczkach występuje grupa hydroksylowa ($-OH$), przyłączona do atomu węgla. Różnica polega na tym, że w alkoholach atom węgla buduje alifatyczny łańcuch węglowy, a jego orbitalom atomowym przypisuje się stan hybrydyzacji sp^3 . W fenolach natomiast, atom węgla, związany z grupą hydroksylową, buduje pierścień aromatyczny. Stan hybrydyzacji orbitali atomowych tego atomu węgla to zatem sp^2 . Schematycznie alkohole i fenole oznacza się odpowiednio jako: $R-OH$ oraz $Ar-OH$, gdzie R to łańcuch węglowodorowy, a Ar to pierścień aromatyczny. Aby odróżnić alkohole od fenoli, stosuje się szereg metod, z którymi zapoznasz się w tym materiale.

Sprawdzanie odczynu

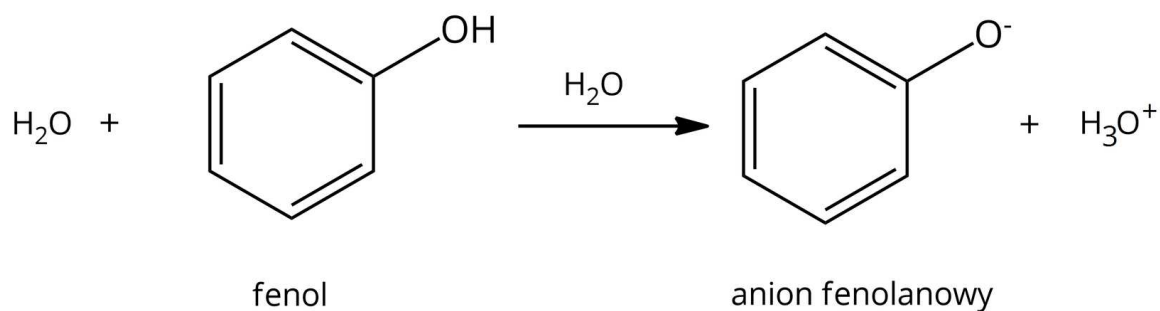
Alkohole nie ulegają dysocjacji elektrolitycznej pod wpływem wody – odczyn ich wodnego roztworu jest więc obojętny. Z kolei fenole to słabe kwasy, które ulegają dysocjacji elektrolitycznej pod wpływem wody. Odczyn ich wodnych roztworów jest kwasowy. Poniżej przedstawiono porównanie zachowania roztworu fenolu oraz etanolu wobec uniwersalnego papierka wskaźnikowego.



Porównanie odczynu etanolu i roztworu fenolu

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

Uniwersalny papierek wskaźnikowy w roztworze fenolu barwi się na kolor jasnoczerwony, co świadczy o odczynie kwasowym. Fenol ulega dysocjacji zgodnie z poniższym równaniem:

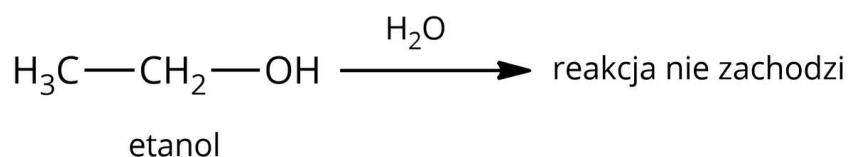


Reakcja dysocjacji fenolu

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

W przypadku etanolu papierek wskaźnikowy pozostaje żółty, co wskazuje na odczyn obojętny. Etanol nie dysocjuje już w wodzie, ponieważ jego stała dysocjacji kwasu K_a jest niższa niż stała dysocjacji kwasu dla wody, co oznacza, że etanol wykazuje jeszcze słabsze właściwości kwasowe niż woda.

| związek | wartość K_a w 25°C | wartość pK_a w 25°C |
|---------|----------------------|-----------------------|
| fenol | $1,3 \cdot 10^{-10}$ | 9,9 |
| woda | $1,8 \cdot 10^{-16}$ | 15,7 |
| etanol | $1,3 \cdot 10^{-16}$ | 15,9 |



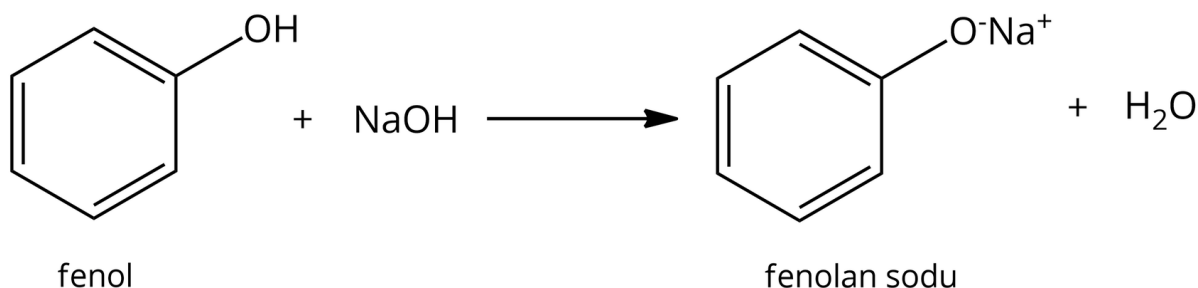
Etanol nie ulega reakcji dysocjacji.

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

Użycie wskaźnika kwasowo-zasadowego, np. uniwersalnego papierka wskaźnikowego, oranżu metylowego czy wskaźnika uniwersalnego pozwala na odróżnienie alkoholi od fenoli. Należy jednak pamiętać, że w przypadku fenolu jego roztwór musi być stężony i przygotowany w gorącej wodzie, ponieważ rozpuszcza się on jedynie w wysokiej temperaturze. Co więcej – ani alkohole, ani związki aromatyczne, zawierające ugrupowanie fenolowe, nie mogą być związane z innymi grupami kwasowymi lub zasadowymi, które wpływają na odczyn całego związku chemicznego.

Reakcja z $\text{NaOH}_{(\text{aq})}$

Fenol, jako słaby kwas, reaguje z wodnymi roztworami mocnych zasad, np. NaOH, zgodnie z poniższym równaniem reakcji:

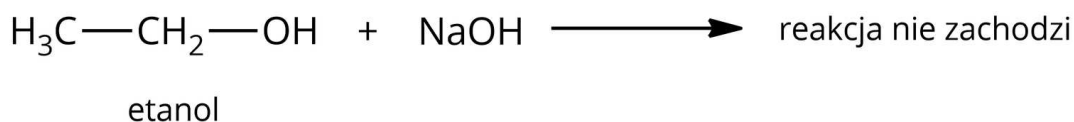


Reakcja fenolu z roztworem NaOH

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

Produktem reakcji fenolu (benzenolu) z wodorotlenkiem sodu jest sól – fenolan sodu (benzenolan sodu).

Alkohole mają właściwości kwasowe, ale na tyle słabe, że można je wykazać jedynie w reakcji z metalami aktywnymi, ponieważ tylko te wypierają wodór z alkoholu. Alkohole więc nie reagują z zasadami, jak choćby NaOH lub KOH.



Etanol nie ulega reakcji z roztworem NaOH

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

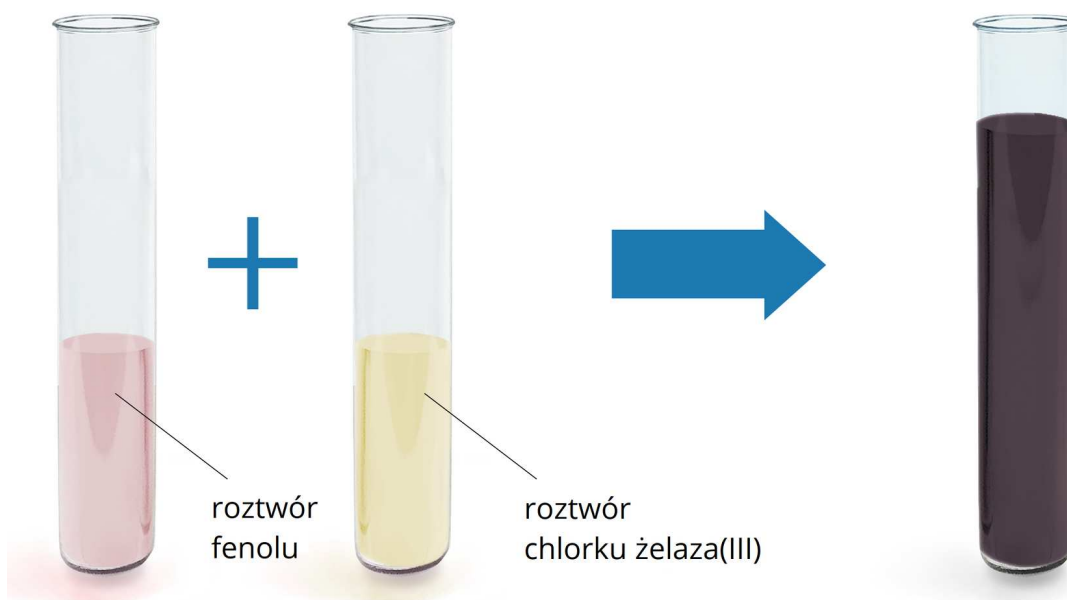
Fenol posiada zatem silniejsze właściwości kwasowe niż alkohole.

Reakcja charakterystyczna dla fenoli: zachowanie wobec FeCl₃

Najszybszą metodą na odróżnienie alkoholi od fenoli jest przeprowadzenie próby z wodnym roztworem chlorku żelaza(III). Jest to jakościowa metoda potwierdzająca obecność ugrupowania fenolowego w cząsteczce. Związki aromatyczne zawierające grupę –OH, bezpośrednio związaną z pierścieniem w reakcji z FeCl₃, tworzą charakterystyczne

związki koordynacyjne o barwie ciemnofioletowej. Zabarwienie roztworu zależy jednak od stężenia chlorku żelaza(III).

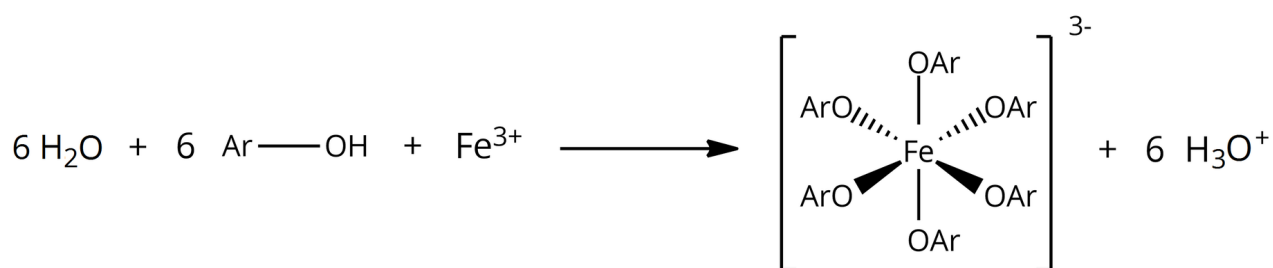
Poniżej przedstawiono wynik połączenia roztworów fenolu oraz FeCl_3 .



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

Ciekawostka

Równanie reakcji powstawania powyższego związku koordynacyjnego o barwie fioletowej można przedstawić następująco:



Reakcja charakterystyczna na wykrycie ugrupowań fenolowych. „Ar” oznacza pierścień aromatyczny

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

Słownik

alkohole

(arab. *al-kuhl* „delikatny proszek”) związki organiczne, pochodne węglowodorów, których cząsteczki zawierają grupę hydroksylową (wodorotlenową) $-\text{OH}$ zamiast atomu

wodoru związanego w związku macierzystym z atomem węgla grupy alkilowej lub cykloalkilowej

fenole

związki organiczne, mono-, di- i polihydroksylowe pochodne benzenu oraz alkilobenzenów, których cząsteczki zawierają grupy hydroksylowe ($-OH$) związane z atomem węgla pierścienia benzenowego

związki koordynacyjne

(związki kompleksowe, kompleksy) złożone cząsteczki lub jony (kationy, aniony), w których atom (lub jon) zwany atomem (jonem) centralnym jest połączony za pomocą wiązania koordynacyjnego z ligandami – jonami lub cząsteczkami obojętnymi

stała dysocjacji kwasu

(K_a) stała równa stosunkowi iloczynu stężeń jonów, powstających w procesie dysocjacji kwasu, do stężenia cząsteczek niezdysocjowanych

Bibliografia

Danikiewicz W., *Chemia. Podręcznik do kształcenia rozszerzonego w liceach. Część III. Chemia organiczna*, Warszawa 2009.

Encyklopedia PWN.

Kaznowski K., *Chemia. Vademecum maturalne*, Warszawa 2016.

Grafika interaktywna

Polecenie 1

Jakie są różnice w reaktywności pomiędzy alkoholami i fenolami? Zapoznaj się z grafiką interaktywną, która przedstawia podsumowanie rozbieżności pomiędzy tymi związkami, a następnie przejdź do wykonania zadań.

Grafika interaktywna pt. „Alkohole a fenole”.

Źródło: GroMar Sp. z o.o., na podstawie B. Drożdż, *Analiza jakościowa związków organicznych*, Kraków 2013; ponadto korzystano z materiału dostępnego pod adresem: <http://www.e-biotechnologia.pl/Artykuly/Alkohole-i-fenole/> oraz <https://farmacja.cm.uj.edu.pl/>, licencja: CC BY-SA 3.0.

Ćwiczenie 1

W oparciu o wiadomości zdobyte w „Przeczytaj” i w grafice interaktywnej, uzupełnij schematy doświadczeń, przeciągając pola z odczynnikami w wybrane miejsce tablicy interaktywnej.

Pamiętaj, że **nie wszystkie odczynniki** muszą być wykorzystane.

Metody odróżniania alkoholi od fenoli – schematy doświadczeń do wypełnienia

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

Metody odróżniania alkoholi od fenoli – schematy doświadczeń do wypełnienia

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

Metody odróżniania alkoholi od fenoli – schematy doświadczeń do wypełnienia

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

Ćwiczenie 2

Zapisz obserwacje do każdego z powyższych schematów reakcji w tabeli zamieszczonej pod poleceniem.

Ćwiczenie 3

Zapisz wnioski wynikające z zastosowania każdej z metod odróżniania alkoholi od fenoli.

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Odpowiedz, który wzór ogólny ($R-OH$, $Ar-OH$) można przypisać do alkoholi, a który do fenoli. Co oznaczają symbole „ R ” i „ Ar ”?

Odpowiedź:

Ćwiczenie 2



Zaznacz odpowiednie pola w tabeli, jeśli opisana cecha dotyczy danego związku.

| | Fenol | Alkohol |
|---|--------------------------|--------------------------|
| Posiada grupę wodorotlenkową. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Ulega dysocjacji elektrolitycznej. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Reaguje z wodnym roztworem wodorotlenku potasu. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Reakcja z wodnym roztworem chlorku żelaza(III). | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Ćwiczenie 3



Oceń, czy dane stwierdzenie jest prawdziwe, czy fałszywe.

| Stwierdzenie | Prawda | Falsz |
|--|-----------------------|-----------------------|
| 2-metylocykloheksan-1-ol ulega reakcji z FeCl_3 , dając fioletowe zabarwienie roztworu. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Alkohole mają właściwości kwasowe, dlatego ulegają reakcji zobojętnienia. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 3-metylofenol ulega reakcji z roztworem chlorku żelaza(III), ponieważ należy on do grupy fenoli. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| W reakcji dysocjacji fenolu powstają aniony fenyłowe. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Fenole mają właściwości kwasowe i wykazują odczyn kwasowy. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

Ćwiczenie 4



Narysuj wzór fenolu oraz dowolnej cząsteczki alkoholu, a następnie zaznacz wiązania σ (sigma) wokół atomu węgla, związanego z grupą hydroksylową. Określ również typ hybrydyzacji odpowiadający jego orbitalom atomowym.

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 5



Wyjaśnij, z czego wynika barwa uniwersalnego papierka wskaźnikowego, zanurzonego w etanolu oraz roztworze fenolu.

Odpowiedź:

Ćwiczenie 6



Spośród poniższych związków chemicznych wybierz te, które ulegają reakcji z FeCl_3 .

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

Ćwiczenie 7



Zapisz równanie reakcji przedstawionej na poniższym schemacie w formie jonowej skróconej.



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

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



Poniżej przedstawiono wzór związku koordynacyjnego, utworzonego podczas charakterystycznej reakcji na wykrycie fenolu. Zaznacz na rysunku kolorem niebieskim ligandy oraz kolorem czerwonym atom centralny, a następnie wyjaśnij, z czego wynika trójwymyślny ładunek kompleksu.

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

Odpowiedź:

Dla nauczyciela

Scenariusz zajęć

Autor: Daria Szeliga, Krzysztof Błaszczak

Przedmiot: chemia

Temat: Odróżnianie alkoholi od fenoli

Grupa docelowa: Uczniowie III etapu edukacyjnego – kształcenie w zakresie podstawowym i rozszerzonym

Podstawa programowa:

Zakres podstawowy

XIV. Hydroksylowe pochodne węglowodorów: alkohole i fenole. Uczeń:

5) opisuje właściwości chemiczne fenolu (benzenolu, hydroksybenzenu) na podstawie reakcji z: sodem, wodorotlenkiem sodu, kwasem azotowym(V); formułuje wniosek dotyczący kwasowego charakteru fenolu; pisze odpowiednie równania reakcji; na podstawie wyników doświadczenia klasyfikuje substancję do alkoholi lub fenoli.

Zakres rozszerzony

XIV. Hydroksylowe pochodne węglowodorów: alkohole i fenole. Uczeń:

7) opisuje właściwości chemiczne fenoli na podstawie reakcji z: sodem, wodorotlenkiem sodu, bromem, kwasem azotowym(V); pisze odpowiednie równania reakcji dla benzenolu (fenolu, hydroksybenzenu) i jego pochodnych; projektuje i przeprowadza doświadczenie, którego przebieg pozwoli odróżnić alkohol od fenolu; na podstawie wyników doświadczenia klasyfikuje substancję do alkoholi lub fenoli.

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:

- przeprowadza doświadczenia chemiczne dotyczące odróżniania alkoholi od fenoli;
- formułuje obserwacje i wnioski do reakcji pozwalających odróżnić alkohole i fenole;
- pisze odpowiednie równania reakcji;
- porównuje metody odróżniania alkoholi od fenoli.

Strategie nauczania:

- asocjacyjna;
- problemowa.

Metody i techniki nauczania:

- dyskusja dydaktyczna;
- eksperyment chemiczny;
- burza mózgów;
- ćwiczenia uczniowskie;
- analiza materiału źródłowego;
- grafika interaktywna;
- kieszeń i szuflada;
- technika zdań podsumowujących.

Formy pracy:

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

Środki dydaktyczne:

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

Przebieg zajęć

Faza wstępna:

1. Zaciekawienie i dyskusja. Nauczyciel wykorzystuje informacje zawarte we wprowadzeniu do e-materiału.
2. Rozpoznanie wiedzy wyjściowej uczniów. Burza mózgów wokół pytania: Jak odróżnić alkohole od fenoli?
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. Powrót do burzy mózgów w fazie wstępnej – uczniowie wyszukują w e-materiale sposoby odróżniania alkoholi od fenoli i konfrontują informacje ze swoimi wypowiedziami.
2. Eksperyment chemiczny – „Odróżnianie alkoholi od fenoli”. Nauczyciel dzieli losowo uczniów na grupy, rozdaje karty pracy. Uczniowie pod nadzorem nauczyciela wykonują kolejno czynności podane w instrukcji (patrz karta pracy ucznia). Uczniowie samodzielnie rysują schemat doświadczenia, określają zmienne, zapisują równanie reakcji chemicznej, wyciągają wnioski (wszystko zapisują w kartach pracy). Nauczyciel monitoruje przebieg pracy uczniów. Następnie na forum całej klasy następuje weryfikacja pod względem merytorycznym zaprezentowanych przez chętnych uczniów efektów pracy. Równania reakcji chemicznej chętni uczeń zapisują na tablicy celem sprawdzenia poprawności zapisu. Nauczyciel wyjaśnia niezrozumiałe kwestie.
3. Grafika interaktywna – praca w parach. Uczestnicy zajęć zapoznają się z medium bazowym. Wykonują polecenie do medium bazowego. Nauczyciel monitoruje przebieg pracy uczniów, wspiera ich.
4. Na zakończenie nauczyciel stosuje narzędzie do oceny stopnia opanowania wiadomości i umiejętności z zastosowaniem termometru przez uczniów. Uczniowie na skali temperatury zaznaczają cenkami, 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?

Faza podsumowująca:

1. Kieszeń i szuflada. Nauczyciel rozdaje uczniom sklerotki. Prowadzący zajęcia rysuje na tablicy kieszeń, a obok niej zapisuje: „Co zabieram ze sobą?”. Tutaj uczeń ma wpisać to, co wyniósł z zajęć, co do niego szczególnie przemówiło, co się spodobało lub co mu się przyda w przyszłości. Poniżej nauczyciel rysuje szufladę i białą plamę. Obok szuflady zapisuje: „Co mi się nie przyda?”, a obok białej plamy: „Czego zabrakło?”. Poniższe rysunki uczeń wypełnia sklerotkami z zapisanymi krótkimi zdaniami, równoważnikami zdań lub kluczowymi słowami. Jest to okazja także do analizy przebiegu zajęć i szybkiej powtórki.
2. Jako podsumowanie lekcji nauczyciel może wykorzystać zdania do uzupełnienia, które uczniowie zamieszczają w swoim portfolio:
 - Przypomniałem/łam sobie, że...
 - Co było dla mnie łatwe...
 - Dziś nauczyłem/łam się...

- Co sprawiało mi trudności...

Praca domowa:

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

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania multimedium:

Grafika interaktywna może być przez uczniów wykorzystana podczas przygotowania się do pracy kontrolnej, a uczniowie nieobecni na lekcji mogą wykorzystać ją do uzupełnienia luk kompetencyjnych.

Materiały pomocnicze:

1. Polecenia podsumowujące (nauczyciel przed lekcją zapisuje je na niewielkich kartkach):
 - Która metoda jest najlepsza do odróżnienia alkoholi od fenoli?
 - Jaki odczyn mają alkohole i fenole i jak możemy to uzasadnić?
 - Czy alkohole reagują z zasadami?
2. Doświadczenie chemiczne: „Odróżnianie alkoholi od fenoli”

Szkło i sprzęt laboratoryjny: statywy do probówek, próbówki, bagietki szklane.

Odczynniki chemiczne: roztwór fenolu w wodzie (przygotowany wcześniej przez nauczyciela); etanol; uniwersalny papierek wskaźnikowy; fenoloftaleina; $\text{NaOH}_{(aq)}$; $\text{FeCl}_{3(aq)}$.

Instrukcja wykonania opisana w karcie pracy ucznia.

3. Propozycje zapisu obserwacji:
 - Ad.1. Pierwsza próbówka: uniwersalny papierek wskaźnikowy pozostaje żółty. Druga próbówka: uniwersalny papierek wskaźnikowy zmienia zabarwienie na jasnoczerwone.
 - Ad.2. Pierwsza próbówka: brak widocznych objawów reakcji. Druga próbówka: malinowy roztwór odbarwia się.
 - Ad.3. Pierwsza próbówka: brak widocznych objawów reakcji. Druga próbówka: roztwór zabarwia się na fioletowo.
4. Propozycje zapisu wniosków:
 - Ad.1. Wniosek: alkohole nie ulegają dysocjacji elektrolitycznej – wykazują odczyn obojętny. Fenole ulegają dysocjacji elektrolitycznej – wykazują odczyn kwasowy.

- Ad.2. Wniosek: fenole reagują z roztworami mocnych zasad, podczas gdy alkohole nie ulegają tej reakcji.
- Ad. 3. Wniosek: Reakcja z FeCl_3 jest charakterystyczną próbą na wykrycie ugrupowania fenolowego. Alkohole nie ulegają tej reakcji.

5. Karty charakterystyk substancji chemicznych.

6. Karta pracy ucznia:

Plik o rozmiarze 90.37 KB w języku polskim