



## Reakcje z udziałem fenoli

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



## Reakcje z udziałem fenoli

Szklanka (250 ml) soku z pomarańczy może dostarczyć ogółem od 100 mg do 1800 mg polifenoli.

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

Fenol i jego niektóre pochodne są związkami trującymi. Pomimo tego, można je znaleźć, w bezpiecznych stężeniach, w składzie łatwo dostępnych olejków eterycznych. Przykładem takiego związku jest eugenol, będący podstawowym składnikiem olejku z goździków. Posiada właściwości antyseptyczne i odkażające. Czy wiesz, że podstawowy związek z grupy fenoli - fenol (benzenol) należy do najważniejszych półproduktów w syntezie organicznej i służy do otrzymywania m.in. aspiryny bądź barwników? Czy znasz przykłady reakcji z udziałem fenoli i potrafisz je zapisać?

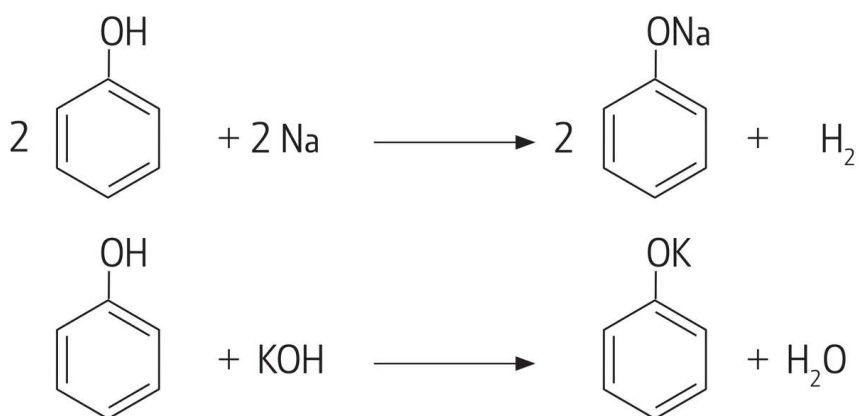
### Twoje cele

- Zapiszesz równania reakcji z udziałem fenoli.
- Na podstawie równań reakcji z udziałem fenoli przeprowadzisz obliczenia chemiczne.
- Zaproponujesz i opiszysz metodę wykrywania układu fenolowego.

# Przeczytaj

## Reakcje z metalami i zasadami

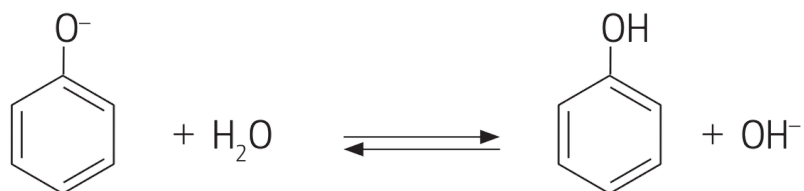
Fenol reaguje z metalami aktywnymi i mocnymi zasadami. W reakcjach tych powstają fenolany, czyli sole fenolu posiadające anion  $\text{ArO}^-$ , gdzie  $-\text{Ar}$  to grupa arylowa. Przykładowe reakcje fenolu z sodem i wodorotlenkiem potasu zaprezentowano poniżej.



Reakcje fenolu z sodem i wodorotlenkiem potasu

Źródło: GroMar Sp. z o.o. oprac. na podst. M. Krzeczowska, J. Loch, A. Mizera, *Repetitorium chemia : Liceum - poziom podstawowy i rozszerzony*, Wydawnictwo Szkolne PWN, Warszawa - Bielsko-Biała 2010., licencja: CC BY-SA 3.0.

W reakcji fenolu z roztworem wodorotlenku potasu powstaje fenolan potasu, który, jako sól słabego kwasu i mocnej zasady, ulega **hydrolizie** anionowej. Wodny roztwór tego związku ma odczyn zasadowy, co potwierdza jonowy skrócony zapis tego procesu.

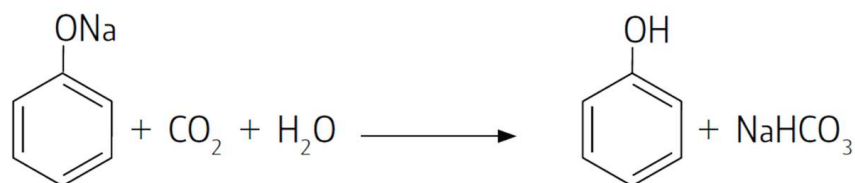


Jonowy skrócony zapis hydrolizy anionowej fenolanu

Źródło: GroMar Sp. z o.o. oprac. na podst. M. Krzeczowska, J. Loch, A. Mizera, *Repetitorium chemia : Liceum - poziom podstawowy i rozszerzony*, Wydawnictwo Szkolne PWN, Warszawa - Bielsko-Biała 2010., licencja: CC BY-SA 3.0.

## Reakcje fenolu jako słabego kwasu

Kwas węglowy, jako mocniejszy kwas od fenolu, wypiera go z jego soli. Po wprowadzeniu  $\text{CO}_2$  do roztworu fenolanu sodu, obserwuje się jego zmętnienie. Dzieje się tak, ponieważ powstający w tej reakcji fenol słabo rozpuszcza się w zimnej wodzie.

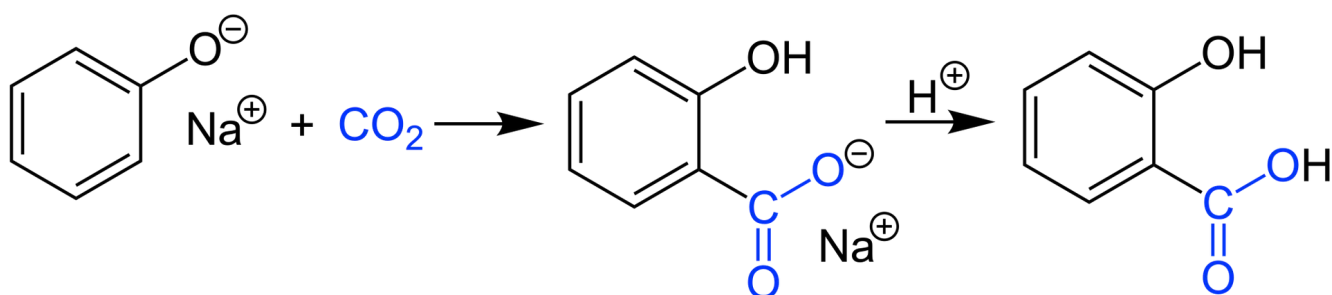


Kwas węglowy, jako mocniejszy kwas, wypiera słabszy fenol z jego soli.

Źródło: GroMar Sp. z o.o. oprac. na podst. M. Krzeczowska, J. Loch, A. Mizera, *Repetitorium chemia : Liceum - poziom podstawowy i rozszerzony*, Wydawnictwo Szkolne PWN, Warszawa - Bielsko-Biała 2010., licencja: CC BY-SA 3.0.

### Ciekawostka

⌘ Działając na fenolan sodu tlenkiem węgla(IV), można uzyskać kwas salicylowy. Kwas ten raz pierwszy został otrzymany przez wyodrębnienie go z kory wierzby (łac. *Salix*, stąd nazwa). Metoda syntezy chemicznej została wynaleziona przypadkowo przez niemieckiego chemika, Hermanna Kolbego. W roku 1859 rozpoczął on poszukiwania taniej, chemicznej syntezy indyga (barwnika). Otrzymany ze smoły pogazowej fenol umieścił w zamkniętym naczyniu z dwutlenkiem węgla i mieszaninę tę ogrzewał. W wyniku tej reakcji, zamiast oczekiwanego granatowego barwnika, otrzymał kwas salicylowy. Dziś reakcję tę nazywa się reakcją Kolbego. Przebiega ona pod zwiększonym ciśnieniem, w temperaturze 130°C, zgodnie ze schematem:



Źródło: dostępny w internecie: [www.pl.wikipedia.org/wiki/Kwas\\_salicylowy](http://www.pl.wikipedia.org/wiki/Kwas_salicylowy), domena publiczna.

## Wykrywanie fenoli

Reakcją charakterystyczną dla fenoli jest reakcja z **solami żelaza(III)**, w której tworzą się związki zabarwiające roztwór na kolor **fioletowy** (lub **granatowy**). Powstające fenolany żelaza(III) mają charakter **związków koordynacyjnych**. Reakcja z jonami żelaza(III) pozwala na wykrywanie nawet śladowych ilości fenolu.



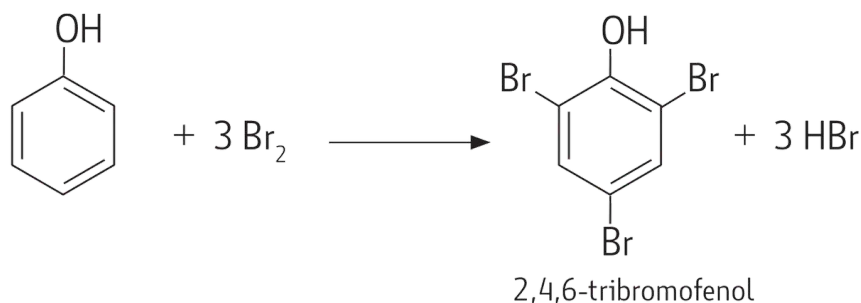
Wyniki testu fenolowego (od lewej do prawej): kwasu mlekowego (negatywny), 4-metylofenolu (pozytywny) – typowy kolor, pirogalolu (pozytywny) – mniej powszechny kolor

Źródło: dostępny w internecie: [www.chem.libretexts.org](http://www.chem.libretexts.org), licencja: CC BY-NC-SA 3.0.

## Reakcje fenolu jako związku aromatycznego

Fenol jest związkiem **aromatycznym** i dlatego ulega również reakcjom charakterystycznym dla tych związków, np. bromowaniu i nitrowaniu. Reakcje te zachodzą dużo łatwiej niż w przypadku benzenu:

- bromowanie (bez katalizatora) – powstaje 2,4,6-tribromofenol;



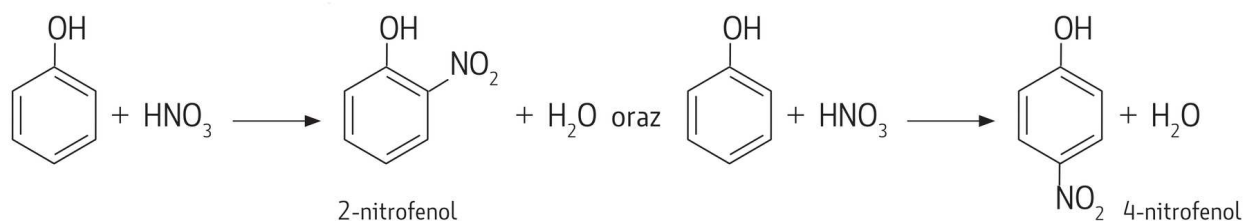
Bromowanie (bez katalizatora) – powstaje 2,4,6-tribromofenol.

Źródło: GroMar Sp. z o.o. oprac. na podst. M. Krzeczowska, J. Loch, A. Mizera, *Repetytorium chemia : Liceum - poziom podstawowy i rozszerzony*, Wydawnictwo Szkolne PWN, Warszawa - Bielsko-Biała 2010., licencja: CC BY-SA 3.0.

- nitrowanie (rozcieńczony  $\text{HNO}_3$ ) – powstaje mieszanina 2-nitrofenolu i 4-nitrofenolu.

### Ważne!

Grupa  $-\text{OH}$  w cząsteczce fenolu, jako podstawnik pierwszego rodzaju, kieruje następny podstawnik na pozycje 1,2 i 1,4 (powstają dwa produkty organiczne z przewagą izomeru 1,4).



Reakcja pokazująca, że grupa  $-\text{OH}$  w cząsteczce fenolu, jako podstawnik pierwszego rodzaju, kieruje następny podstawnik na pozycje 2 i 4.

Źródło: GroMar Sp. z o.o. oprac. na podst. M. Krzeczowska, J. Loch, A. Mizera, *Repetytorium chemia : Liceum - poziom podstawowy i rozszerzony*, Wydawnictwo Szkolne PWN, Warszawa - Bielsko-Biała 2010., licencja: CC BY-SA 3.0.

## Słownik

### hydroliza

(gr. *hýdōr* „woda”, *lýsis* „rozłożenie”) reakcja odwracalna, zachodząca między kationem lub/i anionem pochodzącym z dysocjacji soli a cząsteczkami wody

### 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

### związki aromatyczne

(łac. *arōma*, *-ātis* „przyprawa”) cykliczne węglowodory (areny) i niektóre ich pochodne, mające płaskie pierścienie z układem sprzężonych wiązań podwójnych; podstawowym kryterium formalnym aromaticzności jest obecność w pierścieniu zdelokalizowanych elektronów  $\pi$  w liczbie określonej regułą Hückla, tj.  $(4n + 2)$ , gdzie  $n = 0, 1, 2, \dots$ ; podstawowym węglowodorem aromaticznym jest benzen

## Bibliografia

Krzczkowska M., Loch J., Mizera A., *Chemia. Repetytorium. Liceum - poziom podstawowy i rozszerzony*, Warszawa - Bielsko-Biała 2010.

# Grafika interaktywna

---

## Polecenie 1

Zapoznaj się z poniższym doświadczeniem, przedstawionym krok po kroku za pomocą grafiki interaktywnej, a następnie rozwiąż ćwiczenia.

*Jest to aromatyczny związek X, zawierający w cząsteczce m.in. 6 atomów węgla, który z wodnym roztworem chlorku żelaza(III) tworzy charakterystyczne zabarwienie. **Jak wykazać doświadczalnie, że związek X wykazuje słabe właściwości kwasowe?***

Grafika interaktywna pt. „Doświadczenie. Jak wykazać doświadczalnie, że związek X wykazuje słabe właściwości kwasowe?”.

Źródło: GroMar Sp. z o.o. na podstawie M. Krzeczowska, J. Loch, A. Mizera, *Repetytorium chemia : Liceum - poziom podstawowy i rozszerzony*, Wydawnictwo Szkolne PWN, Warszawa - Bielsko-Biała 2010., licencja: CC BY-SA 3.0.

## Ćwiczenie 1



Ile g NaOH należy użyć do całkowitego zobojętnienia związku **X** z doświadczenia przedstawionego powyżej, zawartego w 150 g 2% roztworu?

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

## Ćwiczenie 2



Opisz metodę wykrywania układu fenolowego.

Odpowiedź:

# Sprawdź się

---

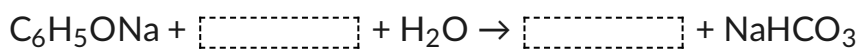
Pokaż ćwiczenia:   

## Ćwiczenie 1



$C_6H_5OH$ ,  $C$ ,  $C_6H_5O_2$ ,  $CO$ ,  $O_2$ ,  $CO_2$ ,  $C_6H_5Na$

Fenolan sodu to sól fenolu i wodorotlenku sodu o wzorze  $C_6H_5ONa$ . Uzupełnij równanie reakcji, przeciągając odpowiednie elementy w puste pola.



## Ćwiczenie 2



Jakich obserwacji należy się spodziewać w wyniku reakcji fenolu z roztworem chlorku żelaza(III)?

- W próbówce pojawią się pęcherzyki gazu.
- Wytrąci się biały osad.
- Roztwór zabarwi się na kolor żółty.
- Roztwór zabarwi się na kolor granatowy.

### Ćwiczenie 3



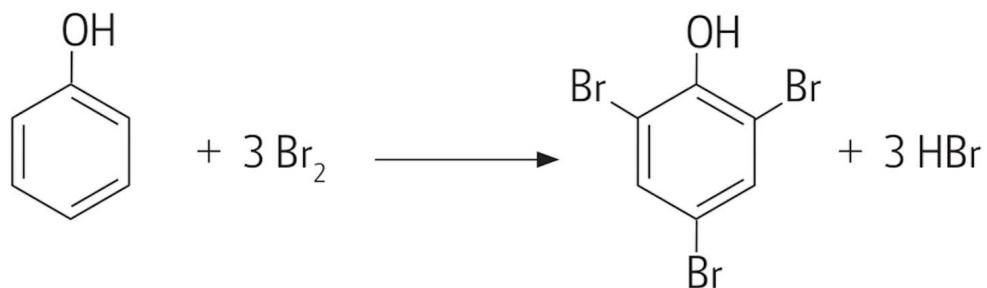
Zaznacz, które stwierdzenia na temat fenolu są prawdziwe.

- Jest to substancja ciekła w warunkach normalnych.
- Jest to substancja bezbarwna.
- Jest to substancja słabo rozpuszczalna w zimnej wodzie.
- Jest to substancja, która pod wpływem powietrza utlenia się, przyjmując fioletową barwę.
- Jest to substancja, która powoduje oparzenia.

### Ćwiczenie 4



Uczeń przeprowadził doświadczenie opisane poniższym równaniem reakcji. Opisz, co zaobserwował uczeń podczas wykonywania tego eksperymentu.



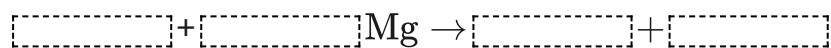
Źródło: GroMar Sp. z o.o. oprac. na podst. M. Krzeczowska, J. Loch, A. Mizera, *Repetytorium chemia : Liceum - poziom podstawowy i rozszerzony*, Wydawnictwo Szkolne PWN, Warszawa - Bielsko-Biała 2010., licencja: CC BY-SA 3.0.

## Ćwiczenie 5



Uzupełnij równanie reakcji fenolu z magnezem.

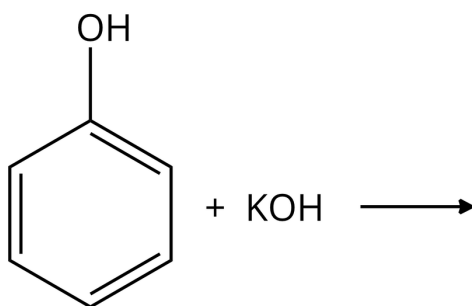
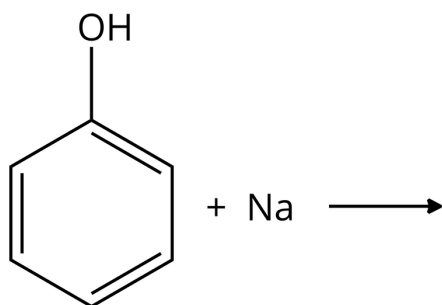
$C_6H_5OH$ ,  $H_2\uparrow$ ,  $C_6H_6OH$ ,  $H_2O$ , 3, 2,  $(C_6H_5O)_2Mg$ ,  $(C_6H_5O)Mg$



## Ćwiczenie 6



Uzupełnij równania reakcji chemicznych fenolu z Na oraz KOH.



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

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

---

### Ćwiczenie 7



Udowodnij, pisząc odpowiednie równania reakcji, że fenolan potasu w roztworze wodnym ma odczyn zasadowy.

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

---

### Ćwiczenie 8



Zapisz równania reakcji nitrowania fenolu. Wyjaśnij, dlaczego w efekcie tego procesu powstaje mieszanina dwóch związków?

# Dla nauczyciela

---

**Autor:** Gabriela Iwińska

**Przedmiot:** Chemia

**Temat: Reakcje z udziałem fenoli**

**Grupa docelowa:**

Szkoła ponadpodstawowa, liceum ogólnokształcące, technikum, zakres podstawowy i rozszerzony

**Podstawa programowa:**

Zakres podstawowy

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

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

**Cele operacyjne**

## **Uczeń:**

- analizuje reakcje z udziałem fenoli;
- pisze równania reakcji z udziałem fenoli;
- na podstawie równań reakcji z udziałem fenoli przeprowadza obliczenia chemiczne;
- proponuje i opisuje metodę wykrywania układu fenolowego.

## **Strategie nauczania:**

- strategia asocjacyjna;
- strategia problemowa.

## **Metody i techniki nauczania:**

- analiza materiału źródłowego oraz ćwiczenia uczniowskie;
- dyskusja;
- technika zdań podsumowujących;
- metoda kosza i walizki;
- burza mózgów;
- grafika interaktywna;
- eksperyment chemiczny;
- metoda JIGSAW.

## **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 lekcji**

### **Faza wstępna:**

1. Zaciekawienie i dyskusja. Nauczyciel zadaje uczniom pytania, zaciekawiając tematem. Przykładowe pytania: Czy wiecie, że podstawowy związek z fenoli (benzenol) należy do najważniejszych półproduktów w syntezie organicznej i służy do otrzymywania m.in. aspiryny bądź barwników? Czy znacie przykłady reakcji z udziałem fenoli? Potrafilibyście je zapisać?

2. Nauczyciel przedstawia uczniom cel zajęć oraz wspólnie ustala z nimi kryteria sukcesu do tematu: „Reakcje z udziałem fenoli”.
3. Nauczyciel prosi, by uczniowie przygotowali – każdy indywidualnie – mapę myśli związaną z tematem. Wybrana osoba lub ochotnik zapisuje propozycje na tablicy.
4. Zasady BHP. Nauczyciel zapoznaje uczniów z kartami charakterystyk substancji, które będą używane na lekcjach.

### **Faza realizacyjna:**

1. Praca metodą JIGSAW. Nauczyciel dzieli uczniów losowo na cztery grupy. Są to tzw. grupy eksperckie. Każdy uczestnik zostaje ekspertem, który w istotny sposób przyczyni się do sukcesu całej grupy. Każdy uczeń występuje w roli uczącego się i nauczającego. Zespoły otrzymują arkusze papieru i mazaki. Nauczyciel przydziela im różne zagadnienia do opracowania:
  - I grupa: reakcje z metalami i zasadami;
  - II grupa: reakcje fenolu jako słabego kwasu;
  - III grupa: wykrywanie fenoli;
  - IV grupa: reakcje fenolu jako związku aromatycznego.
2. Każda grupa zapoznaje się z informacjami w ramach swojego zagadnienia, korzystając z dostępnych źródeł informacji, w tym z e-materiałów. Efektem pracy powinno być wspólne opracowanie na podstawie dyskusji oraz uczenia się nawzajem.
3. Na umówiony znak uczniowie tworzą nowe grupy tak, aby w każdej nowej grupie znaleźli się eksperci z wszystkich pozostałych grup.
4. Eksperci kolejno relacjonują to, czego nauczyli się w swoich pierwotnych grupach, czyli ekspert grupy I uczy pozostałych tego, czego się nauczył sam przed chwilą itd. Uczący uczestnicy przekazują wiedzę pozostałym uczniom. Każda z grup w ten sposób zapoznaje się z całym materiałem przewidzianym do realizacji na danej jednostce lekcyjnej.
5. Eksperci wracają do swoich pierwotnych grup, konfrontują zdobytą wiedzę, uzupełniają, sprawdzają, czy wszyscy posiadają zbieżne informacje w omawianych kwestiach.
6. Eksperyment chemiczny – „Badanie reakcji fenolu z zasadą potasową”. Teraz uczniowie wykorzystają wiedzę zdobytą w multimediu bazowym. Nauczyciel wybiera uczniów do roli asystenta przeprowadzających w obecności nauczyciela eksperyment. Nauczyciel przygotowuje odpowiednie szkło i sprzęt laboratoryjny oraz odczynniki chemiczne, rozdaje uczniom karty pracy. Uczniowie wykonują kolejno czynności podane w instrukcji (patrz materiały pomocnicze). Uczniowie samodzielnie formułują pytanie badawcze i hipotezę, obserwują zmiany podczas eksperymentu, zapisują równanie reakcji chemicznej, wyciągają wnioski (wszystko zapisują w kartach pracy). Następnie na forum całej klasy następuje weryfikacja pod względem merytorycznym zaprezentowanych przez chętnych uczniów efektów pracy. Równanie reakcji

chemicznej uczeń zapisuje na tablicy celem sprawdzenia poprawności zapisu.

Nauczyciel wyjaśnia niezrozumiałe kwestie.

7. Uczniowie samodzielnie zapoznają się z grafiką interaktywną pt. „Jak wykazać doświadczalnie, że związek X wykazuje słabe właściwości kwasowe?”, a następnie rozwiązują ćwiczenia załączone do medium.
8. Wskazane przez nauczyciela osoby przedstawiają swoje wyniki wykonanych ćwiczeń. Pozostała część klasy reaguje na niepoprawne odpowiedzi – nauczyciel wyjaśnia ewentualne potknięcia i doprecyzowuje kwestie, które jeszcze nie do końca są jasne.

### **Faza podsumowująca:**

1. Wybrane osoby, korzystając z medium bazowego zawartego w e-materiale, omawiają poszczególne zagadnienia.
2. Nauczyciel rozdaje kartki czerwone i zielone, następnie prosi o podniesienie kartek zielonych przez osoby, które nie mają żadnych wątpliwości związanych z dzisiejszym tematem lekcji, czerwonych przez osoby, które nie wszystko zrozumiały. Prowadzący prosi, aby na kartkach czerwonych uczniowie napisali, z czym były problemy, a następnie przykleili je do kosza. Na zielonych piszą, co ich zainteresowało i również przyklejają je do walizeczki (kosz i walizeczka wiszą na tablicy).

### **Praca domowa:**

1. Uczniowie wykonują zadania zawarte w zestawie ćwiczeń – nierozwiązane podczas lekcji.

### **Materiały pomocnicze:**

1. Arkusze papieru A4/A3, mazaki.
2. Doświadczenie chemiczne „Badanie reakcji fenolu z zasadą potasową”.

**Sprzęt i szkło laboratoryjne:** zlewka, pipety, statyw do probówek.

**Odczynniki chemiczne:** fenol (roztwór hydroksobenzenu), zasada potasowa, fenoloftaleina, woda destylowana.

### **Instrukcja wykonania:**

- Do zlewki wlej ok. 5 ml zasady potasowej i dodaj kilka kropel fenoloftaleiny.
- Do zasady dodawaj pipetą roztwór fenolu, aż do zniknięcia barwy.
- Obserwuj zmiany.

3. Karty charakterystyk substancji chemicznych.

4. Karta pracy ucznia:

Plik o rozmiarze 62.28 KB w języku polskim

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

- Multimedium może być wykorzystane przez ucznia w fazie przygotowania do lekcji lub przygotowywania się do pracy kontrolnej.