

Jak przebiega proces bromowania fenyloaminy?

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



Jak przebiega proces bromowania fenyloaminy?

Od łacińskiego bromum, oznaczającego „smród” wywodzi się nazwa bromu, czyli niemetalu z grupy fluorowców, będącego w temperaturze pokojowej brunatną cieczą o ostrym, nieprzyjemnym zapachu.

Źródło: Alchemist-hp (pse-mendelejew.de), Wikimedia Commons, licencja: CC BY-SA 3.0.

W dużych ilościach czysty brom jest silnie toksyczny, powodujący trudno gojące się oparzenia skóry. Jednak stosuje się go w wielu reakcjach chemicznych. Jedną z nich jest bromowanie głównego przedstawiciela amin aromatycznych, czyli fenyloaminy o zwyczajowej nazwie anilina. Na czym polega ten proces oraz jak przebiega mechanizm reakcji, dowiesz się czytając ten rozdział.

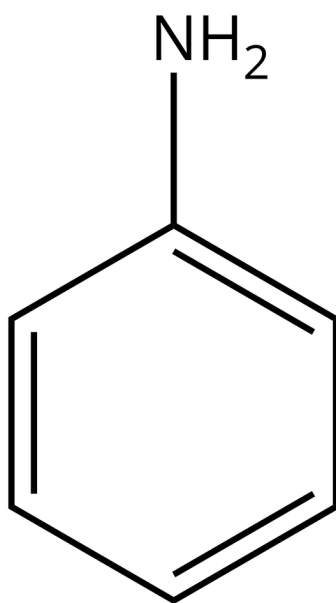
Twoje cele

- Przeanalizujesz przebieg procesu bromowania fenyloaminy (aniliny).
- Zapiszesz równania reakcji fenyloaminy z roztworem bromu.
- Przedstawisz mechanizm reakcji fenyloaminy z roztworem bromu.

Przeczytaj

Bromowanie fenyloaminy

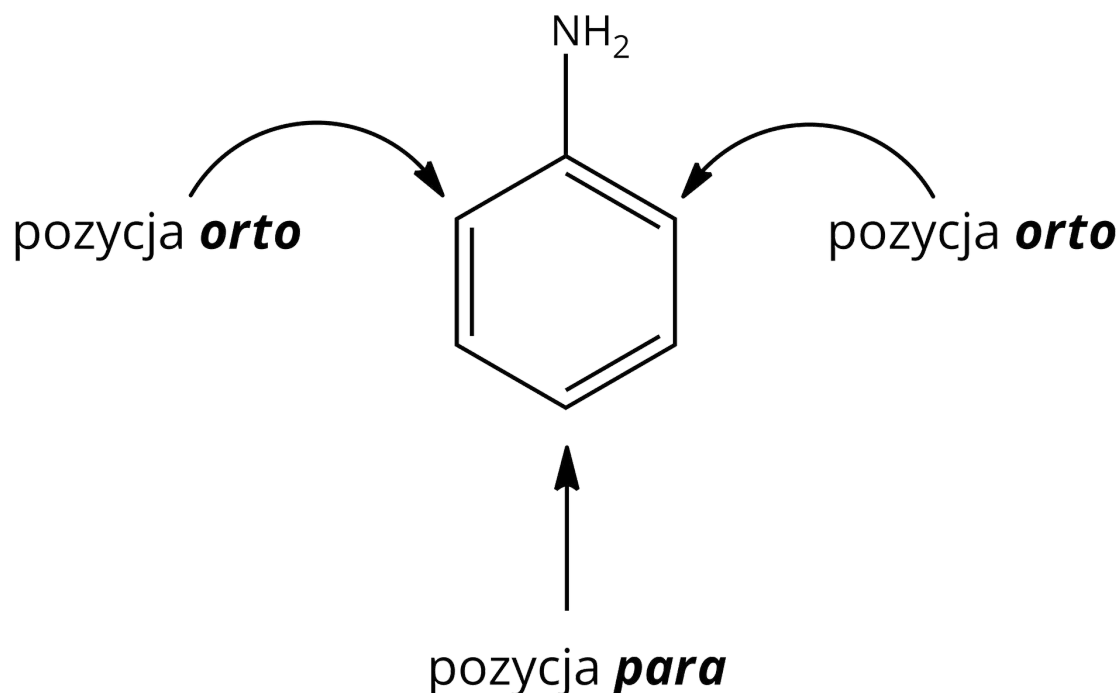
Fenyloamina (aminobenzen) o zwyczajowej nazwie anilina to najprostsza [amina aromatyczna](#) o wzorze:



Wzór strukturalny aniliny

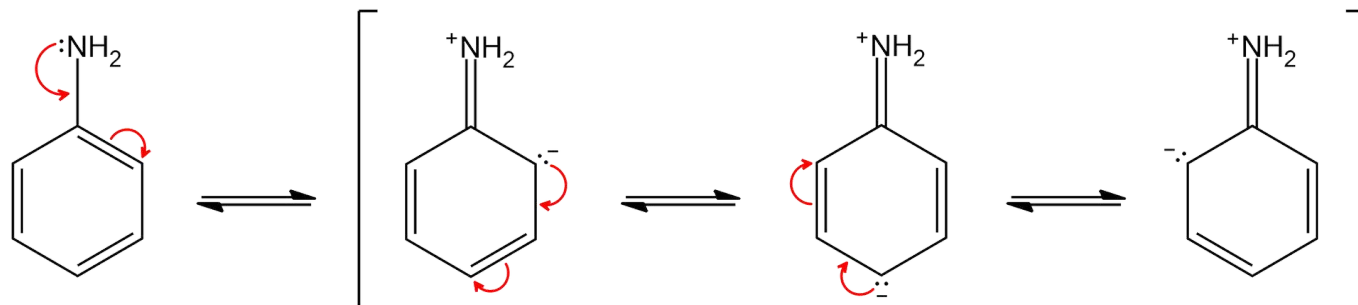
Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Do jednego z atomów węgla pierścienia aromatycznego przyłączona jest grupa aminowa —NH₂. Grupa ta jest [grupą elektrodonorową](#), czyli wzbogacającą pierścień aromatyczny w elektrony pochodzące z wolnej pary elektronowej atomu azotu. Dzięki temu grupa aminowa silnie aktywuje pierścień, czego skutkiem jest kierowanie podstawników w reakcjach [substytucji elektrofilowej](#) w pozycje *orto* i *para*.



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

Wolna para elektronowa atomu azotu może przechodzić na pierścień, wskutek czego tworzą się trzy możliwe struktury (tzw. [mezomeryczne](#)) a nadmiarowy ładunek ujemny występuje w pozycjach *orto* i *para*, tak jak przedstawiono poniżej:

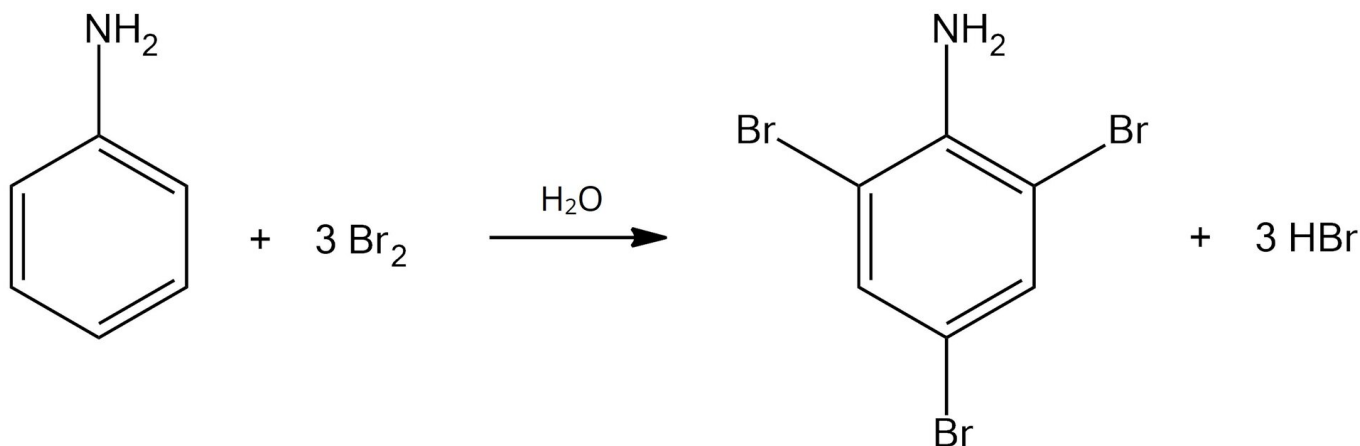


Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Substytucja elektrofilowa to typ reakcji chemicznej charakterystycznej dla węglowodorów aromatycznych oraz ich pochodnych. Polega na podstawieniu atomu wodoru „drobiną” o charakterze elektrofilowym (o ładunku dodatnim). Jest to możliwe dzięki oddziaływaniu chmury elektronowej pierścienia aromatycznego dostarczającej ładunek ujemny z daną „drobiną”. Jedną z reakcji substytucji elektrofilowej jest **bromowanie**, czyli reakcja z roztworem bromu.

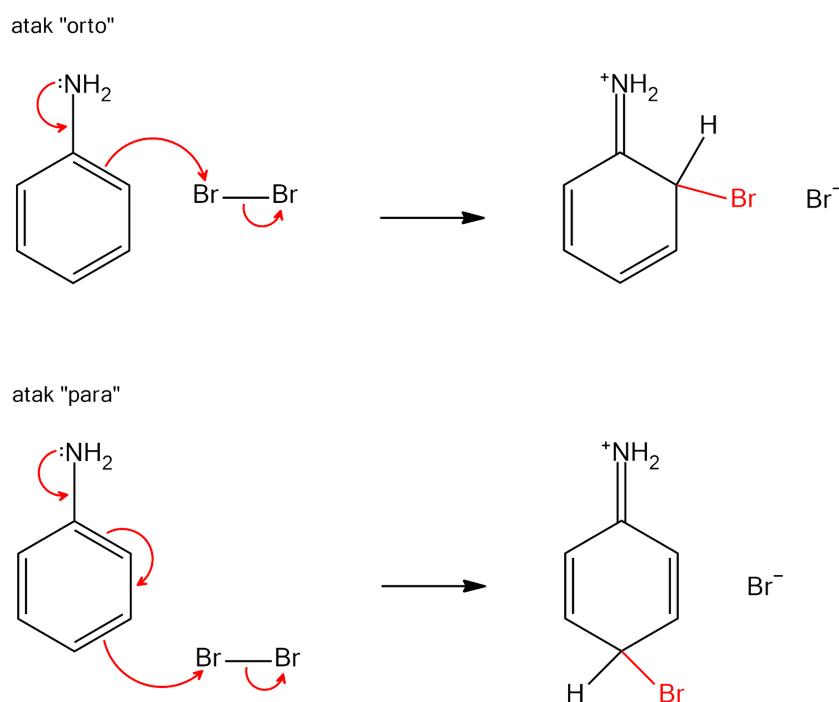
Większość reakcji bromowania wymaga specjalnych warunków i przebiega z udziałem katalizatora (np. FeBr_3), a w wyniku reakcji otrzymuje się monobromopochodne. Na przykład w wyniku bromowania toluenu (metylobenzenu) otrzymuje się mieszaninę składającą się z *o*-bromotoluenu oraz *p*-bromotoluenu. W przypadku bromowania aniliny stężonym roztworem bromu podstawienie następuje niemal od razu w trzech pozycjach

(*orto* i *para*) i nie wymaga użycia katalizatora. Reakcja zachodzi już w temperaturze pokojowej, a jej produktem jest 2,4,6-**tribromofenyloamina** (2,4,6-**tribromoanilin**). Reakcję tę można zapisać w następujący sposób:



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

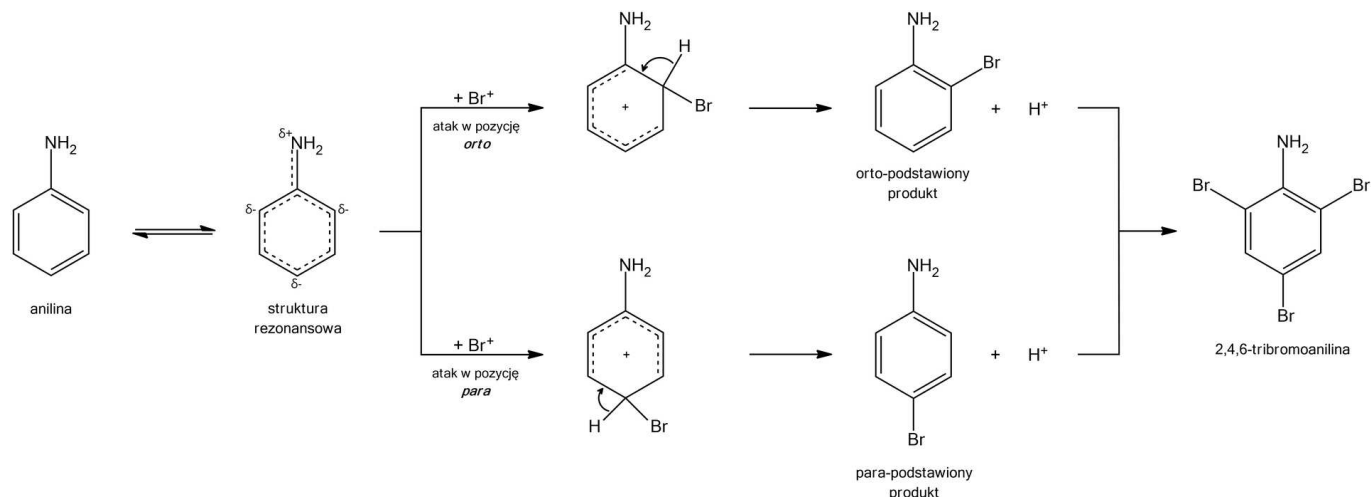
Podstawienie w trzech miejscach jest możliwe dzięki silnie aktywującej grupie aminowej. Reakcja wprowadzenia pierwszego podstawnika przebiega równie łatwo w pozycji *orto* i *para*.



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

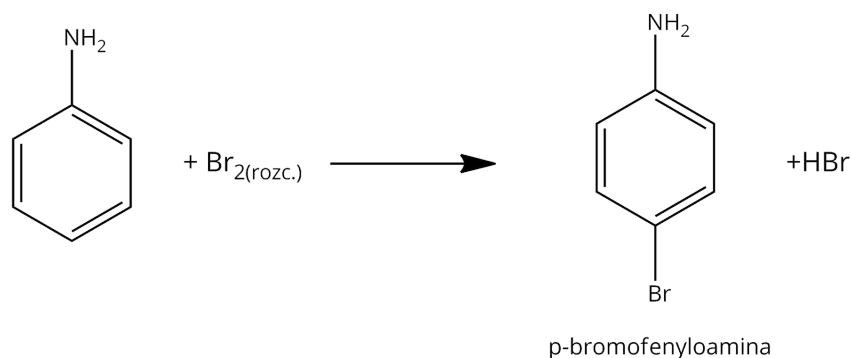
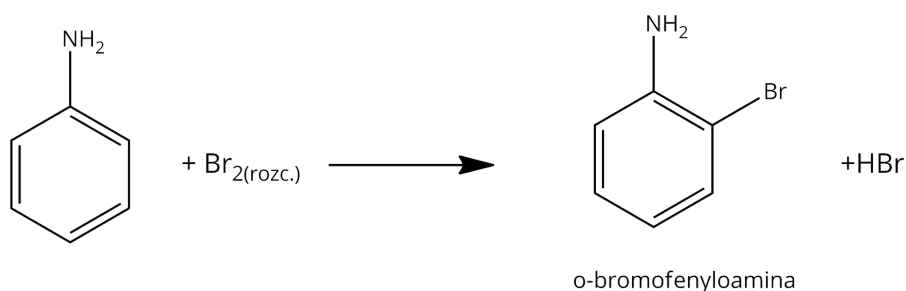
Dzięki **strukturom rezonansowym** aniliny i tworzącym się ładunkom ujemnym w pozycjach *orto* i *para* następuje ich oddziaływanie z cząsteczką bromu, w wyniku czego następuje jej częściowa polaryzacja i na jednym atomie tworzy się cząstkowy ładunek dodatni, a na drugim – cząstkowy ładunek ujemny. W ten sposób otrzymuje się **odczynnik elektrofilowy**

w postaci kationu Br^+ . Tworzą się wówczas struktury przejściowe, w których jednocześnie zrywane zostaje wiązanie z atomem wodoru a tworzone wiązanie z **elektrofilem**. Następuje odtworzenie układu elektronowego w benzenie – powstaje wówczas *o*-bromoanilina lub *p*-bromoanilina. Dalsza substytucja przebiega poprzez powtórzenie powyższych etapów. Mechanizm reakcji bromowania fenyloaminy można przedstawić następującym schematem:



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

Powstające monobromopochodne i dibromopochodne aniliny, łatwo ulegają dalszemu bromowaniu, a w każdym przypadku kierujący wpływ grupy aminowej dominuje nad wpływem bromu. Z tego powodu jedynym produktem tej reakcji jest 2,4,6-tribromoanilina. Jeżeli natomiast do reakcji bromowania użyje się silnie rozcieńczonego roztworu bromu to monobromopochodne nie ulegają dalszemu bromowaniu, a reakcję zapisuje się w następujący sposób:



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

W wyniku tej reakcji powstaje *o*-bromofenyloamina (*o*-bromoanilina) oraz *p*-bromofenyloamina (*p*-bromoanilina).

Słownik

aminy aromatyczne

związki organiczne, w których grupa aminowa przyłączona jest bezpośrednio do pierścienia aromatycznego

podstawniki (grupy) elektrodonorowe

podstawniki, które „dostarczają” elektrony do pierścienia aromatycznego; wówczas podstawnik ulega sprzężeniu z pierścieniem aromatycznym

substytucja elektrofilowa

reakcja substytucji (podstawienia) zachodząca dla związków aromatycznych, w której czynnikiem atakującym jest elektrofil

struktury mezomeryczne (rezonansowe)

struktury związków chemicznych i innych indywiduów chemicznych przedstawione za pomocą tzw. struktur granicznych; faktyczna struktura cząsteczki jest opisywana przez kombinację liniową tych struktur

elektrofil

indywiduum chemiczne obdarzone ładunkiem dodatnim (w reakcji bromowania jest to Br^+ , w reakcji nitrowania NO_2^+ , w reakcji chlorowania Cl^+ , w reakcji metylowania CH_3^+ , itd.)

Bibliografia

Vogel, *Preparatyka organiczna*, wyd. II, Warszawa, 1984.

Morrison R. T., Boyd R. N., *Chemia organiczna*, Warszawa, PWN, 1985.

McMurry J., *Chemia organiczna*, Warszawa, PWN, 2000.

McMurry J., *Chemia organiczna*, Warszawa, PWN, 2016.

Danikiewicz W., *Część III. Chemia organiczna*, Warszawa, OE, 2009.

Kaznowski K., *CHEMIA Vademecum maturalne*, Warszawa, OE, 2016.

Animacja

Polecenie 1

Fenyloamina, zwana inaczej aniliną, łatwo ulega reakcji bromowania. Czy wiesz, jak przeprowadzić taką reakcję? Czy umiesz zapisać równanie tej reakcji chemicznej? Czy potrafisz nazwać powstający produkt? Zapoznaj się z animacją, a następnie sprawdź swoją wiedzę i rozwiąż poniższe zadania.

Trwa wczytywanie danych ..

Film dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/DKwjZg0zJ>

Animacja pt. *Jak przebiega proces bromowania fenyloaminy?*

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

Animacja dotyczy przebiegu bromowania aniliny.

Ćwiczenie 1

Ćwiczenie 2

Zapisz równanie reakcji chemicznej (w formie cząsteczkowej) aniliny z stężonym wodnym roztworem bromu.

Ćwiczenie 3

Ćwiczenie 3



Oblicz, jaką objętość aniliny należy odmierzyć, wiedząc, że w reakcji jej bromowania, która zaszła ze 100% wydajnością, otrzymano 2 g produktu. Gęstość aniliny wynosi $1,02 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$. Wynik podaj z dokładnością do trzeciego miejsca po przecinku. Zaproponuj sposób odmierzenia takiej ilości aniliny.

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 4



W reakcji bromowania aniliny zużyto 2 cm^3 roztworu bromu, którego gęstość wynosi $3,12 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$. Oblicz wydajność reakcji jeżeli otrzymano 3 g osadu. Wynik zaokrąglij do jedności.

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 5



Ćwiczenie 6



Do reakcji bromowania aniliny użyto 10 cm^3 bromu o gęstości $3,12 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ oraz $0,1 \text{ cm}^3$ aniliny o gęstości $1,02 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$. Oblicz molowy skład procentowy mieszaniny po reakcji. Załóż, że reakcja zaszła ze 100% wydajnością.

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 7



Czy w wyniku bromowania aniliny zmienia się typ hybrydyzacji lub stopień utlenienia któregoś z atomów węgla? Odpowiedz i uzasadnij.

Ćwiczenie 8



Czy cząsteczki aniliny oraz 2,4,6-tribromoaniliny to cząsteczki płaskie? Odpowiedz i uzasadnij.

Dla nauczyciela

Scenariusz zajęć

Autor: Daria Szeliga, Krzysztof Błaszczak

Przedmiot: Chemia

Temat: Jak przebiega proces bromowania fenyloaminy?

Grupa docelowa: III etap edukacyjny, liceum, technikum, zakres rozszerzony; uczniowie III etapu edukacyjnego – kształcenie w zakresie rozszerzonym.

Podstawa programowa:

Zakres rozszerzony

XVIII. Związki organiczne zawierające azot. Uczeń:

7) pisze równanie reakcji fenyloaminy (aniliny) z wodą bromową;

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:

- opisuje przebieg procesu bromowania fenyloaminy (aniliny);
- pisze równania reakcji fenyloaminy z wodą bromową;
- omawia mechanizm reakcji fenyloaminy z wodą bromową.

Strategia nauczania:

- asocjacyjna.

Metody i techniki nauczania:

- pogadanka;
- dyskusja dydaktyczna;
- ćwiczenia uczniowskie;

- analiza materiału źródłowego;
- modelowanie;
- technika zdań podsumowujących.

Formy pracy:

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

Środki dydaktyczne:

- modele kulkowo-pręcikowe;
- tablica interaktywna/tablica, kreda, marker;
- zasoby multimedialne zawarte w e-materiale;
- komputer z głośnikami, słuchawkami i dostępem do Internetu;
- rzutnik multimedialny.

Faza wstępna:

1. Zaciekawienie i dyskusja. Nauczyciel zadaje uczniom pytanie: na czym polega proces bromowania związków aromatycznych? (w jakich warunkach na ogół zachodzą te reakcje, jaki jest mechanizm takiej reakcji?)
2. Rozpoznanie wiedzy wyjściowej uczniów. Pogadanka wokół efektu kierującego podstawników.
3. Ustalenie celów lekcji. Nauczyciel podaje temat zajęć i wspólnie z uczniami ustala cele lekcji, które uczniowie zapisują w portfolio.

Faza realizacyjna:

1. Nauczyciel rozdaje uczniom modele kulkowo-pręcikowe – praca w parach. Uczniowie mają za zadanie zbudować model aniliny. Nauczyciel weryfikuje poprawność wykonania zadania.
2. Uczniowie analizują treści zawarte w e-materiale nt. substytucji elektrofilowej. Nauczyciel wyświetla na tablicy multimedialnej z e-materiału w sekcji „przeczytaj” wzór aniliny i trzy struktury mezoizomeryczne. Chętny uczeń wyjaśnia rolę grupy aminowej w reakcjach substytucji elektrofilowej. Nauczyciel wspiera ucznia, wyjaśnia ewentualnie niezrozumiałe kwestie dla pozostałych uczniów.
3. Chętny uczeń zapisuje na tablicy reakcję aniliny ze stężonym wodnym roztworem bromu (wiedząc, że grupa aminowa kieruje podstawnik w pozycje orto i para jednocześnie). Nauczyciel wspiera ucznia, wyjaśnia niezrozumiałe kwestie.
4. Uczniowie mają za zadanie zbudować model produktu reakcji aniliny ze stężonym wodnym roztworem bromu podstawiając atomy wodoru atomami bromu. Nauczyciel

weryfikuje poprawność wykonania zadania.

5. Nauczyciel odsyła uczniów do animacji. Uczniowie analizują doświadczenie „Bromowanie aniliny”, po czym wykonują zawarte tam polecenia.
6. Uczniowie samodzielnie sprawdzają swoją wiedzę, wykonując ćwiczenia zawarte w e-materiale – sprawdź się.

Faza podsumowująca:

1. Nauczyciel sprawdza wiedzę uczniów zadając przykładowe pytania: jaki ma wzór fenyloamina? Co to znaczy, że grupa aminowa jest grupą elektrodonorową? Na czym polega reakcja substytucji elektrofilowej? Na czym polega reakcja bromowania?
2. Na koniec lekcji nauczyciel prosi uczniów o uzupełnienie w ich portfolio następujących zdań:
 - przypomniałem/łam sobie, że...
 - Co było dla mnie łatwe...
 - Czego się nauczyłam/łem...
 - Co sprawiało mi trudność...

Praca domowa:

Uczniowie wykonują pozostałe ćwiczenia w e-materiale – sprawdź się.

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania multimediu:

Animacja 3D może być użyta jako forma wprowadzająca przed przystąpieniem do wykonywanych zadań czy przygotowywania się ucznia do lekcji/sprawdzianu. Również uczniowie nieobecni na lekcji mogą wykorzystać to medium do samodoskonalenia.

Materiały pomocnicze:

1. Polecenia podsumowujące (nauczyciel przed lekcją zapisuje je na niewielkich kartkach):
 - Jaki ma wzór fenyloamina?
 - Co to znaczy, że grupa aminowa jest grupą elektrodonorową?
 - Na czym polega reakcja substytucji elektrofilowej?
 - Na czym polega reakcja bromowania?
2. Modele chemiczne do zajęć:

Plik o rozmiarze 216.36 KB w języku polskim