Fabryka zapachów, czyli produkujemy estry

- Wprowadzenie
- Przeczytaj
- Wirtualne laboratorium - S
- Sprawdź się
- Dla nauczyciela

Fabryka zapachów, czyli produkujemy estry

„Nos” komponuje nie tylko perfumy. Kreuje również zapachy na potrzeby przemysłu spożywczego i chemii gospodarczej.

Źródło: licencja: CC 0, dostępny w internecie: www.pixabay.com.

Perfumy towarzyszyły ludzkości już od czasów starożytnych. Natomiast ich rozkwit przypadł na epokę renesansu, gdzie dominowały na królewskich dworach. Kojarzyły się bowiem z luksusem i zamożnością. Dawniej komponowano je ze składników pochodzenia naturalnego, ale przełomem w ich produkcji okazały się odkrycia z zakresu chemii organicznej. Umożliwiły one syntezę tańszych substancji zapachowych. Wszechobecny konsumpcjonizm zmienił jednak oblicze produkcji niegdyś luksusowego towaru. Rozwój przemysłu chemicznego pozwala zaspokoić potrzeby swoich wymagających konsumentów, którzy oczekują: szybko, dużo i tanio.

Estry są wykorzystywane np. do produkcji perfum.

Źródło: licencja: CC 0, dostępny w internecie: www.pixabay.com.

Twoje cele

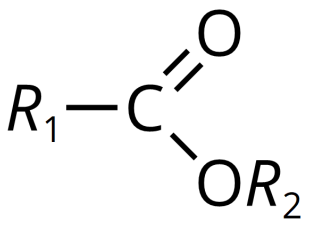
- Wykonasz wirtualne doświadczenia, pozwalające na produkcję estrów.

- Napiszesz równanie reakcji estryfikacji ze wskazanego kwasu i alkoholu.
- Wyjaśnisz znaczenie obecności kwasu siarkowego(IV) w czasie przebiegu reakcji estryfikacji.

Przeczytaj

Estry i budowa ich cząsteczek

Grupa związków organicznych. Powstają w wyniku reakcji kondensacji kwasów i alkoholi lub fenoli. Wzór ogólny estrów to **RCOOR'**.



gdzie:
R_1 – grupa węglowodorowa pochodząca od kwasu karboksylowego;
R_2 – grupa węglowodorowa pochodząca od alkoholu lub fenolu. Grupa funkcyjna nosi nazwę grupy estrowej –COO–.
Źródło: domena publiczna, dostępny w internecie: www.pl.wikipedia.org.

Nazewnictwo estrów

Nazwy estrów składają się z dwóch członów. Pierwsze słowo pochodzi od kwasu, a drugie od alkoholu lub fenolu. Przykładem jest mrówczan (metanian) etylu, otrzymywany w wyniku reakcji estryfikacji kwasu mrówkowego (metanowego) i etanolu.

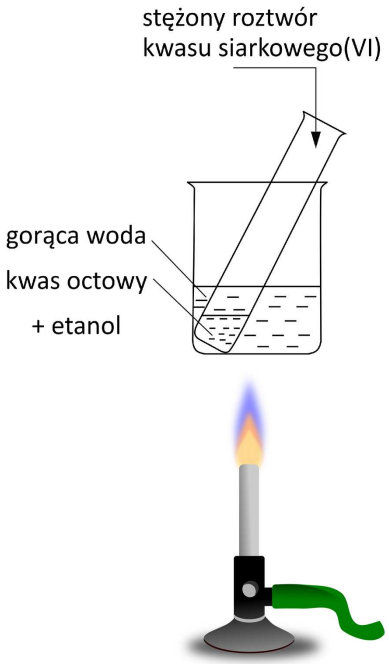
Reakcja estryfikacji

Doświadczenie nr 1.

Polecenie 1

Zapoznaj się z poniższym doświadczeniem. Zapisz obserwacje oraz wnioski.

Schemat:



Schemat doświadczenia kwasu octowego z etanolem
Źródło: GroMar Sp. z o. o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Problem badawczy:

Czy produkt reakcji kwasu octowego (etanowego) z etanolem jest substancją trudno rozpuszczalną w wodzie?

Hipoteza:

Produkt reakcji kwasu octowego (etanowego) z etanolem jest trudno rozpuszczalny w wodzie.

Sprzęt i odczynniki laboratoryjne:

- probówki (dwie sztuki);
- zlewka;
- palnik;
- trójnóg laboratoryjny;
- siatka ceramiczna;
- zakraplacz (trzy sztuki);
- etanol (alkohol etylowy) C_2H_6O;
- kwas octowy (kwas etanowy) CH_3COOH;
- stężony kwas siarkowy(VI) H_2SO_4;
- woda H_2O.

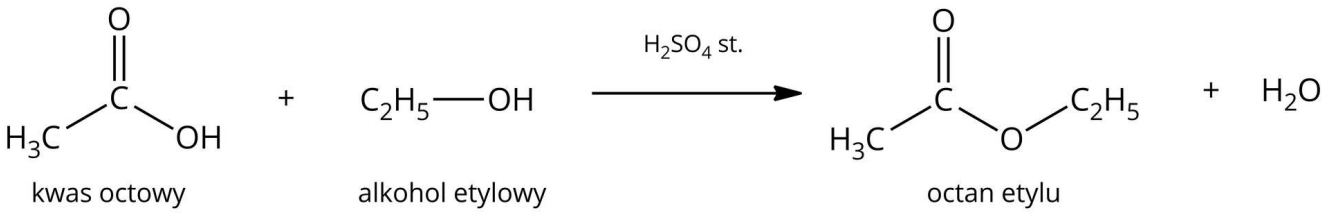
Instrukcja wykonania doświadczenia:

1. Do probówki należy wlać 2 cm^3 alkoholu etylowego.
2. Do tej samej probówki należy wlać 2 cm^3 kwasu octowego (etanowego).
3. Dodać kilka kropli stężonego kwasu siarkowego(VI).
4. Probówkę z uzyskaną mieszaniną włożyć do zlewki z gorącą wodą.
5. Pozostawić na chwilę.
6. Przygotować probówkę z wodą zimną.
7. Przelać ogrzewaną ciecz do probówki z zimną wodą.

Obserwacje:

Wnioski:

Równanie reakcji chemicznej:



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

Jak przebiega reakcja estryfikacji?

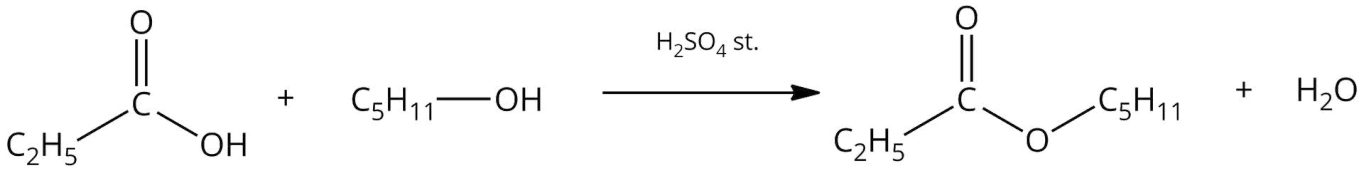
Reakcję chemiczną, w której powstają estry, nazywa się **reakcją estryfikacji.** Substratami jest kwas i alkohol (lub fenol). Produktami jest ester i woda.

Ogólny schemat równania reakcji estryfikacji
Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Reakcja przebiega w obecności stężonego kwasu siarkowego(VI), który pełni rolę katalizatora, gdyż dostarcza protonów. Ze względu na właściwości higroskopijne, wiąże wodę. Przesuwa równowagę reakcji „w prawo" w kierunku produktów.

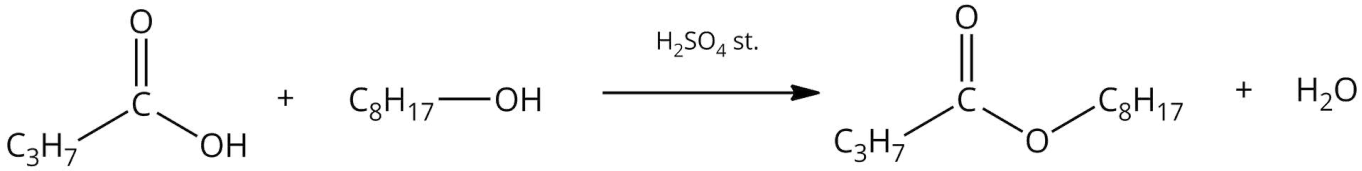
Przykłady reakcji estryfikacji:

1. Kwasu propanowego (propionowy) z pentanolem:



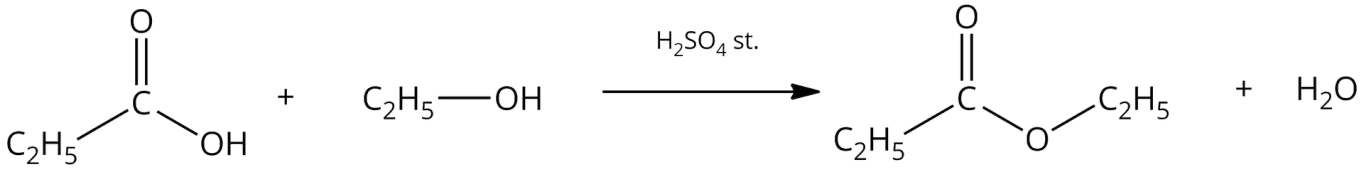
Reakcja kwasu propanowego z pentanolem. Nazwa powstałego estru: Propionian pentylu (propanian pentylu)
Źródło: GroMar Sp. z o. o., licencja: CC BY-SA 3.0.

2. Kwasu butanowego (masłowego) z oktanolem:



Reakcja kwasu butanowego z oktanolem. Nazwa powstałego estru: maślan oktylu (butanian oktylu)
Źródło: GroMar Sp. z o. o., licencja: CC BY-SA 3.0.

3. Kwasu propanowego (propionowy) z etanolem:



Reakcja kwasu propanowego z etanolem. Nazwa powstałego estru: propionian etylu (propanian etylu)
Źródło: GroMar Sp. z o. o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Charakterystyczne zapachy estrów

$H - COOC_2H_5$	metanian etylu	zapach rumu	
$CH_3 - COOC_5H_{11}$	etanian 3–metylobutylu	zapach banana	
$CH_3 - COOC_3H_7$	etanian propylu	zapach gruszki	
$C_3H_7 - COOC_4H_9$	butanian butylu	zapach ananasa	
$C_3H_7 - COOCH_3$	butanian metylu	zapach jabłka	
$CH_3 - COOC_6H_5$	etanian fenylu	zapach brzoskwini	
$CH_3 - COOCH_2 - C_6H_5$	etanian benzylu	zapach jaśminu	
$CH_3 - COOC_8H_{17}$	etanian oktylu	zapach pomarańczy	

Poszczególne estry mogą mieć bardzo różny zapach.

Źródło: GroMar Sp. z o. o., opracowano na podstawie www.pl.wikipedia.org, https://www.facebook.com/CiekawostkiOPoranku/, licencja: CC BY-SA 3.0.

Podsumowanie

Estry powstają w wyniku reakcji estryfikacji, a jej rezultatem jest otrzymanie nowego zapachu. Zapachy, które towarzyszą powstaniu estrów, kojarzą się z kwiatami i owocami. W przyrodzie to właśnie w tych częściach roślin znajdują się te związki chemiczne. Ze względu na przyjemny zapach, estry znalazły zastosowanie między innymi do produkcji perfum. Przemysł chemiczny obniżył koszty ich syntezy, co pozwoliło na zwiększenie dostępności dawniej luksusowego produktu.

Zapachy wykorzystywane są również do poprawy kondycji fizycznej i psychicznej.
Źródło: licencja: CC 0, dostępny w internecie: www.pixabay.com.

Słownik

chemia organiczna

dziedzina chemii badająca budowę, właściwości i reakcje organicznych związków chemicznych. W zasięgu zainteresowania tej gałęzi chemii jest również opracowywanie różnorodnych metod syntezy tych połączeń atomów

nos perfumeryjny

zawód polegający na komponowaniu perfum. Jest zawodem niszowym i prestiżowym. Osoba wykonująca tę pracę musi mieć bardzo czuły węch. Perfumiarz stwarza kompozycje zapachowe, służące również do nadawania przyjemnego zapachu pomieszczeniom czy środkom czystości

perfumy

(fr. *par fumée* „przez dym”) kosmetyki mające za zadanie nadać, np. przyjemnego zapachu naszemu ciału. Produkty te charakteryzują się silną koncentracją i długotrwałym utrzymywaniem się zapachu. W czasie produkcji ilość użytego rozpuszczalnika jest ograniczona do absolutnego minimum

reakcji kondensacji

w chemii rodzaj reakcji. Dochodzi w niej do połączenia substratów w większą cząsteczkę. Powstaje tzw. produkt główny. Wynikiem reakcji mogą być również małe

cząsteczki produktu/produktów o drugorzędnym znaczeniu

związki organiczne

związki chemiczne, zawierające w swojej cząsteczce węgiel. Wyjątek stanowią najprostsze związki tradycyjne, które są zaliczane do związków nieorganicznych, np. tlenek węgla(II) CO lub tlenek węgla(IV) CO_2

Bibliografia

Materiały do ćwiczeń laboratoryjnych z chemii organicznej dla studentów biologii. Wydanie II poprawione i uzupełnione, pod red. A. Jarczewskiego, Zakład Chemii Ogólnej Wydziału Chemii, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, Poznań 2007.

Ćwiczenia laboratoryjne. Teoria. Olejki eteryczne i terpeny. Analiza produktów pochodzenia naturalnego, Pracownia studencka, Zakład Analizy Środowiska, Gdańsk 2013.

Kocjan R., *Chemia analityczna. T. 2. Podręcznik dla studentów*, Warszawa 2000.

Szczepaniak W., *Metody instrumentalne w analizie chemicznej*, Warszawa 2005.

Zakład Chemii Organicznej SKRYPT DO LABORATORIUM CHEMIA ZWIĄZKÓW ZAPACHOWYCH I PODSTAWY PERFUMERII Część I Synteza i izolacja aromatycznych związków zapachowych Opracowanie dr Katarzyna Szwaczko

PRACE NAUKOWE Akademii im. Jana Długosza w Częstochowie Seria: CHEMIA I OCHRONA ŚRODOWISKA 2009, XIII, 29-34 Barbara Dondela Lidia Chrząstek Wybrane estry zapachowe stosowane w kosmetyce

Bernard P., Orwat K., Dudek K., *Chemia w szkole, „O hydrolizie soli",* 6, 2014, s. 22-25.

https://farmacja.cm.uj.edu.pl/cm/uploads/2019/02/Estryfikacja.pdf

http://www.swiatchemii.pl/chemia-organiczna/otrzymywanie-octanu-etylu-estryfikacja

https://dydaktyka.akademiasieci.pl/_media/home/psamulkiewicz/lab_estry.pdf

http://www.ztch.umcs.lublin.pl/materialy/cw_14_ztch.pdf

http://www.e-biotechnologia.pl/Artykuly/Estry/

https://epodreczniki.open.agh.edu.pl/tiki-index.php?page=Estry

Wirtualne laboratorium - S

> **Polecenie 1**
>
> Z dostępnych w wirtualnym laboratorium związków, otrzymaj wszystkie możliwe estry. Sformułuj problem badawczy i zweryfikuj własną hipotezę. W formularzu zanotuj swoje obserwacje i wyniki, a następnie zapisz wnioski. Następnie rozwiąż poniższe zadania.

Wirtualne laboratorium pt. „Otrzymywanie estrów”

Źródło: GroMar Sp. z o.o., Danuta Jyż-Kuroś, Patrycja Męcik, licencja: CC BY-SA 3.0.

Analiza eksperymentu: Otrzymywanie estrów

Problem badawczy:

Uzupełnij

Hipoteza:

Uzupełnij

Sprzęt laboratoryjny i odczynniki chemiczne:

Uzupełnij

Instrukcja wykonania:

Uzupełnij

Obserwacje:

Uzupełnij

Wnioski:

Uzupełnij

Ćwiczenie 1

Uzupełnij tabelę, wstawiając odpowiednią nazwę powstałego estru.

etanol, butanol, pentanol

-	kwas etanowy (kwas octowy)	kwas butanowy (kwas masłowy)
kwas metanowy (kwas mrówkowy)		
etanol		
butanol		
pentanol		

Ćwiczenie 2

Jakie znaczenie ma obecność kwasu siarkowego(VI)?

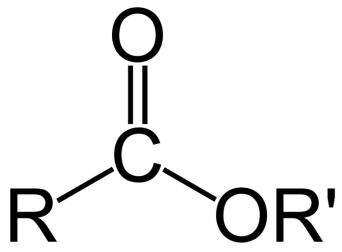
Odpowiedź:

Uzupełnij

Sprawdź się

Ćwiczenie 1

Na schemacie przedstawiono wzór ogólny estrów. Wyjaśnij, co zostało oznaczone jako R i R'?



Wzór ogólny estrów

Źródło: domena publiczna, dostępny w internecie: www.pl.wikipedia.org.

Odpowiedź:

Uzupełnij

Ćwiczenie 2

Połącz substraty reakcji kondensacji z odpowiednimi produktami powstałymi w tej reakcji.

kwasu butanowego i butanolu	mrówczan pentylu (metanian pentylu)
kwasu metanowego i pentanolu	octan etylu (etanian etylu)
kwasu etanowego i etanolu	maślan butylu (butanian butylu)

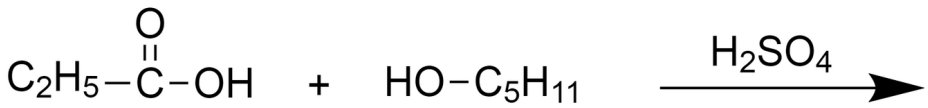
Ćwiczenie 3

Uzupełnij tabelę, podając nazwy estrów, które powstaną w wyniku reakcji estryfikacji.

	kwas etanowy (kwas octowy)	kwas butanowy (kwas masłowy)	kwas metanowy (kwas mrówkowy)
metanol			
propanol			
heksanol			

Ćwiczenie 4

Na podstawie podanych substratów w równaniu reakcji napisz, jakie powstaną produkty:



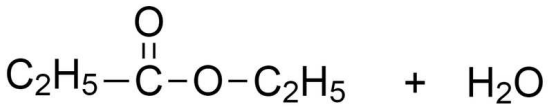
Źródło: GroMar Sp. z o. o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Odpowiedź:

Uzupełnij

Ćwiczenie 5

Jakie związki reagowały ze sobą, jeśli w wyniku reakcji chemicznej otrzymano:



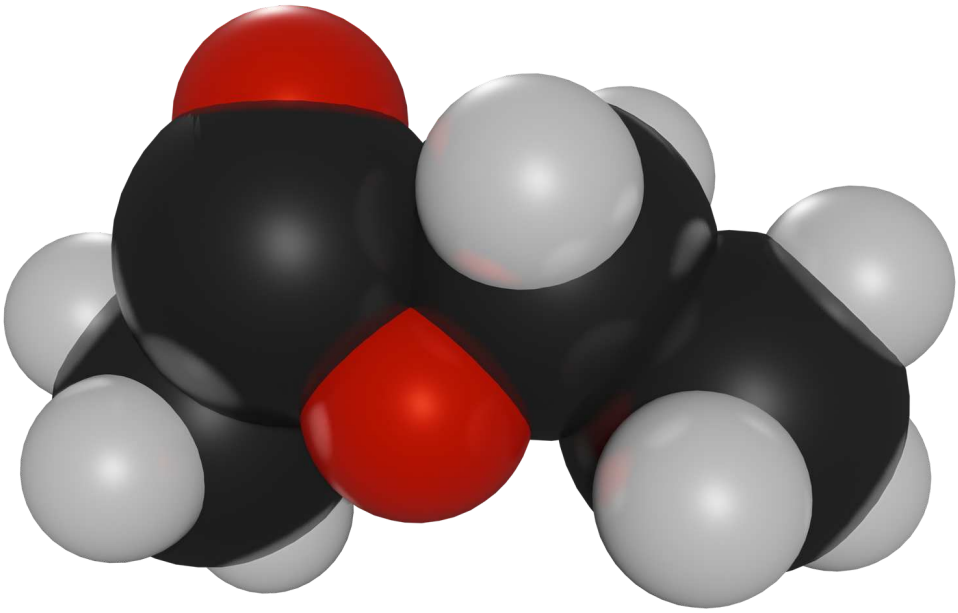
Źródło: GroMar Sp. z o. o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Odpowiedź:

Uzupełnij

Ćwiczenie 6

W wyniku reakcji estryfikacji otrzymujemy ester i wodę. Podaj nazwę estru na podstawie modelu jego cząsteczki:



Model kulkowy cząsteczki. Kolorem czarnym oznaczono atomy węgla, czerwonym atomu tlenu i szarym atomy wodoru.
Źródło: GroMar Sp. z o. o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Odpowiedź:

Uzupełnij

Ćwiczenie 7

Wskaż w poniższym równaniu reakcji estryfikacji:

1. Z których atomów powstaje cząsteczka wody?
2. Gdzie znajduje się grupa estrowa?

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

Ćwiczenie 8

Zapisz równanie reakcji kwasu etanowego (octowego) z heptanolem.

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

Dla nauczyciela

Scenariusz zajęć

Autor: Danuta Jyż-Kuroś, Krzysztof Błaszczak

Przedmiot: chemia

Temat: Fabryka zapachów, czyli produkujemy estry

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

Podstawa programowa:

Zakrespodstawowy:

XVII. Estry i tłuszcze. Uczeń:

3) projektuje i przeprowadza reakcje estryfikacji; pisze równania reakcji alkoholi z kwasami karboksylowymi; wskazuje funkcję stężonego H_2SO_4.

Zakres rozszerzony:

XVII. Estry i tłuszcze. Uczeń:

3) projektuje i przeprowadza reakcje estryfikacji; pisze równania reakcji alkoholi z kwasami nieorganicznymi i karboksylowymi; wskazuje na funkcję stężonego H_2SO_4.

Kształtowane kompetencje kluczowe:

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

Cele operacyjne:

Uczeń:

- projektuje i przeprowadza reakcje estryfikacji;
- pisze równanie reakcji estryfikacji ze wskazanego kwasu i alkoholu;
- wyjaśnia znaczenie obecności kwasu siarkowego(IV) w czasie przebiegu reakcji estryfikacji.

Strategie nauczania:

- asocjacyjna;
- problemowa.

Metody i techniki nauczania:

- burza mózgów;
- dyskusja dydaktyczna;
- analiza materiału źródłowego;
- ćwiczenia laboratoryjne;
- eksperyment chemiczny;
- wirtualne laboratorium;
- technika zdań podsumowujących.

Formy pracy:

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

Środki dydaktyczne:

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

Przed lekcją:

1. Nauczyciel prosi uczniów o odnalezienie w najbliższym otoczeniu przykładów kosmetyków, perfum lub detergentów posiadających zapachy kwiatów lub owoców.

Przebieg zajęć

Faza wstępna:

1. Zaciekawienie i dyskusja. Nauczyciel prosi wszystkich uczniów o zaprezentowanie wyników swoich obserwacji. Prowadzący zajęcia zadaje uczniom pytanie: W jaki sposób otrzymujemy różne zapachy perfum czy olejków zapachowych?
2. Rozpoznawanie wiedzy wyjściowej uczniów. Burza mózgów wokół pojęcia reakcja estryfikacji.
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, jakie zostaną użyte w czasie lekcji.

Faza realizacyjna:

1. Eksperyment chemiczny. Nauczyciel dzieli uczniów na grupy. Zadaniem każdej z grup jest przeprowadzenie doświadczenia – „Badanie reakcji etanolu z kwasem etanowym" zgodnie z instrukcją zamieszczoną w e-materiale. Uczniowie w parach analizują doświadczenie w e-materiale, po czym otrzymują karty pracy, odpowiedni sprzęt i szkło laboratoryjne oraz odczynniki chemiczne. Uczniowie stawiają pytanie badawcze i hipotezę, przeprowadzają eksperyment, obserwują zmiany podczas eksperymentu, zapisują równanie reakcji estryfikacji na wzorach strukturalnych, wyciągają wnioski, wszystko zapisują w kartach pracy. Nauczyciel monitoruje przebieg pracy uczniów, wspiera uczniów podczas przeprowadzenia eksperymentu. Liderzy prezentują efekty pracy grupowej na forum klasy. Nauczyciel weryfikuje pod względem merytorycznym wypowiedzi uczniów.
2. Wirtualne laboratorium. Uczniowie przeprowadzają eksperymenty w parach w wersji wirtualnej otrzymując różne estry. Nauczyciel monitoruje przebieg pracy uczniów. Po każdym wirtualnym doświadczeniu zapisują równanie reakcji chemicznej w zeszycie. Nauczyciel sprawdza poprawność merytoryczną zapisu.
3. Uczniowie samodzielnie sprawdzając swoją wiedzę wykonują ćwiczenia zawarte w e-materiale - sprawdź się.

Faza podsumowująca:

1. Nauczyciel sprawdza wiedzę uczniów. Przykładowe pytania skierowane do uczniów: Na czym polega reakcja estryfikacji? W jakim celu podaje się stężony kwas siarkowy(VI) podczas reakcji estryfikacji? Jak tworzymy nazwę powstałego estru? Jakie produkty otrzymamy w reakcji kwasu propionowego i alkoholu etylowego? Z jakich elementów w mechanizmie reakcji estryfikacji otrzymujemy wodę?
2. Jako podsumowanie lekcji nauczyciel może wykorzystać zdania do uzupełnienia, które uczniowie również zamieszczają w swoim portfolio:

- Przypomniałem/łam sobie, że...
- Co bylo dla mnie łatwe...
- Czego dziś się nauczyłem/łam...
- Co sprawiało mi trudność...

Praca domowa:

1. Uczniowie wykonują pozostałe ćwiczenia zawarte w e-materiale - sprawdź się.
2. Nauczyciel prosi uczniów, aby przeprowadzili ankietę wśród swoich rówieśników. Temat: „Znaczenie zapachów w życiu człowieka". Każda ankieta ma mieć maksymalnie cztery pytania zamknięte i jedno otwarte. Może być w formie elektronicznej.

Dokumentacją wykonania zadania przez ucznia ma być sprawozdanie z przeprowadzonej ankiety.

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania multimedium:

Medium może być wykorzystane:

- zgodnie z propozycją zawartą w scenariuszu;
- dla uczniów nieobecnych na lekcji jako formę uzupełnienia wiadomości;
- podczas przygotowywania się do zajęć i/lub sprawdzianu;
- na lekcjach biologii;
- na lekcji z doradcą zawodowym dotyczącą prezentacji ciekawych, niszowych zawodów.

Materiały pomocnicze:

1.Polecenia podsumowujące (nauczyciel przed lekcją zapisuje je na niewielkich kartkach):

- Na czym polega reakcja estryfikacji?
- W jakim celu podaje się stężony kwas siarkowy(VI) podczas reakcji estryfikacji?
- Jak tworzymy nazwę powstałego estru?
- Jakie produkty otrzymamy w reakcji kwasu propionowego i alkoholu etylowego?
- Z jakich elementów w mechanizmie reakcji estryfikacji otrzymujemy wodę?

2. Doświadczenie:

Sprzęt i szkło laboratoryjne: probówki, zlewki, palnik, trójnóg, siatka metalowa, zapalniczka/zapałki, pipety, statyw do probówek.

***Odczynniki chemiczne:** etanol (alkohol etylowy) C_2H_6O, kwas octowy (kwas etanowy) CH_3COOH, stężony kwas siarkowy(VI) H_2SO_4, woda H_2O.

Instrukcja wykonania:

- Do probówki nalej $3cm^3$ etanolu, $2cm^3$ kwasu etanowego.
- Następnie dodaj kilka kropel stężonego kwasu siarkowego(VI).
- Umieść probówkę w zlewce z wodą i ogrzewaj (łaźnia wodna).
- Obserwuj zmiany.

Karta pracy ucznia:

Plik o rozmiarze 66.51 KB w języku polskim

3. Karty charakterystyk używanych substancji na lekcji.
4. Materiały dla osób szczególnie zainteresowanych tematem:

- http://laboratoria.net/artykul/11685.html
- http://zcho.ch.pw.edu.pl/dyd_inz107.pdf