




## Mechanizm reakcji estryfikacji

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



## Mechanizm reakcji estryfikacji

Czy zastanawiasz się czasami, skąd pozyskiwane są substancje zapachowe do perfum lub jakim substancjom owoce i kwiaty zawdzięczają swój zapach? Są nimi estry niższych kwasów karboksylowych oraz niższych alkoholi pierwszorzędowych. Jednym z takich przykładów jest mrówczan benzylu, odpowiedzialny za zapach jaśminu.

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

Czy wiesz, dlaczego po wejściu do niektórych sklepów spożywczych czujesz piękny zapach świeżo upieczonego chleba, a w sklepie z artykułami do wyposażenia domu m.in. zapach słodkiej wanilii? Niektórzy twierdzą, że emisja odpowiednich zapachów w przedsiębiorstwach handlowych wpływa pozytywnie na wyniki sprzedaży. Czy wiesz, że taki „marketing zapachowy” możesz uzyskać dzięki estrom? Najczęściej stosuje się je do produkcji perfum, tworząc różnorodne zapachy. Na czym więc polega przebieg estryfikacji?

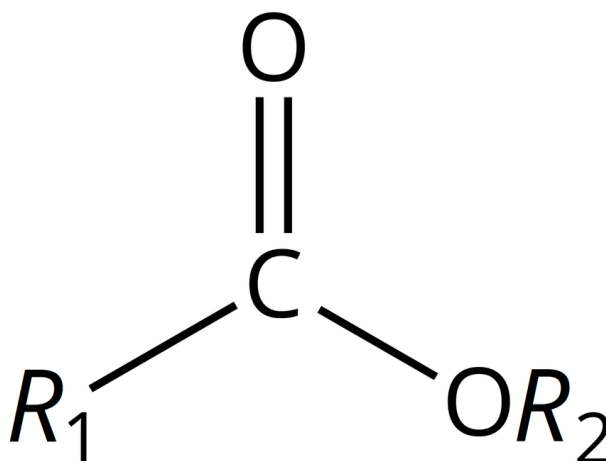
### Twoje cele

- Scharakteryzujesz mechanizm estryfikacji.
- Napiszesz równanie reakcji chemicznej zachodzącej pomiędzy wybranym alkoholem a kwasem karboksylowym.
- Określisz, jakie związki chemiczne powinny wziąć udział w reakcji estryfikacji, aby otrzymać określony ester.

# Przeczytaj

## Estry kwasów organicznych

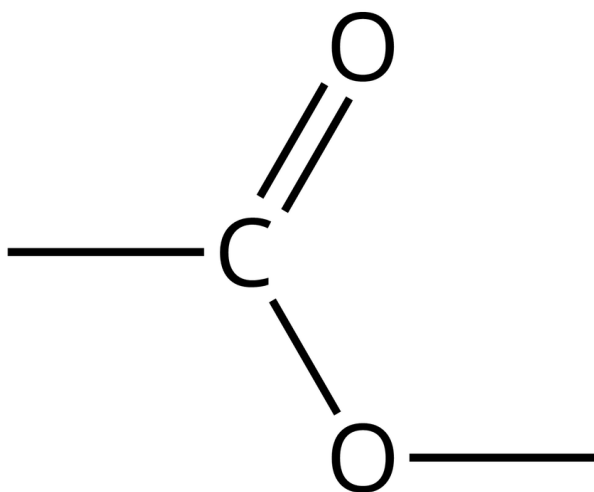
**Estry** pochodzące od kwasów organicznych to związki chemiczne, które posiadają następujący wzór ogólny:



Ogólna struktura estrów  $R_1$  to grupa węglowodorowa, która pochodzi od kwasu organicznego –  $R_2$ , grupa alkilowa, pochodząca od alkoholu, lub arylowa, pochodząca z kolei od fenolu.

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

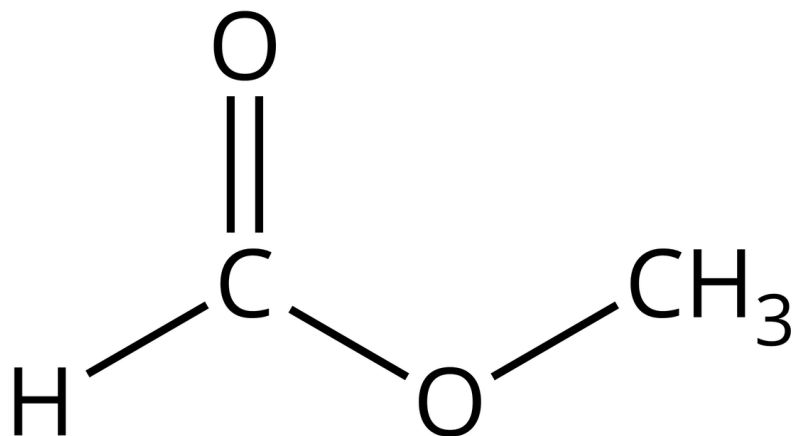
W związkach chemicznych, zaliczanych do estrów pochodzących od kwasów organicznych, występuje **grupa funkcyjna** zwana **grupą estrową** — C(O)O—.



Grupa estrowa

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

Najprostszym przykładem estru jest mrówczan metylu lub systematycznie – metanian metylu.

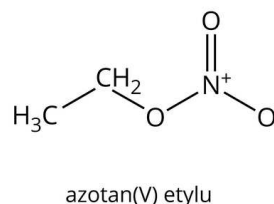
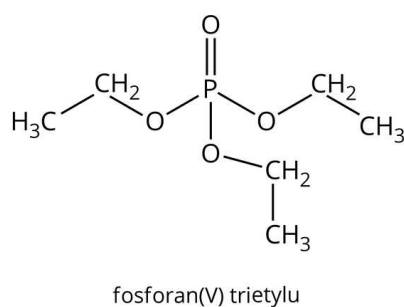
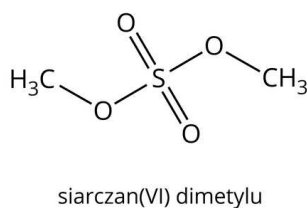
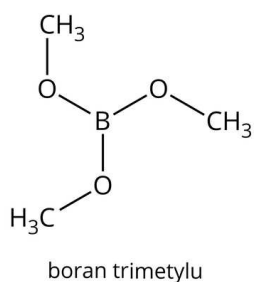


Wzór półstrukturalny mrówczanu metylu

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

## Estry kwasów nieorganicznych

Estry pochodzące od kwasów nieorganicznych powstają w reakcji alkoholi z kwasami nieorganicznymi – takimi jak kwas borowy, który daje estry boranowe, kwas siarkowy(VI), dzięki któremu otrzymujemy estry siarczanowe, kwas fosforowy(V), dający estry fosforanowe, czy też kwas azotowy(V), zapewniający estry azotanowe.



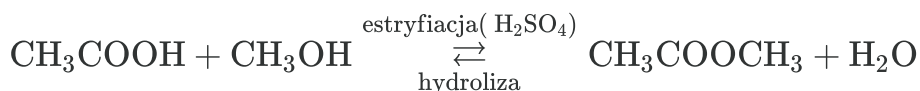
Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

## Przykłady reakcji estryfikacji

Estry to związki chemiczne, które powstają w reakcji chemicznej **estryfikacji**. Może ona przebiegać na kilka sposobów.

### Estryfikacja Fischera

Podstawową metodą otrzymywania estrów jest reakcja substytucji nukleofilowej grupy acylowej w środowisku kwaśnym. W reakcji tej uczestniczy kwas karboksylowy i alkohol (I- lub II-rzędowy). Fenole bardzo trudno reagują z kwasami w bezpośredniej syntezie, z powodu dużo mniejszej nukleofilowości atomu tlenu. Estry fenoli otrzymuje się z chlorków lub bezwodników kwasowych w reakcji z fenolami. Reakcja estryfikacji jest katalizowana mocnym kwasem nieorganicznym – najczęściej kwasem siarkowym(VI)  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , może to być również  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{HCl}$  – oraz kwasem tosylowym (*p*-toluenosulfonowy). Typowa reakcja Fischera przebiega w temperaturze 60-110 °C, a trwa w zakresie od 6 do 10 godzin.



Emil Fischer

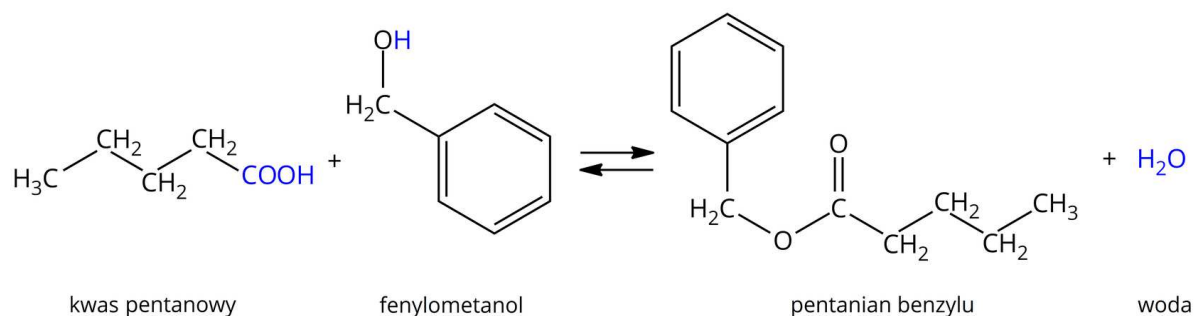
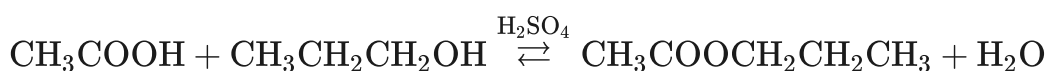
Licencja: Domena publiczna, [online], Autor: Atelier Victoria, dostępny w internecie: [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)

**Emil Fischer**

## Mechanizm estryfikacji Fischera

W celu ustalenia mechanizmu estryfikacji, należy wiedzieć, który atom tlenu (pochodzący z kwasu czy **alkoholu** lub **fenolu**) pozostaje w estrze, a który ulega odczepieniu w postaci cząsteczki tlenu wodoru (wody).

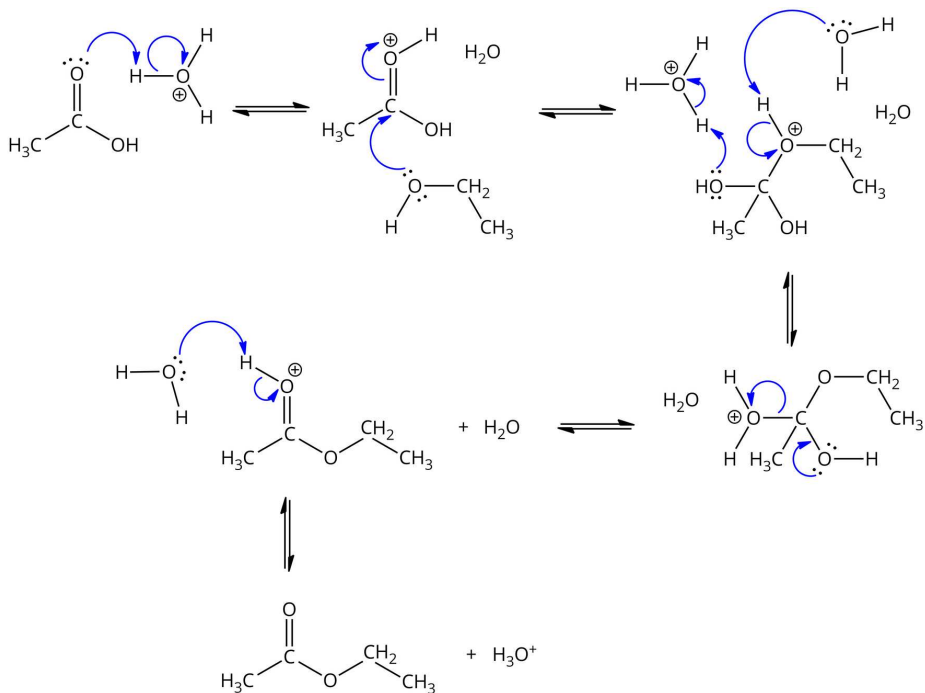
Estryfikacja metodą Fischera polega na **substytucji** grupy — OH, pochodzącej z **kwasu karboksylowego**, grupą — OR, pochodzącą z kolei z alkoholu. W związku z tym, w estrze jeden atom tlenu (ten przyłączony wiązaniem podwójnym) będzie pochodził od kwasu, drugi natomiast od alkoholu lub fenolu. W podanym wyżej przykładzie będzie to odpowiednio:



Schemat reakcji otrzymywania n-pentanianu benzylu

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

Bardziej szczegółowy mechanizm reakcji estryfikacji został przedstawiony poniżej:

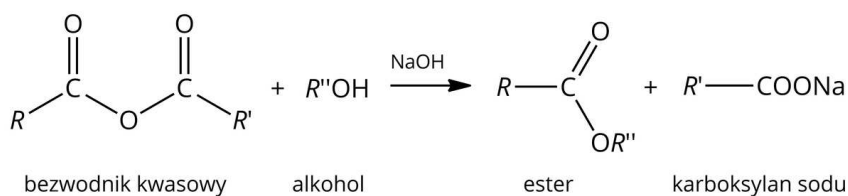


Mechanizm reakcji estryfikacji Fischera

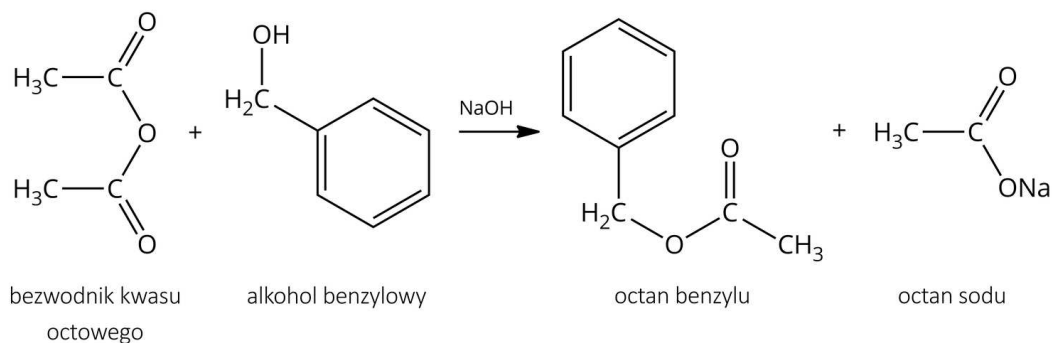
Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

## Synteza poprzez acylowanie alkoholi lub fenoli bezwodnikami kwasowymi

Tego typu reakcja acylowania przebiega z udziałem katalitycznych ilości zasad, takich jak NaOH czy pirydyna. Jest to metoda otrzymywania estrów trudnych do otrzymania metodą Fischera (np. fenylowych). W wyniku reakcji otrzymujemy ester oraz sól kwasu karboksylowego, np. octan sodu.

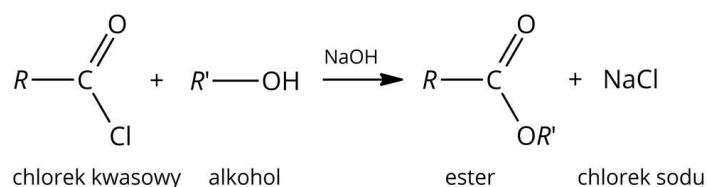


np.

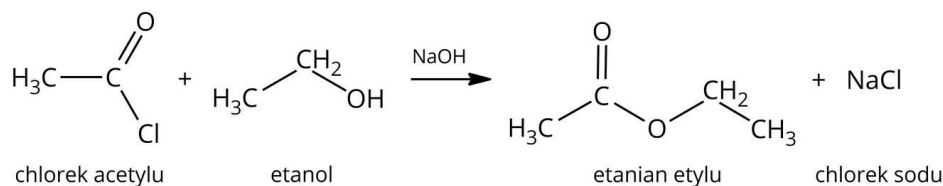


## Synteza poprzez acylowanie alkoholi lub fenoli chlorkami kwasowymi

Podobnie do reakcji wykorzystującej bezwodniki kwasowe, reakcja z **chlorkami kwasowymi** wymaga zastosowania katalitycznych ilości zasady, jak NaOH lub pirydyna. Jako produkt uboczny takiej reakcji, w zależności od rodzaju zastosowanej zasady, powstają sole – np. chlorek sodu lub chlorek pirydynium.



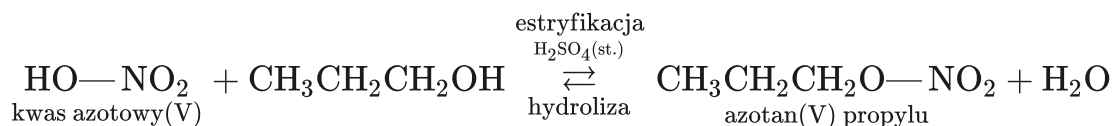
np.



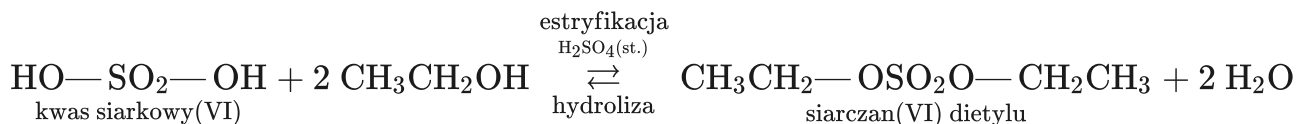
Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

## Estryfikacja wybranych kwasów nieorganicznych (tlenowych)

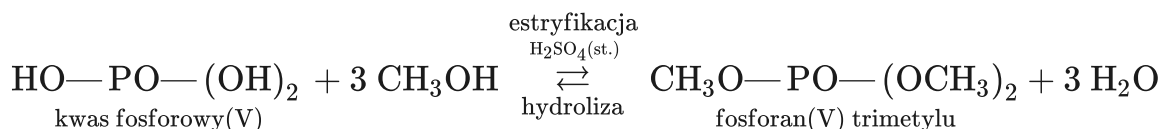
- Estryfikacja kwasu azotowego(V)



- Estryfikacja kwasu siarkowego(VI)



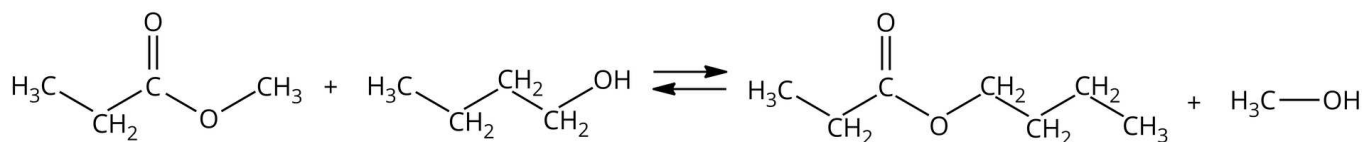
- Estryfikacja kwasu fosforowego(V)



## Reakcja transestryfikacji estrów – alkoholiza i acydoliza

### Alkoholiza

Alkoholiza to reakcja, w której jeden alkohol wypiera drugi z estru, podstawiając się tym samym na jego miejsce. W wyniku takiej reakcji otrzymujemy nowy ester oraz alkohol. Bardzo popularną reakcją tego typu jest transestryfikacja triacylogliceroli.

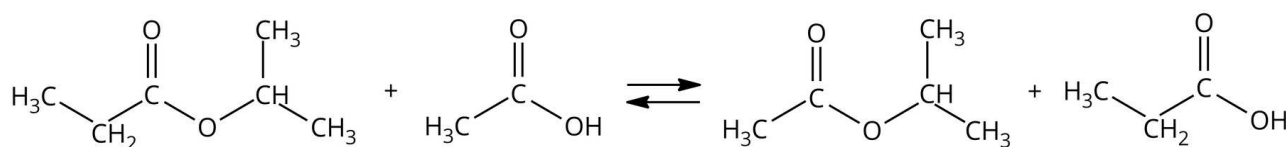


Schemat reakcji transestryfikacji – alkoholiza

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

### Acydoliza

To reakcja, w której jeden kwas wypiera drugi z estru, podstawiając się tym samym na jego miejsce. W wyniku takiej reakcji otrzymujemy nowy ester oraz kwas.



Schemat reakcji transestryfikacji – acydoliza

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

## Słownik

## **ester**

(niem. *essigäther* „octan etylu” *essig* „ocet” i *Äther* „eter”) związek organiczny, powstający w wyniku działania kwasów na alkohole lub fenole

### **grupa funkcyjna**

atom lub grupa atomów, która powoduje pojawienie się charakterystycznych cech w danym związku chemicznym

### **grupa estrowa**

grupa funkcyjna — C(O)O— występująca w estrach pochodzących od kwasów organicznych

### **kataliza**

(gr. *katálysis* „rozłożenie”) zjawisko polegające na tym, że obecność stosunkowo niewielkiej ilości obcej substancji, zwanej katalizatorem, przyspiesza reakcję chemiczną

### **katalizator**

substancja, która zwiększa szybkość reakcji chemicznej, nie naruszając stanu końcowej równowagi i właściwości termodynamicznych układu, i pozostaje w stanie niezmiennym po zakończeniu reakcji

### **alkohole**

(arab. *al-kuhl* „delikatny proszek”) związki organiczne, pochodne węglowodorów, których cząsteczki zawierają grupę hydroksylową (wodorotlenową) — OH związaną z atomem węgla o hybrydyzacji  $sp^3$

### **fenole**

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

### **benzen**

$C_6H_6$ ; związek organiczny, podstawowy węglowodór aromatyczny

### **kwasy karboksylowe**

związki organiczne, których cząsteczki zawierają grupę karboksylową (— COOH)

### **kwasy nieorganiczne**

związki chemiczne odznaczające się charakterystycznymi właściwościami, m.in. kwaśnym smakiem, zdolnością wywoływania reakcji barwnych ze wskaźnikami (np. barwią lakmus na czerwono), roztworzeniem wielu substancji, np. kwas fosforowy(V)

### **chlorki kwasowe**

związki chemiczne będące pochodnymi kwasów karboksylowych, w których grupa —OH zastąpiona jest atomem chloru

### **estryfikacja**

reakcja chemiczna między alkoholem (lub fenolem) i kwasem, w wyniku której powstaje ester i woda

### **transestryfikacja**

przeestryfikowanie; reakcja chemiczna prowadząca do otrzymania estrów m.in. przez reakcję estrów z alkoholami (alkoholiza)

### **grupa acylowa**

$RC(O)-$ , jednowartościowa grupa organiczna wywodząca się z cząsteczki kwasu karboksylowego,  $RCOOH$  ( $R =$  alkil lub aryl)

### **bezwodniki kwasowe**

związki nieorganiczne, tlenki pierwiastków niemetalicznych dające w reakcji z wodą odpowiednie kwasy

### **rzędowość reakcji chemicznej**

suma wykładników potęg, w których występują stężenia reagentów w równaniu kinetycznym opisującym szybkość reakcji chemicznej

### **substytucja**

(łac. *substitutio* „podstawianie”) reakcja podstawiania, podstawienie, chem. reakcja chem., w której atom lub grupa atomów w cząsteczce związku org. zostaje podstawiona innym atomem lub grupą atomów

### **atom nukleofilowy**

atom bogaty w elektrony (mający nadmiar elektronów), dzięki czemu może utworzyć wiązanie poprzez dostarczenie pary elektronowej atomowi ubogiemu w elektrony (mającemu niedomiar elektronów)

## **Bibliografia**

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

Dudek-Różycki K., Płotek M., Wichur T., *Związki organiczne zawierające azot oraz wielofunkcyjne pochodne węglowodorów. Repetytorium i zadania*, Kraków 2021.

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

Mastalerz P., *Podręcznik chemii organicznej*, Wrocław 1998.

McMurry J., *Chemia organiczna*, tom 1 i 2, Warszawa 2000.

Morrison R. T., Boyd R. N., *Chemia organiczna*, tom 1 i 2, Warszawa 1997.

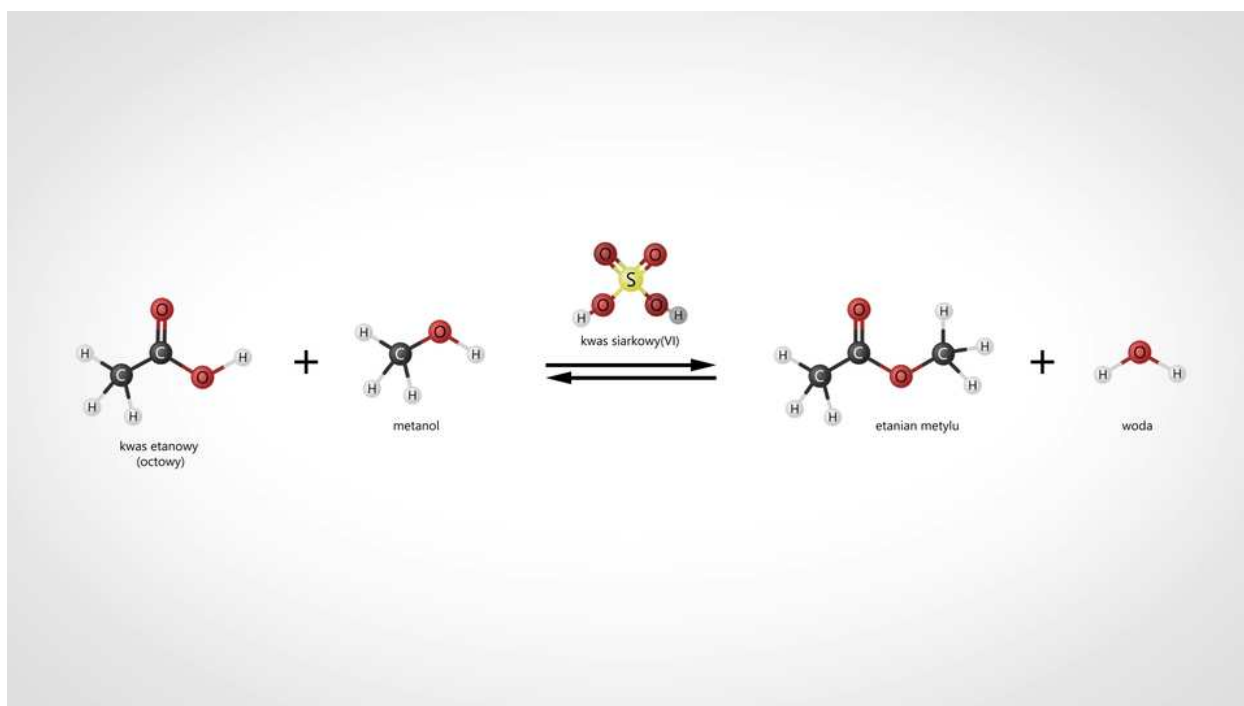
Oleksik. J.,Krasodowski. W., *Zastosowanie cieczy jonowych i katalizatorów stałych w syntezie biokomponentów paliwowych*, „Nafta-Gaz” 2015, 4, s. 256-265.

# Animacja

---

## Polecenie 1

Czy wiesz, na czym polega estryfikacja? Czy znasz jej mechanizm? Zapoznaj się z poniższą animacją i wykonaj ćwiczenia.



Film dostępny pod adresem </preview/resource/RSS9zO5ZMZ4IQ>

Animacja pt. *Mechanizm reakcji estryfikacji*

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

Animacja nawiązująca do treści materiału dotyczącej mechanizmu reakcji estryfikacji.

---

## Ćwiczenie 1

Przyporządkuj dany termin do jego definicji.

Protonacja atomu -

kształt czworościanu foremnego, tetraedru, jaki przyjmuje cząsteczka lub jon o hybrydyzacji  $sp^3$ .

Przegrupowanie tautomeryczne -

przegrupowanie atomów i wiązań w cząsteczce, zachodzące bez udziału innych cząsteczek, przez co jedna z form cząsteczki może przechodzić w drugą i na odwrót. Formy te mają jednakowe wzory sumaryczne.

Uprotonowana grupa -

cząsteczka lub jon, które są produktem pośrednim pomiędzy substratem a produktem.

Nukleofil -

posiadająca nadmiar elektronów cząsteczka lub grupa, która w odpowiednich warunkach może pełnić funkcję ich donora.

Intermediat -

jest to grupa funkcyjna, której jeden z atomów uległ protonacji, czyli przyłączeniu protonu przez atom o co najmniej jednej wolnej parze elektronowej.

Tetraedryczna struktura przestrzenna -

przyłączenie protonu przez atom, który posiada co najmniej jedną wolną parę elektronową.

## Ćwiczenie 2

Podaj nazwę zalecaną przez IUPAC dla produktu estryfikacji między kwasem mrówkowym (metanowym) a propan-1-olem.

**Odpowiedź:**

## Ćwiczenie 3

Zapisz równanie estryfikacji kwasu pentanowego z etanolem.

**Odpowiedź:**

# Sprawdź się

---

Pokaż ćwiczenia:   

## Ćwiczenie 1



Jak nazywa się reakcja, w której powstają estry? Zaznacz poprawną odpowiedź.

- estryfikacja
- kataliza
- hydroliza
- ekstrakcja

## Ćwiczenie 2



Z podanych nazw rodzin związków chemicznych wybierz tę/te, z której/z których powstają estry.

- bezwodnik kwasowy
- fenole
- alkohole
- wodorotlenki

### Ćwiczenie 3



Podaj nazwy substratów potrzebnych do otrzymania następujących estrów:

1. octan propylu;
2. propanian etylu.

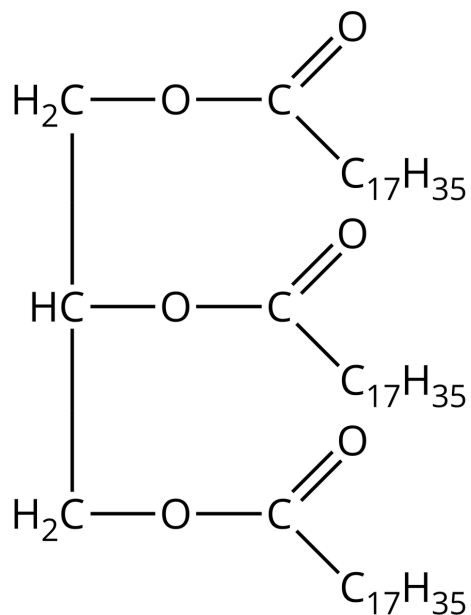
### Odpowiedź:

Uzupełnij

## Ćwiczenie 4



Ile grup hydroksylowych posiada alkohol, z którego otrzymano poniższy ester?



Informacja do ćw. nr 4

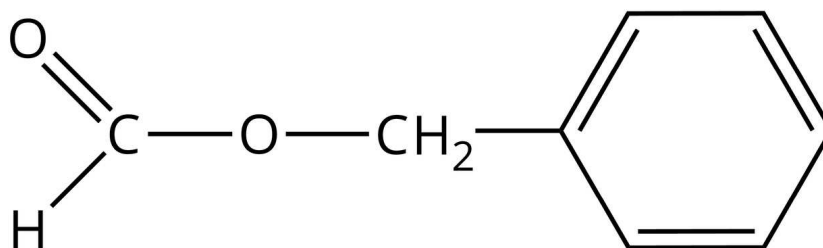
Źródło: GroMar Sp. z o. o., licencja: CC BY-SA 3.0.

- trzy
- dwie
- jedną
- więcej niż trzy

## Ćwiczenie 5



Jakich substraty potrzebujemy, aby otrzymać ester o poniższym wzorze?



Informacja do zad. nr 5

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

Podaj ich nazwy zalecane.

**Odpowiedź:**

Uzupełnij

## Ćwiczenie 6



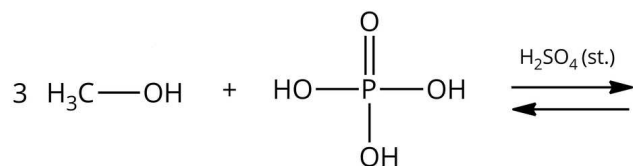
Zapisz równanie reakcji kwasu fosforowego(V) z etanolem wiedząc, że reakcja zachodzi w stosunku molowym 1 : 3. Ile moli cząsteczek wody powstanie wyniku zachodzącej reakcji?

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

## Ćwiczenie 7



Jak nazywa się ester otrzymany w wyniku tej reakcji? Dokończ zapis tego równania reakcji estryfikacji.



Informacja do zad. nr 7

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

## Ćwiczenie 8



Aspiryna to popularny lek, stosowany w leczeniu bólu. Działa przeciwzapalnie oraz powoduje rozrzedzenie krwi. Stosowany jest do leczenia łagodnego i umiarkowanego bólu, migreny i gorączki. Powstaje w reakcji acylowania, w obecności kwasu siarkowego(VI) jako katalizatora. Zaprojektuj równanie reakcji chemicznej otrzymywania aspiryny (kwas 2-acetoksybenzoesowy).

# Dla nauczyciela

---

## Scenariusz zajęć

**Autor:** Wioleta Kopek-Putała, Krzysztof Błaszczak

**Przedmiot:** chemia

**Temat:** Mechanizm reakcji estryfikacji

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

### Podstawa programowa:

Zakres podstawowy

XVII. Estry i tłuszcze. Uczeń:

3) projektuje i przeprowadza reakcje estryfikacji; pisze równania reakcji alkoholi z kwasami karboksylowymi; wskazuje funkcję stężonego  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .

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  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ;

### 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:**

- omawia mechanizm reakcji estryfikacji;
- pisze równanie reakcji chemicznej zachodzącej pomiędzy wybranym alkoholem i kwasem karboksylowym;

- określa, jakie związki chemiczne powinny wziąć udział w reakcji estryfikacji, aby otrzymać określony ester;
- projektuje doświadczenie, obrazujące przebieg reakcji estryfikacji.

### **Strategie nauczania:**

- asocjacyjna;
- problemowa.

### **Metody i techniki nauczania:**

- dyskusja dydaktyczna;
- analiza materiału źródłowego;
- ćwiczenia uczniowskie;
- animacje;
- film edukacyjny;
- eksperyment chemiczny;
- róża wiatrów.

### **Formy pracy:**

- praca indywidualna;
- praca w parach;
- 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 stawia na stole laboratoryjnym zestaw odczynników (np. kwas karboksylowy, alkohol, kwas siarkowy(VI)). Następnie zadaje pytanie: „Czy wiecie, jaki związek chemiczny można otrzymać z tych odczynników?”.
2. Następnie wyświetla uczniom fragment filmu pokazujący produkcję perfum (np. „*Pachnidło*”) jako inspirację do dyskusji na temat „chemii zapachów”.
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. Rozpoznanie wiedzy wyjściowej uczniów. Uczniowie odpowiadają na zadane pytania: jak zbudowany jest kwas karboksylowy i alkohol? Co to jest grupa funkcyjna?

5. Zasady BHP. Nauczyciel zapoznaje uczniów z kartami charakterystyk substancji, które będą używane na lekcjach.

### **Faza realizacyjna:**

1. Nauczyciel poleca uczniom dobrać się w pary, a następnie powstałe pary dzieli na trzy grupy (grup roboczych może być więcej). Zadaniem każdej będzie zaprojektowanie otrzymywania estru. Grupy, przed przystąpieniem do zadania, mogą zapoznać się z fragmentem teoretycznym e-materiału zamieszczonym w sekcji „Przeczytaj” lub skorzystać z materiałów dostępnych w internecie. Nauczyciel weryfikuje propozycję każdej grupy.
2. Nauczyciel rozdaje uczniom grupy II i III karty pracy. Uczniowie uzupełniają je zgodnie z przydzielonym zadaniem. Zadania dla poszczególnych grup:
  - grupy I ogląda animację „Mechanizm reakcji estryfikacji” – uczniowie na podstawie animacji mają przygotować zapisy co najmniej trzy przykłady równań reakcji estryfikacji;
  - grupy II oglądają film, pokazujący doświadczenie otrzymywania estru (patrz materiały pomocnicze);
  - grupy III przeprowadzają w laboratorium doświadczenie otrzymywania estru (patrz materiały pomocnicze).

Po wyznaczonym czasie, liderzy grup prezentują efekty pracy na forum klasy.

3. Uczniowie w grupach dyskutują na temat swojego projektu otrzymywania estru i estru z części praktycznej, zastanawiając się, jaki jest mechanizm tej reakcji.
4. Uczniowie wspólnie z nauczycielem omawiają mechanizm procesu estryfikacji. Następuje powrót do fazy wstępnej – porównanie wypowiedzi na temat budowy kwasów karboksylowych i alkoholi. Uczniowie z grupy I na wzorach strukturalnych zapisują przykłady równań reakcji na tablicy, wyjaśniając mechanizm reakcji. Pozostali wraz z nauczycielem weryfikują poprawność zapisów. Uczniowie zapisują również przykłady równań reakcji estryfikacji z kwasami nieorganicznymi.
5. Uczniowie sprawdzają swoją wiedzę, wykonując ćwiczenia, zawarte w e-materiale w sekcji „Sprawdź się”.

### **Faza podsumowująca:**

1. Róża wiatrów (patrz materiały pomocnicze). Nauczyciel poprzez zastosowanie tego narzędzia może dokonać ewaluacji zajęć, umieszczając nazwy elementu podlegającego ocenie, np. atmosfera zajęć, przydatność materiałów, stopień zaangażowania uczniów, zainteresowanie tematem, stopień opanowania zagadnienia wynikający z zamierzonych do osiągnięcia celów lekcji, stopień trudności materiału, atrakcyjność lekcji i etc. Przygotowaną „różę” nauczyciel rozdaje uczniom i prosi o zaznaczenie na każdej osi punktu odpowiadającego ocenie. Następnie punkty na sąsiednich osiach

uczniowie łączą ze sobą i w ten sposób każdy z uczniów otrzymuje swoją „różę”, którą wręcza prowadzącemu. Nauczyciel może odnieść się do tego ogólnie w ramach podsumowanie, po wcześniejszej analizie.

### **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 multimediu:**

Medium można zastosować podczas zajęć z nazewnictwa estrów lub podczas powtórzenia wiadomości na temat estrów.

### **Materiały pomocnicze:**

1. Nauczyciel przygotowuje do ewaluacji lekcji różę wiatrów. Róża wiatrów jest jedną z graficznych metod pozwalających ocenić jednocześnie wiele elementów zajęć. W przypadku ewaluacji zajęć, na osiach w miejsce kierunku umieść się nazwę elementu podlegającego ocenie (atmosfera zajęć, przydatność materiałów, stopień zaangażowania uczniów, zainteresowanie tematem, stopień opanowania zagadnienia wynikający z zamierzonych do osiągnięcia celów lekcji, stopień trudności materiału, atrakcyjność lekcji). Liczba osi jest dowolna i może być rozbudowywana w zależności od potrzeb. Linie osi podziel na odcinki i przypisz im odpowiednie wartości – od 1 do 10 lub skalę ocen 1-6. Tak przygotowaną „różę” rozdaj uczestnikom i poproś o zaznaczenie na każdej osi punktu odpowiadającego ocenie. Następnie punkty na sąsiednich osiach uczniowie łączą ze sobą i w ten sposób każdy z uczniów otrzymuje swoją „różę”, którą wręcza prowadzącemu.

Grupa II – film „*Pachnidło*” dostępny na <https://www.cda.pl/video/1823597b3> (dostęp 8.09.2020 r.)

Grupa III – Doświadczenie chemiczne: „Otrzymywanie estru – octanu etylu”.

**Szkło i sprzęt laboratoryjny:** palnik, zapalniczka/zapalniczka, probówki, statyw do probówek, zlewki, trójnóg, siatka metalowa, probówki.

**Odczynniki chemiczne:** woda, kwas siarkowy(VI), etanol, kwas octowy.

### **Instrukcja wykonania:**

- Przygotuj łaźnię wodną.
- Umieść w probówce ok. 2 cm<sup>3</sup> roztworu kwasu octowego, a następnie dodaj tyle samo etanolu.
- Do mieszaniny dodaj kilka kropel kwasu siarkowego(VI).
- Probówkę umieść w łaźni wodnej.

- Obserwuj zmiany, sprawdź zapach ulatniający się z próbki.

3. Karty charakterystyk substancji chemicznych.

4. Karta pracy ucznia:

Plik o rozmiarze 64.93 KB w języku polskim