



Czy tylko kwasy karboksylowe tworzą estry?

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



Czy tylko kwasy karboksylowe tworzą estry?

Kwasy nieorganiczne również tworzą estry. Najbardziej znanym jest nitrogliceryna. Stosuje się ją do produkcji dynamitu, a także jako lek naskórowy.

Źródło: James Heilman, dostępny w internecie: commons.wikimedia.org, licencja: CC BY-SA 3.0.

Czy obito Ci się o uszy na temat nitrogliceryny? Jest to substancja silnie wybuchowa. Została po raz pierwszy otrzymana w 1847 roku przez włoskiego chemika Ascania Sobrero, a stała się popularna dzięki wynalazkom Alfreda Nobla. Wynalezienie dynamitu i żelatyny wybuchowej, czyli mieszaniny nitrogliceryny i azotanu(V) celulozy, zmieniło zarówno przemysł wydobywczy, jak i oblicze wojny. Nitrogliceryna znalazła także zastosowanie w kardiologii jako lek w chorobach układu krążenia. Powoduje gwałtowny rozkurcz mięśni gładkich, które budują naczynia krwionośne. Czy wiesz, że nitrogliceryna jest estrem, mimo że w jej produkcji nie został zastosowany kwas organiczny?

Twoje cele

- Opiszysz rodzaje estrów kwasów nieorganicznych.
- Zapiszesz wzory ogólne wybranych estrów kwasów nieorganicznych.
- Napiszesz równania reakcji otrzymywania wybranych estrów kwasów nieorganicznych.
- Nazwiesz produkty reakcji otrzymywania wybranych estrów kwasów nieorganicznych.

Przeczytaj

Estry kwasów nieorganicznych

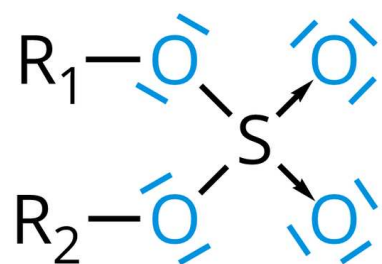
Estrami kwasów nieorganicznych nazywamy związki powstające w wyniku reakcji alkoholi i kwasów nieorganicznych. Przykładami kwasów, które wchodzą w skład estrów, są:

- kwas siarkowy(VI),
- kwas azotowy(V),
- kwas ortofosforowy(V),
- kwas borowy.

W zależności od ilości atomów wodoru, wchodzących w skład cząsteczki kwasu, kwas może reagować z jedną, dwoma lub trzema cząsteczkami alkoholu.

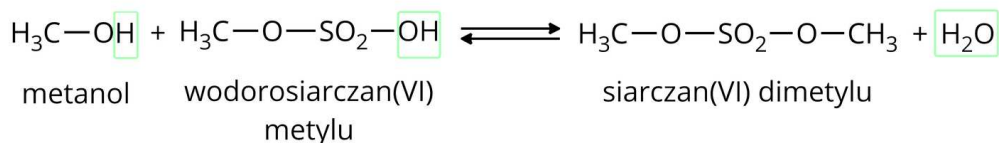
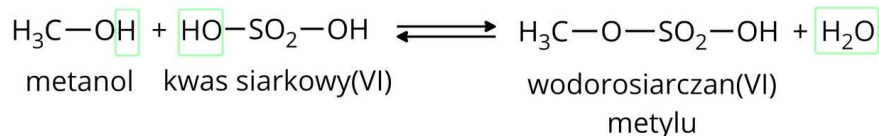
Estry kwasu siarkowego(VI)

Wzór ogólny estrów kwasu siarkowego(VI):



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

Przykładowa reakcja otrzymywania estru kwasu siarkowego(VI):



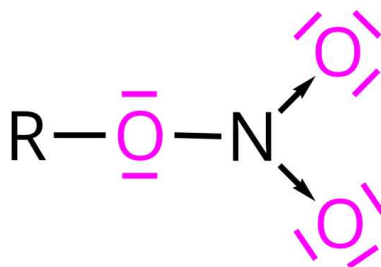
Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Uwaga!

Wodorosiarczany(VI) i siarczany(VI) alkilowe (metylowy i etylowy) są silnymi truciznami.

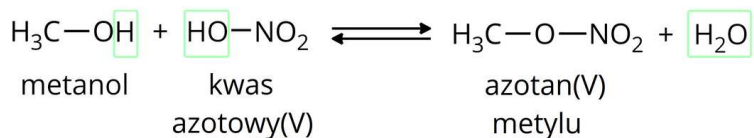
Estry kwasu azotowego(V)

Wzór ogólny estrów kwasu azotowego(V):



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

Przykładowa reakcja otrzymywania estru kwasu azotowego(V):



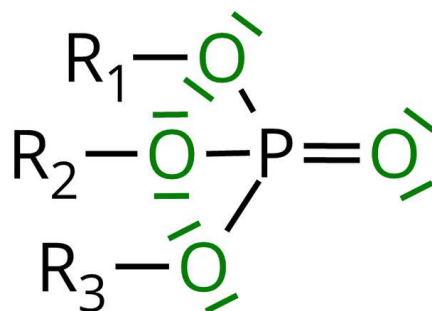
Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Uwaga!

Opary azotanu(V) metylu są skrajnie łatwopalne i silnie wybuchowe. Opary lub kontakt cieczy ze skórą skutkuje szybkim spadkiem ciśnienia krwi i dotkliwym bólem głowy.

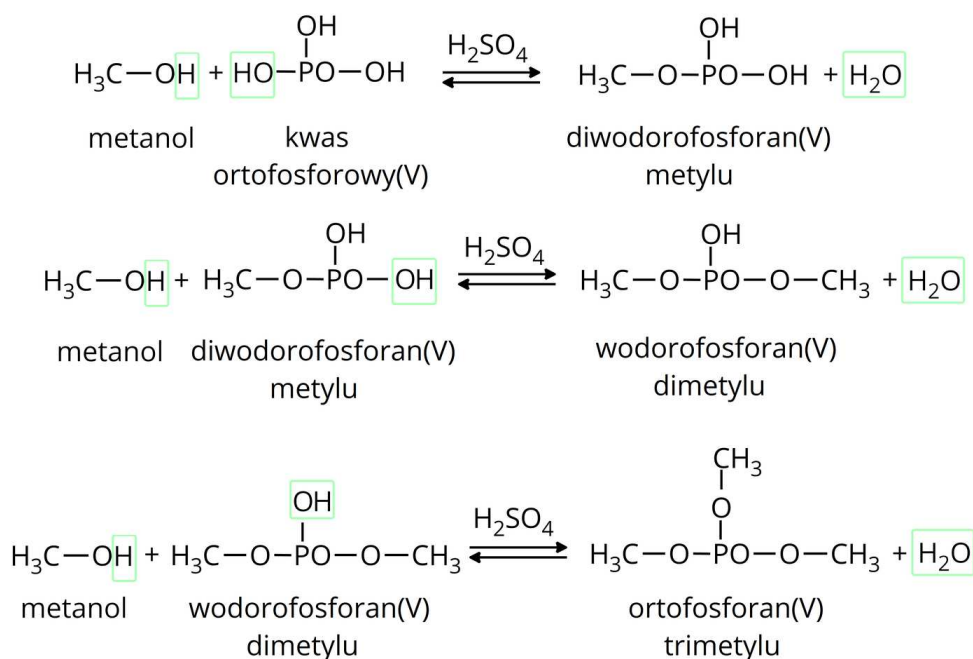
Estry kwasu ortofosforowego(V)

Wzór ogólny estrów kwasu fosforowego(V):



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

Przykładowa reakcja otrzymywania estru kwasu ortofosforowego(V):



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

Uwaga!

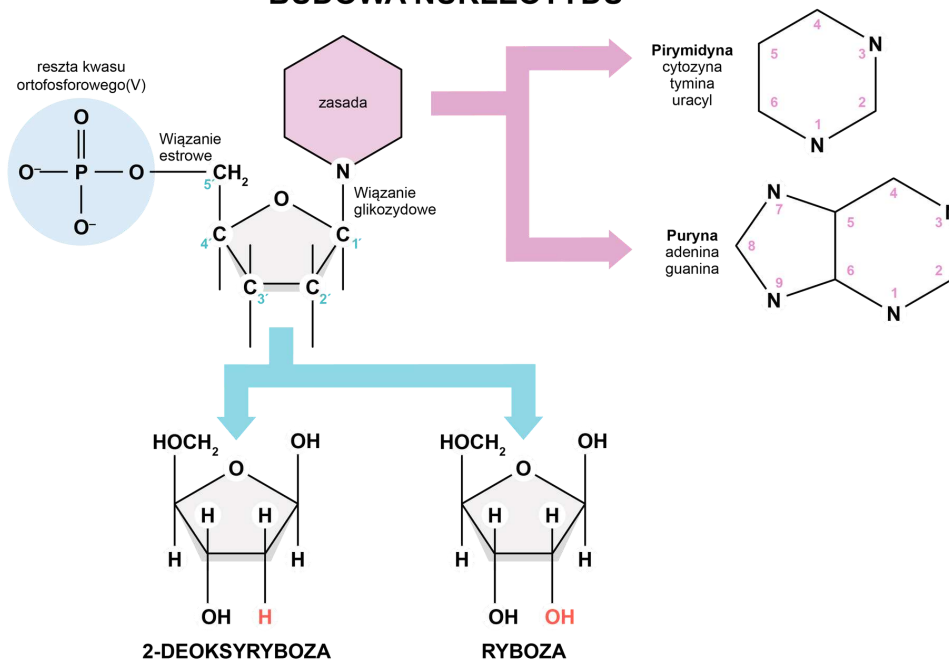
Proste fosforany organiczne wykazują często silne właściwości toksyczne.

Ciekawostka

Estry kwasu ortofosforowego(V) to jednocześnie istotne związki biologiczne. Przykładem jest kwas deoksyrybonukleinowy DNA. W jego nukleotydzie wiązanie estrowe znajduje się pomiędzy resztą kwasu ortofosforowego(V) a cukrem, zwanym 2-deoksyrybozą.

Natomiast w kwasie rybonukleinowym RNA wiązanie estrowe jest pomiędzy resztą kwasu ortofosforowego(V) a cukrem, zwanym rybozą.

BUDOWA NUKLEOTYDU

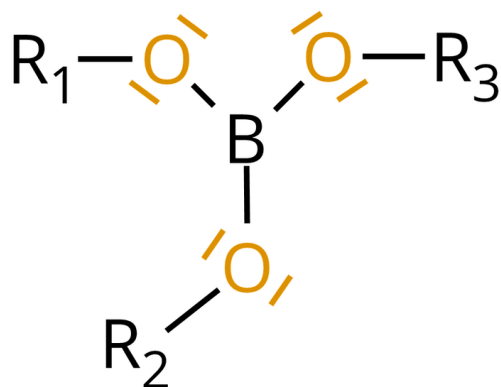


Schemat przedstawia budowę nukleotydu – monomeru, będącego składową polimerowych cząsteczek DNA i RNA.

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

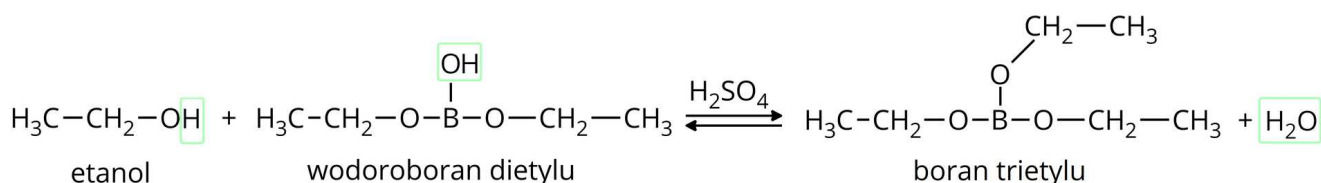
Estry kwasu borowego

Wzór ogólny estrów kwasu borowego:



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

Przykładowa reakcja otrzymywania estru kwasu borowego:



Estry kwasów nieorganicznych występują w organizmach żywych. Znalazły również zastosowanie w przemyśle. Ten najbardziej znany jest wykorzystywany do produkcji **dynamitu** – mowa tu o triazotan(V)-propano-1,2,3-triolu, potocznie nazywanym

nitrogliceryną. Z jednej strony może uratować komuś życie, a z drugiej je odebrać. Ważna jest nasza świadomość dotycząca właściwości poszczególnych związków chemicznych i ich mądrego wykorzystania.

Słownik

dynamit

rodzaj materiału wybuchowego, wynaleziony przez Alfreda Nobla; zgłoszony do urzędu patentowego i opatentowany w 1867 roku; w wersji opatentowanej zawierał 75% triazotanu(V)-propano-1,2,3-triolu oraz 25% ziemi okrzemkowej

estry

grupa organicznych związków chemicznych, będących produktami kondensacji kwasów (karboksylowych lub nieorganicznych) i alkoholi lub fenoli; charakteryzują się występowaniem grupy estrowej — COO—

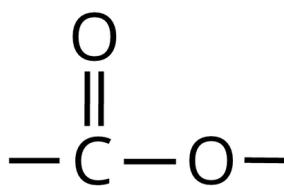
estryfikacja

reakcja chemiczna, w której powstają estry; przykłady niektórych sposobów otrzymywania estrów:

- przez substytucję nukleofilową chlorków lub bezwodników kwasowych alkoholami
- przez substytucję nukleofilową kwasów karboksylowych alkoholami (katalizator kwas nieorganiczny)

grupa estrowa

grupa funkcyjna, charakterystyczna dla organicznych związków chemicznych, zwanych estrami — COO—



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

hydroliza

reakcja zachodząca pomiędzy substancją rozpuszczoną a rozpuszczalnikiem (w tym przypadku wodą); ulegają jej związki organiczne i nieorganiczne

Bibliografia

Berg J., Stryer L., Tymoczko J. L., *Biochemia*, Warszawa 2005.

Ćwiczenia z biochemii, praca zbiorowa pod red. L. Kłyszejko-Stefanowicz, Warszawa 2003.

Driver P. S., Jarvi E. J., Grater P. L., *Stability of nitroglycerin as nitroglycerin concentrate for injection :d in plastic syringes*, „Am. J. Health Syst. Pharm.” 1993, s. 50-2563.

EPA Method 8330B (SW-846): Nitroaromathics, Nitramines, and Nitrate Estersby High Performance Liquid Chromatography (HPLC) [w:] United States Environmental Protection Agency 2006.

Maranda A., i in., *Podstawy chemii materiałów wybuchowych*, Warszawa 1997.

Korzun M., *1000 słów o materiałach wybuchowych i wybuchu*, Warszawa 1986, s. 73.

Kowalska J., *Triazotan(V)-propano-1,2,3-triylu. Zastosowanie chromatografii gazowej z detektorem wychwyty elektronów w analizie próbek powietrza*, „Podstawy i Metody Oceny Środowiska Pracy”, 2013, t. 78, nr 4, s. 135-148.

Kączkowski J, *Podstawy biochemii*, Warszawa 2005.

Praktikum z biochemii, praca zbiorowa pod red. A. Dubina i B. Turyny, Kraków 1999.

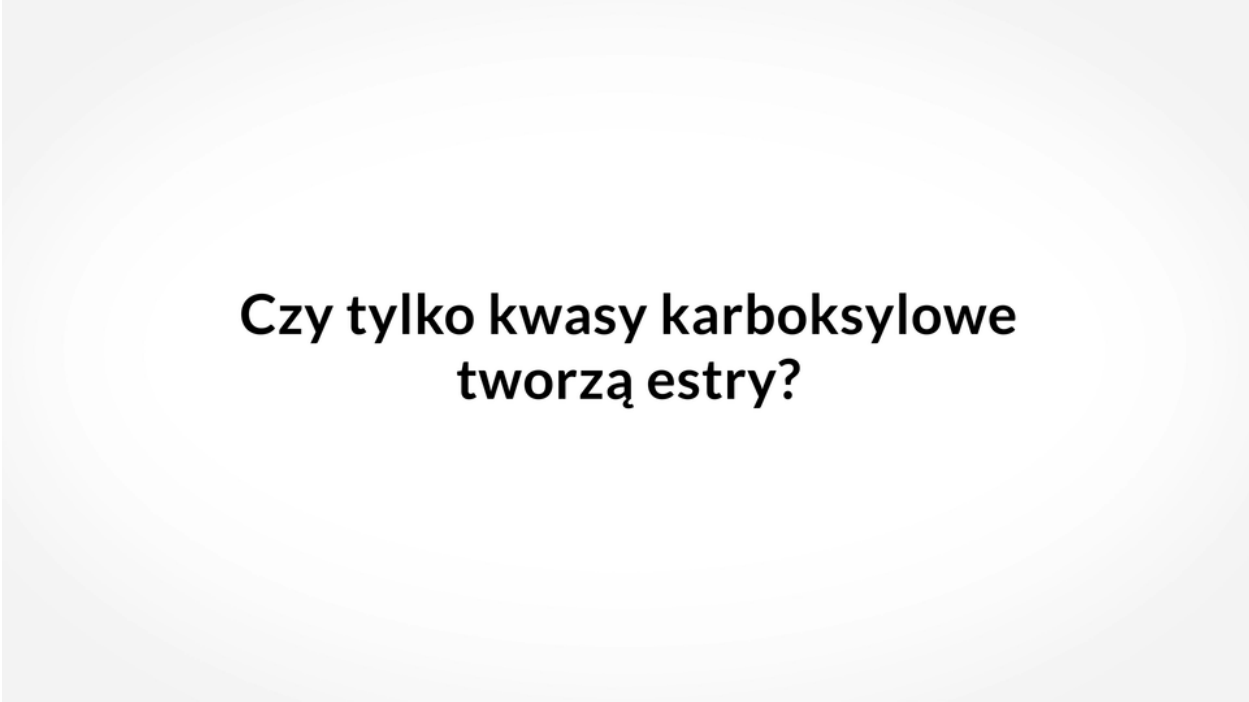
Biochemia. Kwasy nukleinowe. Izolacja oraz badanie właściwości fizycznych i chemicznych. Ćwiczenie 10. Kwas deoksyrybonukleinowy (DNA). Ćwiczenie 11. Kwas rubonukleinowy (RNA),

online: https://cbimo.zut.edu.pl/fileadmin/pliki/cbimo/grafika/Kwasy_nukleinowe.pdf,
dostęp: 05.07.2021.

Film samouczek

Polecenie 1

Jak sądzisz, czy do utworzenia estrów niezbędne są kwasy karboksylowe? Zapoznaj się z filmem samouczkiem, a następnie wykonaj ćwiczenia sprawdzające.



Czy tylko kwasy karboksylowe tworzą estry?

Film dostępny pod adresem </preview/resource/R1SjcUoWc7gjD>

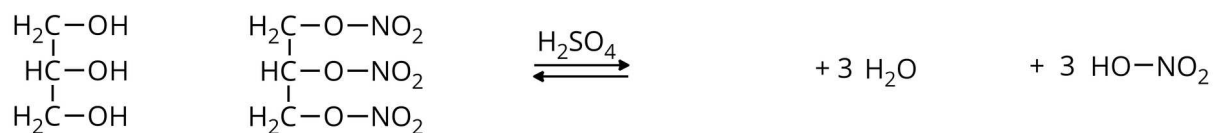
Film samouczek pt. *Czy tylko kwasy karboksylowe tworzą estry?*

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

Film samouczek dotyczy zagadnienia powstawania estrów niebędących pochodnymi kwasów karboksylowych. Omówiona została reakcja estryfikacji, a następnie przedstawiono równania reakcji estryfikacji alkoholi monohydroksylowych z wybranymi kwasami nieorganicznymi, a następnie reakcję gliceryny z kwasem azotowym (HNO_3). Omówiono pokrótce zastosowanie nitrogliceryny, a także budowę kwasu deoksyrybonukleinowego ze wskazaniem na elementy estrów w budowie.

Ćwiczenie 1

Z podanych elementów ułóż równanie reakcji, w którym można otrzymać triazotan(V) propano-1,2,3-triolu.

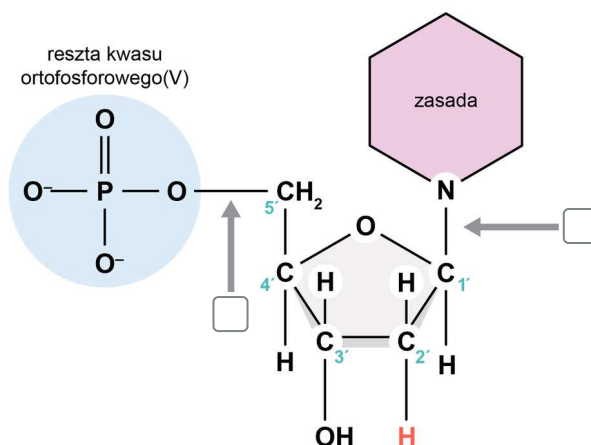


Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Ćwiczenie 2

Zaznacz, gdzie w nukleotydzie występuje wiązanie estrowe.

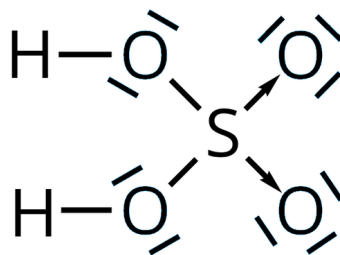
BUDOWA NUKLEOTYDU



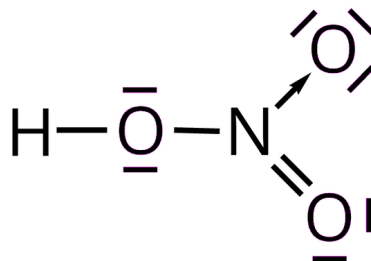
Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Ćwiczenie 3

Na podstawie wzorów strukturalnych kwasów nieorganicznych, napisz wzór ogólny estru tego kwasu.



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



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

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Estrami kwasów nieorganicznych nazywamy związki powstające w wyniku reakcji alkoholi i kwasów nieorganicznych. Zaznacz prawidłową odpowiedź dotyczącą tej grupy związków.

- ☐ Siarczan(VI) dimetylu powstaje w wyniku reakcji metanolu z kwasem siarkowym(VI).
- ☐ W zależności od ilości atomów wodoru, wchodzących w skład cząsteczki kwasu, kwas może reagować z jedną, dwoma lub trzema cząsteczkami alkoholu.
- ☐ Przykładem estru kwasu nieorganicznego jest ester kwasu siarkowego(VI) jakim jest wodorosiarczan(VI) metylu

Ćwiczenie 2



Uzupełnij tekst wybierając prawidłowe określenie.

Triazotan(V)-propano-1,2,3-triol, czyli triazotan(V) glicerolu, , jest to ciecz, która charakteryzuje się , piekącym smakiem. Nie występuje naturalnie w środowisku. Stosowana jest jako . Związek ten jest bardzo wrażliwy na uderzenia i wstrząsy. Ulega i rozkładowi termicznemu.

oleista

hydrolizie

materiał wybuchowy

materiał wzmacniający

słonawym

wodnista

TNG

słodkawym

TPG

Ćwiczenie 3

Podaj nazwy wszystkich substratów i produktów w poniższym równaniu reakcji.



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

Ćwiczenie 4



Napisz równanie reakcji otrzymywania siarczanu(VI) difenyłu.

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 5



Napisz równanie reakcji estryfikacji, w której substratami są etanol i kwas fosforowy(V). Załóż, że proces zachodzi jednoetapowo i w stosunku stechiometrycznym alkohol:kwas równym 3 : 1.

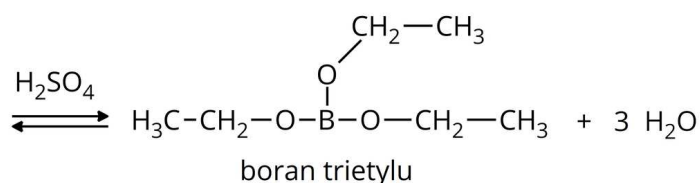
Równanie reakcji zapisz w zeszycie do lekcji chemii, zrób zdjęcie, a następnie umieść je w wyznaczonym polu.

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 6



Uzupełnij substraty reakcji estryfikacji kwasu nieorganicznego.



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

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 7



Estry kwasów nieorganicznych mogą ulegać reakcji hydrolizy w środowisku kwasowym. Zapisz równanie takiej reakcji dla siarczanu(VI) dimetylu.

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 8



Estry kwasów nieorganicznych mogą ulegać reakcji hydrolizy w środowisku zasadowym. Zapisz równanie takiej reakcji dla azotanu(V) etylu.

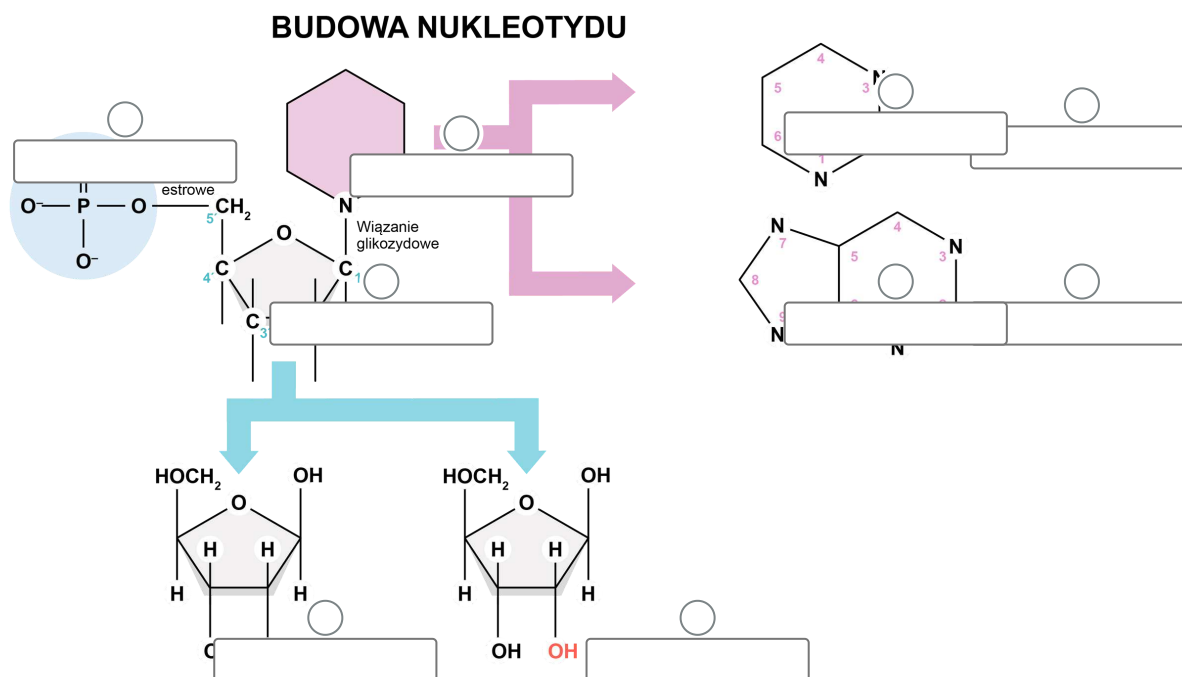
Równanie reakcji zapisz w zeszycie do lekcji chemii, zrób zdjęcie, a następnie umieść je w wyznaczonym polu.

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 9



Estry kwasów nieorganicznych są związkami istotnymi biologicznie. Przykładem może być DNA. Opisz schemat budowy nukleotydu, przeciągając odpowiednie elementy.



adenina, guanina

cytozyna, tymina, uracyl

reszta kwasu fosforowego(V)

zasada

2-deoksyryboza

ryboza

puryna

cukier

pirymidyna

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

Ćwiczenie 10



Napisz równanie reakcji estryfikacji, w której substratami są metanol i kwas ortofosforowy(V). Pamiętaj o zapisaniu wszystkich etapów reakcji. Nazwij wszystkie substraty i produkty.

Równanie reakcji zapisz w zeszyte do lekcji chemii, zrób zdjęcie, a następnie umieść je w wyznaczonym polu.

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Dla nauczyciela

Scenariusz zajęć

Autor: Danuta Jyż-Kuroś

Przedmiot: chemia

Temat: Czy tylko kwasy karboksylowe tworzą estry?

Grupa docelowa: III etap edukacyjny, 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:

1) opisuje strukturę cząsteczek estrów i wiązania estrowego.

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 w zakresie wielojęzyczności;
- kompetencje matematyczne oraz kompetencje w zakresie nauk przyrodniczych, technologii i inżynierii;
- kompetencje cyfrowe.

Cele operacyjne:

Uczeń:

- wymienia przykłady estrów kwasów nieorganicznych;
- rysuje wzory ogólne wybranych estrów kwasów nieorganicznych;
- pisze reakcje otrzymywania wybranych estrów kwasów nieorganicznych;
- nazywa produkty reakcji otrzymywania wybranych estrów kwasów nieorganicznych.

Strategie nauczania:

- konstruktywizm.

Metody i techniki nauczania:

- metoda rozwiązywania problemów.

Formy pracy:

- praca w grupach.

Środki dydaktyczne:

- komputery z głośnikami i dostępem do Internetu;
- słuchawki;
- zasoby multimedialne zawarte w e-materiale;
- tablica interaktywna/tablica, pisak/kreda;
- materiały służące do tworzenia puzzli chemicznych (nożyczki, mazaki/markery, kartki).

Przed lekcją:

1. Nauczyciel prosi uczniów o podzielenie się na zespoły i zapoznanie się z blokiem tekstowym do omawianego tematu. Każdy zespół ma przynieść na lekcję nożyczki, mazaki/markery, kartki. Nauczyciel informuje, że materiały przyniesione będą wykorzystane do przygotowania puzzli chemicznych, które mają być estetyczne i czytelne.

Przebieg zajęć:

Faza wstępna:

1. Zaciekawienie i dyskusja. Nauczyciel zadaje pytania: Czym jest dynamit? Gdzie znalazł zastosowanie? Jak zbudowana jest nitrogliceryna?
2. Rozpoznanie wiedzy wyjściowej uczniów. Uczniowie wyjaśniają pojęcie estrów.
3. Ustalenie celów lekcji. Nauczyciel podaje temat zajęć i wspólnie z uczniami ustala cele lekcji, które uczniowie zapisują na kartkach i gromadzą w portfolio.

Faza realizacyjna:

1. Nauczyciel prosi wszystkich uczniów o uważne obejrzenie filmu edukacyjnego z medium bazowego.
2. Nauczyciel informuje, że będą poszukiwać rozwiązania problemu na temat „Jak można przedstawić mechanizm wzory estrów kwasów nieorganicznych, wyprowadzając je od wzorów tych kwasów?”.
3. Nauczyciel informuje, że uczniowie będą pracowali metodą rozwiązywania problemów i w swojej pracy powinni uwzględnić trzy etapy pracy. W czasie pracy mogą korzystać

z e-materiału:

- Diagnoza problemu: jak należy przedstawić wzór strukturalny kwasu nieorganicznego, aby można było przekształcić go we wzór ogólny estrów tego kwasu?
- Poszukiwanie rozwiązania problemu: jak można przedstawić graficznie wzory estrów kwasów nieorganicznych? Jakie puzzle chemiczne trzeba przygotować, aby przedstawić oba wzory (kwasu i wywodzącego się od niego estru)?
- Wybór rozwiązania: jaki powinien być rozmiar wykonanych elementów? Jaki zapis jest poprawny merytorycznie? Przygotowanie chemicznych puzzli.

4. Czas pracy nad puzzlami 20 minut. Zasady tworzenia puzzli:

- mają zawierać wszystkie elementy potrzebne do tworzenia zarówno wzorów kwasów, jak i wzorów estrów tych kwasów;
- mają zawierać poprawny zapis chemiczny wszystkich cząsteczek;
- mają być funkcjonalne, estetyczne i czytelne;
- powinny być dobrym narzędziem do powtarzania tego zagadnienia (puzzle chemiczne można układać wielokrotnie i utralać materiał);
- powinny być samosprawdzające się (np. kształt puzzli determinuje położenie tylko jeden prawidłowy sposób).

5. Po przygotowaniu puzzli przez poszczególne grupy, każda prezentuje wynik swojej pracy przez maks. trzy minuty. Przedstawia analizę zalet i wad swojego rozwiązania. W czasie pracy grup, nauczyciel monitoruje postęp pracy, pomaga rozwiązać problemy merytoryczne i techniczne, zwraca uwagę na funkcjonalność, estetykę i czytelność wykonania puzzli chemicznych. Jeśli grupa zakończy pracę przed innymi, zaleca skorzystanie z zadań do medium bazowego w celu utrwalenia wiadomości i umiejętności. Natomiast w czasie prezentacji wyników pracy, dba o poprawność merytoryczną i podkreśla zalety każdego rozwiązania.

Faza podsumowująca:

1. Uczniowie wykonują zadania dołączone do tematu jako formę utrwalenia wiadomości i umiejętności z lekcji.

Praca domowa:

Nauczyciel prosi uczniów o przygotowanie informacji dotyczących jednego estru kwasów nieorganicznych będącego związkiem istotnym biologicznie.

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;
- na lekcji powtórzeniowej jako wstęp teoretyczny przed rozwiązywaniem zadań dotyczących tematów;
- na lekcjach biologii dotyczących kwasów nukleinowych.

Materiały pomocnicze:

Materiały dla osób szczególnie zainteresowanych tematem:

- <http://cybra.lodz.pl/Content/1250/Zadania%20i%20cwiczenia%20z%20chemii%20organicznej.pdf>
- <http://bcpw.bg.pw.edu.pl/Content/6230/dbcho.pdf>