




W jaki sposób z tłuszczu otrzymać kwasy tłuszczowe lub mydło?

- [Wprowadzenie](#)
- [Przeczytaj](#)
- [Wirtualne laboratorium - I](#)
- [Sprawdź się](#)
- [Dla nauczyciela](#)



W jaki sposób z tłuszczu otrzymać kwasy tłuszczowe lub mydło?

Czy wiesz, że najstarsze przesłanki o mydle pochodzą z 600 r. p.n.e? A produkt gotującego się koziego tłuszczu, z ekstraktem popiołu drzewnego, to pierwsze mydło przygotowane przez członków plemion germańskich?

Źródło: dostępny w internecie: pixabay.com, domena publiczna.

Wyrób mydła, czyli, mówiąc językiem naukowym, hydroliza tłuszczów, jest jedną z najstarszych syntez chemicznych. W istocie jest to ta sama reakcja, która jest obecnie prowadzona w nowoczesnych wytwórniach mydła na skalę przemysłową. W zależności od środowiska reakcji, w wyniku procesu hydrolizy tłuszczów (glicerydów) otrzymamy kwasy tłuszczowe lub ich sole, czyli właśnie mydła. Za chwilę dowiesz się jeszcze więcej.

Twoje cele

- Wyjaśnisz, na czym polega proces hydrolizy tłuszczów w środowisku kwasowym, a na czym w środowisku zasadowym.
- Zapiszesz i uzgodnisz odpowiednie równania reakcji obu procesów.
- Poprawnie wykonasz doświadczenia chemiczne dotyczące hydrolizy tłuszczów.

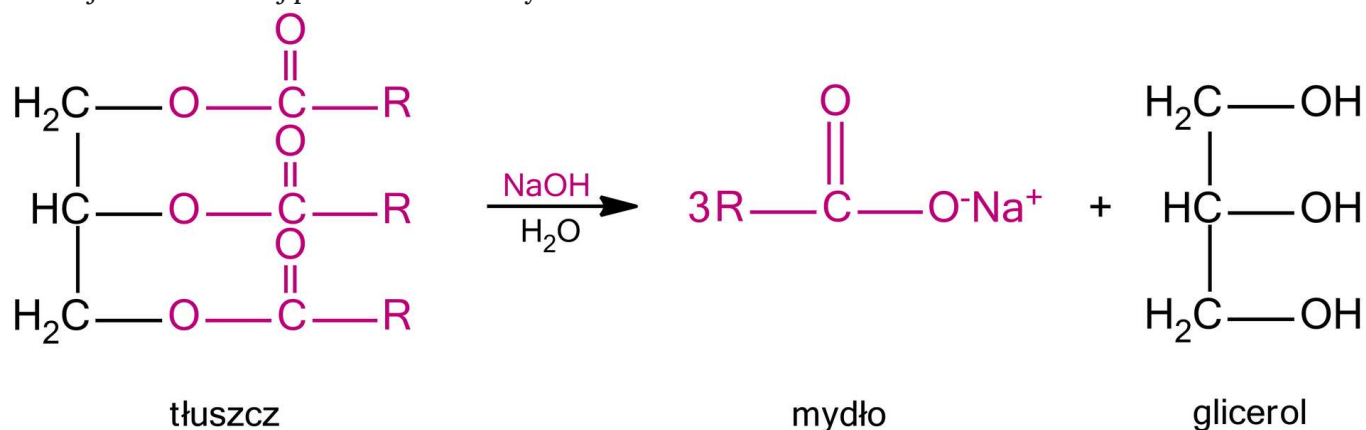
Przeczytaj

Charakterystyka i właściwości tłuszczów

Tłuszcze należą do grupy estrów, dlatego, tak jak pozostałe estry, ulegają procesom hydrolizy w odpowiednich warunkach. Są to reakcje hydrolizy zasadowej oraz hydrolizy kwasowej. Przyjrzyjmy się więc, czym się różnią oba procesy.

Hydroliza w środowisku zasadowym

W reakcji zmydlania, czyli zasadowej hydrolizy tłuszczów, powstaje [glicerol](#) (propano-1,2,3-triol) oraz sole kwasów tłuszczowych, z których reszt kwasowych zbudowany jest wyjściowy tłuszcz. Spójrzmy, jak właściwie wygląda schematyczne równanie reakcji chemicznej powstawania mydła:



R - łańcuch alifatyczny C₁₁-C₁₉

Hydroliza w środowisku zasadowym

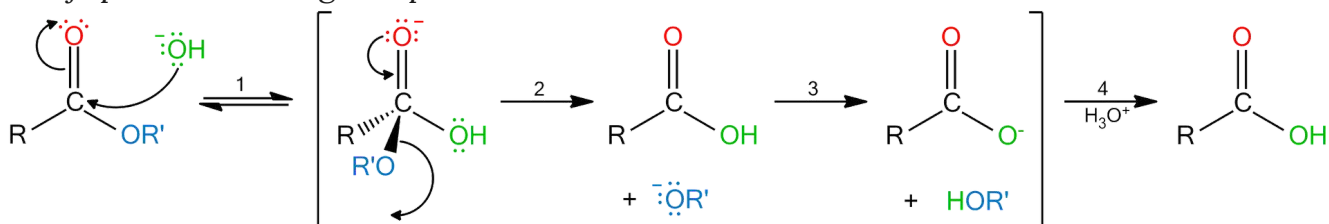
Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Mydła to nic innego jak właśnie sole sodowe lub potasowe wyższych kwasów karboksylowych (tłuszczowych). Zwykle znane Ci mydło jest najczęściej mieszaniną soli sodowych wyższych kwasów tłuszczowych, ponieważ tłuszcz, z którego to mydło powstaje, również jest mieszaniną.

Dla zainteresowanych

Hydroliza zasadowa tłuszczu przebiega wg mechanizmu substytucji nukleofilowej, tak jak typowa hydroliza estru. Dla przejrzystości poniższego schematu, pokazano tylko jedno ugrupowanie estrowe, ale dla dwóch pozostałych grup estrowych w cząsteczce tłuszczu

mechanizm przebiega w ten sam sposób. Spójrzmy zatem na schemat i przeanalizujemy, co dzieje podczas każdego etapu.

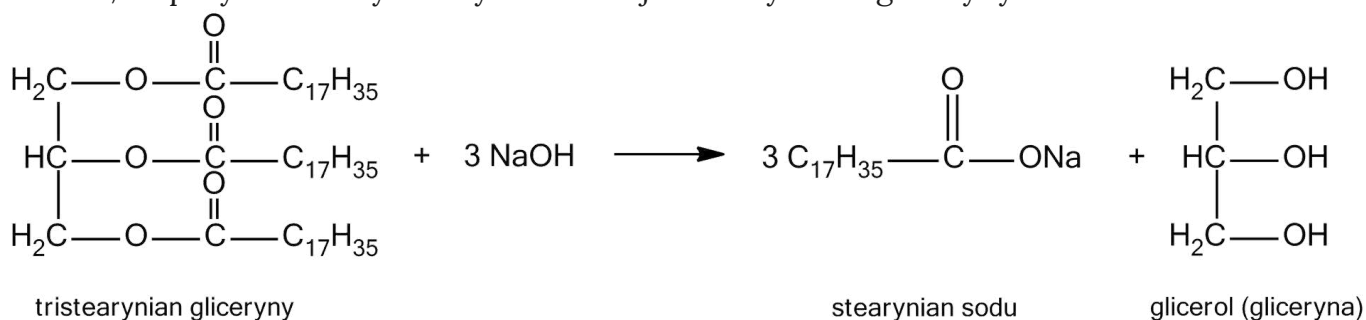


Schemat mechanizmu substytucji nukleofilowej

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

Nukleofilem jest anion wodorotlenkowy, który przyłącza się do atomu węgla grupy karbonylowej tłuszczu w pierwszym etapie. Zauważ przy tym, że kształt cząsteczki jest trygonalny – hybrydyzacja sp^2 . Po addycji nukleofilowej jonu wodorotlenkowego powstaje typowy, tetraedyczny (hybrydyzacja sp^3) produkt pośredni. W czasie drugiego etapu następuje odszczepienie jonu – OR' (jonu alkoksylogowego) i powstaje kwas karboksylowy, który ulega deprotonacji w trzecim etapie, tworząc anion karboksylanowy. Zwróć uwagę – jon alkoksylogowy ulega protonowaniu przez oderwanie kwasowego protonu z powstałego kwasu karboksylowego. W czwartym etapie następuje protonowanie jonu karboksylanowego przez dodanie wodnego roztworu kwasu nieorganicznego (np. HCl) lub przyłącza się jon Na^+ .

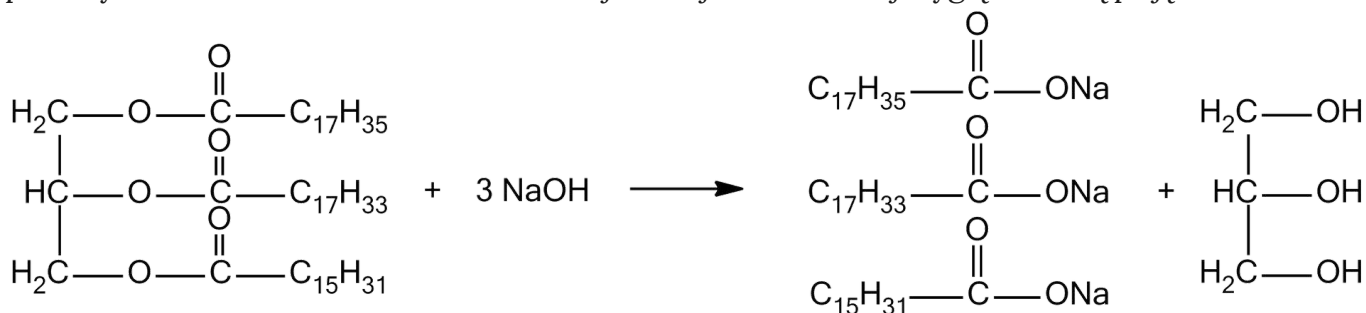
A teraz, na przykładzie hydrolizy zasadowej tristearyanianu gliceryny:



Hydroliza tristearyanianu gliceryny w środowisku zasadowym

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

W przypadku, gdy grupy R nie są identyczne, możliwe jest również otrzymanie mieszaniny soli kwasów tłuszczowych. W tym przykładzie są to: stearynian sodu, oleinian sodu oraz palmitynian sodu. Wówczas równanie tej reakcji chemicznej wygląda następująco:



Otrzymywanie mieszaniny soli kwasów tłuszczowych

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

Ciekawostka

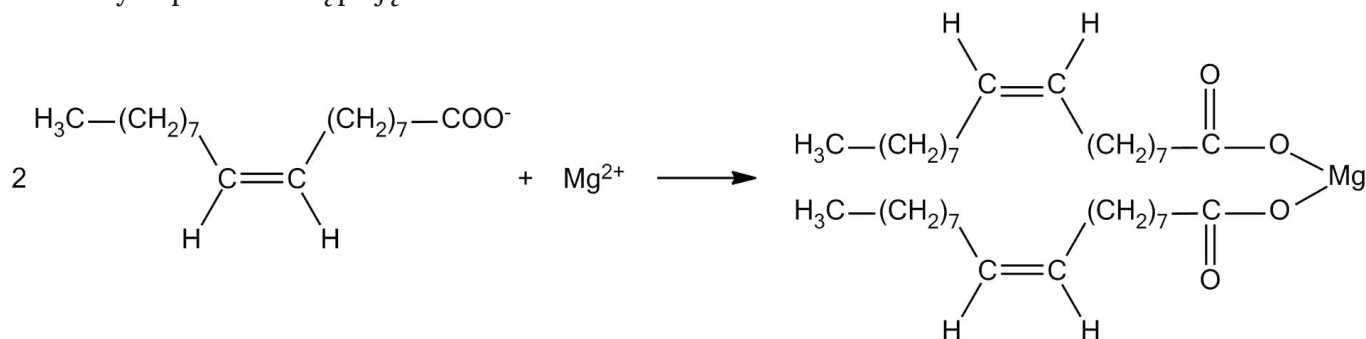
Do niedawna jedyną metodą otrzymywania glicerolu i kwasów tłuszczowych było zmydlanie tłuszczów. Obecnie są one produkowane w wyniku obróbki ropy naftowej. Dzięki temu, do procesu zmydlania używa się tylko takich tłuszczów, które nie nadają się do innych celów.

Czy można przygotować właściwy roztwór mydła?

Zauważ, że otrzymywane sole posiadają długie **łańcuchy alifatyczne**, które stanowią część hydrofobową („bojącą się wody”), czyli niepolarną. Z drugiej strony posiadają również polarny koniec jonowy – $\text{COO}^- \text{Na}^+$, czyli hydrofilowy („lubiący wodę”). Zatem nie można mówić o właściwym roztworze mydła. W rzeczywistości mydło jest rozproszone w wodzie w postaci kulistych tworów, czyli miceli.

Czy można otrzymać mydło z twardej wody

Na pewno ze szkoły, jak i życia codziennego znasz pojęcie tzw. twardej wody. Jest bogata w sole wapniowe i magnezowe, które, reagując z mydłem, tworzą nierozpuszczalne sole wapniowe i magnezowe wyższych kwasów karboksylowych. To one są odpowiedzialne za brudny pierścień w wannie czy zszarzałą białą odzież. Równanie takiej reakcji chemicznej możemy zapisać następująco:

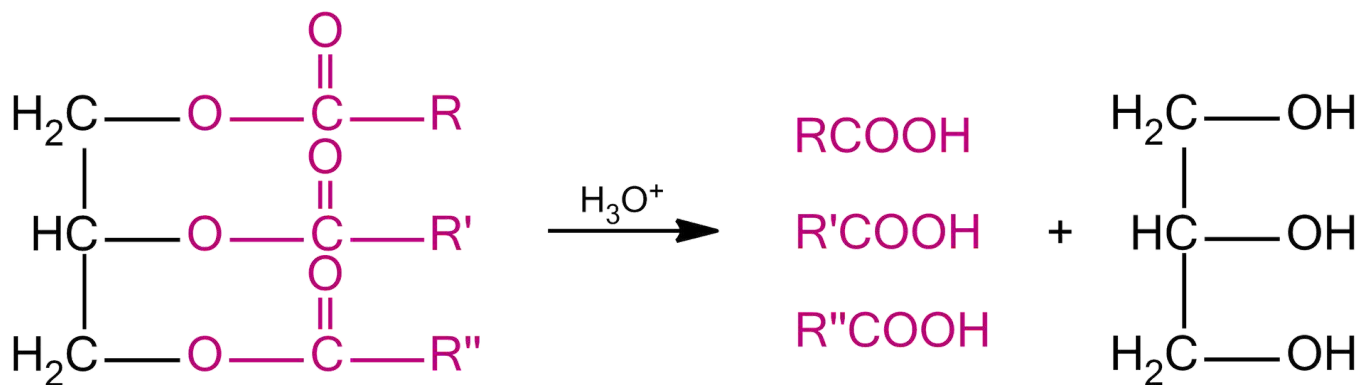


Twarda woda, reagując z mydłem, tworzy m.in. nierozpuszczalne sole magnezowe wyższych kwasów karboksylowych.

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

Jak za pomocą hydrolizy w środowisku kwasowym otrzymać kwasy tłuszczowe?

Aby otrzymać kwas tłuszczowy należy przeprowadzić hydrolizę tłuszczu pod wpływem wody w środowisku kwasowym. Podobnie jak w procesie zmydlania, tutaj również otrzymujemy glicerol, ale drugim produktem nie są sole kwasu tłuszczowego, lecz same kwasy tłuszczowe, składające się z reszt kwasowych, które tworzyły tłuszcz wyjściowy.

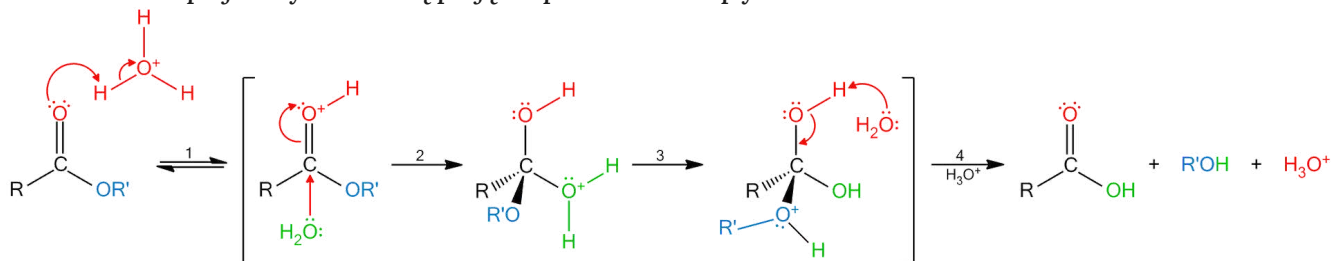


Hydroliza tłuszczu pod wpływem wody w środowisku kwasowym

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

Dla zainteresowanych

Hydroliza estrów (w tym tłuszczów) w warunkach kwasowych przebiega wg poniższego schematu. Spójrzmy na następujące po sobie etapy.

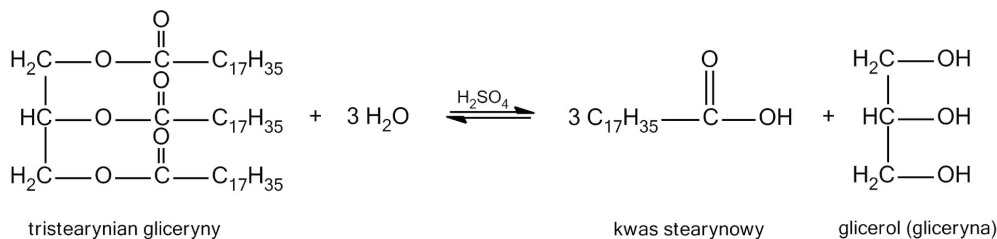


Schemat hydrolizy estrów(w tym tłuszczów) w warunkach kwasowych

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

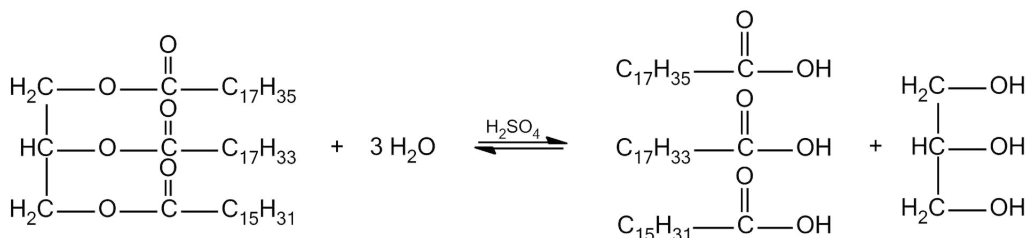
Cząsteczka estru zostaje najpierw aktywowana przez protonowanie karbonyłowego atomu tlenu w pierwszym etapie, dzięki czemu w drugim etapie następuje addycja nukleofilowa cząsteczki wody. Wówczas tworzy się tetraedryczny produkt pośredni i w trzecim etapie następuje przeniesienie protonu. Eliminacja cząsteczki alkoholu w czwartym etapie prowadzi do produktu końcowego, czyli kwasu karboksylowego. Wykorzystany na początku reakcji katalizator kwasowy zostaje odtworzony.

W galerii poniżej przedstawiono konkretne przykłady.



Hydroliza tristearynianu gliceryny w środowisku zasadowym

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



Hydroliza α -stearyno- β -oleino- γ -palmitynianu gliceryny w środowisku kwasowym

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

Ciekawostka

Jeżeli w cząsteczce powstającego kwasu tłuszczowego obecne są wiązania podwójne, to zazwyczaj mają one geometrię cis.

Ciekawostka

Pamiętaj, że hydroliza tłuszczów zachodzi również w Twoim organizmie. Tłuszcze, przechodząc przez przewód pokarmowy człowieka i zwierząt, ulegają rozkładowi pod wpływem enzymów zwanych lipazami, w wyniku czego również otrzymujemy glicerol oraz kwasy tłuszczowe.

Słownik

glicerydy

x(gr. *glykerós* „słodki”; *eídos* „postać”) powszechnie znane jako tłuszcze. Są to estry powstałe w wyniku reakcji glicerolu i wyższych kwasów karboksylowych (nazywanych kwasami tłuszczowymi)

glicerol

(z łac. *glycerolum*), gliceryna, propano-1,2,3-triol; jest to najprostszy trwały alkohol trójwodorotlenowy

łańcuch alifatyczny

prosty lub rozgałęziony łańcuch węglowodorowy, w których atomy węgla nie tworzą struktur zamkniętych (pierścieni)

roztwór właściwy (rzeczywisty)

roztwór, w którym cząstki substancji rozpuszczonej mają rozmiary mniejsze od 1 nm (10^{-9} m).

Bibliografia

Danikiewicz W., *Część III. Chemia organiczna*, Wydawnictwo Oficyna Edukacyjna, Warszawa, 2009.

Kaznowski K., *CHEMIA Vademecum maturalne*, Wydawnictwo Oficyna Edukacyjna, Warszawa, 2016.

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

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

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

Wirtualne laboratorium – I

Laboratorium 1

Czy wiesz, jak otrzymać mydło, z którego korzystasz na co dzień? Przeprowadź doświadczenie w laboratorium chemicznym, a następnie zweryfikuj hipotezę, uzupełnij obserwacje, wyniki i wnioski. Spróbuj wykonać doświadczenie samodzielnie. Jeśli jednak będziesz mieć problemy, możesz skorzystać z instrukcji, która znajduje się pod znakiem zapytania w prawym górnym rogu.



Zasób interaktywny dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/DhVt090hu>

Analiza doświadczenia: Otrzymywanie kwasów tłuszczowych i mydła.

Problem badawczy: W jaki sposób z tłuszczu otrzymać mydło i kwasy tłuszczowe?

Hipoteza: Mydło można otrzymać w wyniku reakcji tłuszczu z wodnym roztworem wodorotlenku, a kwasy tłuszczowe w wyniku reakcji tłuszczu z mocnym kwasem.

Obserwacje:

Wyniki:

Wnioski:

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Dokończ definicję.

Proces zmydlania tłuszczów to inaczej:

Ćwiczenie 2



Połącz w pary pasujące do siebie terminy z ich definicjami.

Glicerol

Enzymy, pod których wpływem zachodzi hydroliza tłuszczów w przewodzie pokarmowym człowieka

Ogon hydrofobowy

Alkohol polihydroksylowy; składnik kremów do rąk

Lipazy

Estry glicerolu i wyższych kwasów karboksylowych

Mydło

Niepolarny łańcuch węglowodorowy

Tłuszcze

Sole sodowe lub potasowe wyższych kwasów karboksylowych

Ćwiczenie 3



Po kąpieli na powierzchni wanny pojawił się szarobiały osad. Narysuj wzór półstrukturalny przykładowego składnika takiego osadu. Następnie wyjaśnij ten proces, pisząc odpowiednie równanie reakcji w formie jonowej skróconej.

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 4



Zapisz wzór półstrukturalny tłuszczu, jeżeli wiesz, że w wyniku hydrolizy w środowisku kwasowym otrzymano glicerol, kwas oleinowy i stearynowy w stosunku molowym 1:2:1.

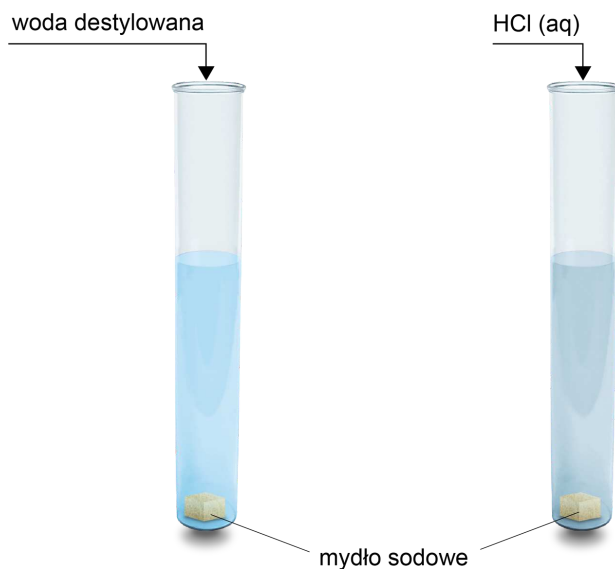
Odpowiedź zapisz w zeszycie do lekcji chemii, zrób zdjęcie, a następnie umieść je w wyznaczonym polu.

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 5



W dwóch probówkach znajdują się, identyczne co do wielkości, kawałki mydła sodowego. Do pierwszej dodano wodę destylowaną, a do drugiej roztwór kwasu solnego. Probówki zatkano korkiem i wytrząsano.



Schemat doświadczenia

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

Zapisz, jakie będą różnice w obserwacjach obu prób.

Ćwiczenie 6



Według jakiego mechanizmu przebiega hydroliza zasadowa tłuszczów?

- substytucja nukleofilowa
- żaden z powyższych
- eliminacja
- substytucja wolnorodnikowa
- substytucja elektrofilowa
- addycja nukleofilowa
- addycja elektrofilowa

Ćwiczenie 7



Przeprowadzono hydrolizę kwasową tłuszczu, składającego się z reszt nienasyconych kwasów tłuszczowych. W wyniku tej reakcji otrzymano 70,1 g ($3,01 \cdot 10^{23}$ cząsteczek) kwasu linolowego o wzorze $C_{17}H_{31}COOH$ oraz cząsteczki kwasu α -linolenowego o wzorze $C_{17}H_{29}COOH$. Przeprowadź odpowiednie obliczenia i ustal wzór wyjściowego tłuszczu.

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 8



Zapoznaj się z poniższym tekstem, a następnie rozwiąż zadanie.

10 g tłuszczu, składającego się z cząsteczek tristéarynianu glicerolu oraz tripalmitynianu glicerolu poddano reakcji hydrolizy kwasowej. W wyniku tej reakcji otrzymano w sumie 1,1 g glicerolu. Oblicz skład procentowy (w procentach masowych) mieszaniny produktów, zakładając 100% wydajność procesu. Wyniki zaokrąglaj do drugiego miejsca po przecinku.

$$M_{C_{57}H_{110}O_6} = 891,48 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$$M_{C_{18}H_{36}O_2} = 284,48 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$$M_{C_{51}H_{98}O_6} = 807,32 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$$M_{C_{16}H_{32}O_2} = 256,43 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$$M_{C_3H_8O_3} = 92,09 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Dla nauczyciela

Scenariusz zajęć

Autor: Daria Szeliga, Krzysztof Błaszczak

Przedmiot: Chemia

Temat: W jaki sposób z tłuszczu otrzymać kwasy tłuszczowe lub mydło?

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:

9) wyjaśnia, w jaki sposób z glicerydów otrzymuje się kwasy tłuszczowe lub mydła; pisze odpowiednie równania reakcji;

Zakres rozszerzony

XVII: Estry i tłuszcze. Uczeń:

10) wyjaśnia, w jaki sposób z glicerydów otrzymuje się kwasy tłuszczowe lub mydła; pisze odpowiednie równania reakcji;

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:

- przeprowadza doświadczenie chemiczne dotyczące hydrolizy tłuszczów;
- wyjaśnia, czym różni się proces hydrolizy tłuszczów w środowisku kwasowym a zasadowym;
- pisze odpowiednie równania reakcji obu procesów.

Strategia nauczania

- asocjacyjna;
- problemowa.

Metody i techniki nauczania:

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

Formy pracy

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

Środki dydaktyczne

- komputery z głośnikami i dostępem do internetu/smartfony, tablety;
- zasoby multimedialne zawarte w e-podręczniku;
- rzutnik multimedialny;
- aplikacja Mentimeter;
- tablica interaktywna/tablica i kreda;

Faza wstępna

1. Zaciekawienie i dyskusja. Nauczyciel pokazuje uczniom mydło i pyta uczniów czy wiedzą, jak otrzymać takie mydło, do jakich związków chemicznych można je zaliczyć, co jest właściwie istotą usuwania brudu za pomocą wody i mydła?
2. Rozpoznawanie wiedzy wyjściowej uczniów. Burza mózgów wokół terminu mydło. Nauczyciel może wykorzystać aplikację Mentimeter z wykorzystaniem tabletów/smartfonów.
3. Ustalenie celów lekcji. Nauczyciel podaje temat zajęć i wspólnie z uczniami ustala cele lekcji.
4. Zasady BHP. Nauczyciel zapoznaje uczniów z kartami charakterystyk substancji, jakie zostaną użyte w czasie lekcji.

Faza realizacyjna:

1. Analiza treści w e-materiale - hydroliza w środowisku zasadowym i kwasowym. Nauczyciel inicjuje dyskusję.
2. Eksperyment uczniowski - Reakcja zmydlania tłuszczu. Nauczyciel dzieli uczniów na grupy, rozdaje karty pracy, odpowiedni sprzęt i szkło laboratoryjne oraz odczynniki chemiczne. Uczniowie formułują problem badawczy i hipotezę, zapisują w kartach pracy, po czym przeprowadzają eksperyment, obserwują zmiany, wysnuwają wnioski - wszystko zapisują w kartach pracy. Zapisują również równania reakcji hydrolizy zasadowej i kwasowej, np. dla tristearynianu glicerolu. Nauczyciel monitoruje przebieg pracy uczniów, wyjaśnia wątpliwości.
3. Liderzy prezentują na forum efekty pracy grupowej. Nauczyciel weryfikuje wypowiedzi uczniów pod kątem merytorycznym.
4. Uczniowie w parach pracują z wykorzystaniem wirtualnego laboratorium. Nauczyciel wspiera uczniów, monitoruje ich pracę.

Faza podsumowująca:

1. Nauczyciel sprawdza wiedzę uczniów zadając przykładowe pytania: Co to jest mydło? Na czym polega zasadowa hydroliza tłuszczu? Jakie produkty otrzymamy podczas hydrolizy tłuszczu w środowisku kwasowym? Czy mydło z wodą tworzą roztwór właściwy?
2. Jako podsumowanie lekcji nauczyciel może wykorzystać zdania do uzupełnienia, które uczniowie również zamieszczają w swoim portfolio:
 - Przypomniałem/łam sobie, że...
 - Co było dla mnie łatwe...
 - Czego się nauczyłem/łam...
 - Co sprawiało mi trudność...

Praca domowa

Uczniowie wykonują zadania w e-materiale - sprawdź się.

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania multimedium:

Wirtualne laboratorium może być wykorzystanie przez uczniów podczas przygotowywania się do zajęć lub sprawdzianu.

Materiały pomocnicze:

1. Polecenia podsumowujące (nauczyciel przed lekcją zapisuje je na niewielkich kartkach):
2. Co to jest mydło? Na czym polega zasadowa hydroliza tłuszczu? Jakie produkty otrzymamy podczas hydrolizy tłuszczu w środowisku kwasowym? Czy mydło z wodą tworzą roztwór właściwy?

3. Instrukcja:

Do probówki zawierającej tłuszcz (masło, smalec) bardzo ostrożnie dodaj stężony roztwór wodorotlenku sodu. Probówkę z zawartością mieszaj i ogrzewaj w płomieniu palnika spirytusowego przez kilka minut, trzymając ostrożnie w łapie drewnianej. Po ostygnięciu sprawdź zapach, wygląd i rozpuszczalność w wodzie otrzymanej substancji. Zapisz wnioski i odpowiednie równanie reakcji w formie cząsteczkowej. Przy zapisie wzorów związków organicznych posługuj się wzorami półstrukturalnymi.

4. Sprzęt laboratoryjny i szkło:

- probówka + korek;
- łapa drewniana;
- palnik spirytusowy;
- łopata;
- statyw do probówek.

3. Odczynniki chemiczne:

- margaryna lub smalec;
- stężony roztwór NaOH;
- woda destylowana.