



Alkohole polihydroksylowe

Alkohole polihydroksylowe

Niewielu z was, smarując ręce kremem glicerynowym, zdaje sobie sprawę z tego, że gliceryna to alkohol – tyle, że polihydroksylowy. Domyślamy się jednak, że jest nieszkodliwa dla zdrowia. Nie oznacza to wcale, że ta właściwość jest charakterystyczna dla wszystkich alkoholi z kilkoma grupami hydroksylowymi. Popularny składnik płynu do chłodnic samochodowych, glikol etylenowy, jest silną trucizną. Co odróżnia te alkohole od etanolu czy metanolu?

Aby zrozumieć poruszane w tym materiale zagadnienia, przypomnij sobie:

- atomy wchodzące w skład cząsteczek alkoholi;
- sposób zapisywania wzoru grupy funkcyjnej alkoholi;
- wartościowość grupy funkcyjnej alkoholi;
- wartościowość pierwiastkowego węgla w związkach organicznych.

Nauczysz się

- zapisywać wzory alkoholi polihydroksylowych na przykładzie gliceryny i glikolu etylenowego;
- stosować nazwy zwyczajowe i systematyczne poznanych alkoholi polihydroksylowych;
- wyjaśniać, dlaczego glicerol jest stosowany jako składnik kosmetyków;
- badać właściwości glicerolu.

1. Budowa alkoholi polihydroksylowych

Glicerol jest pochodną propanu, w którym trzy atomy wodoru zostały zastąpione grupami hydroksylowymi. Stąd pochodzi nazwa propano-1,2,3-triol.

Pierwszy człon (**propano-**) pochodzi od nazwy węglowodoru, którego łańcuch wchodzi w skład alkoholu, **tri-** oznacza trzy grupy —OH, a końcówka **-ol** jest charakterystyczna dla alkoholi.

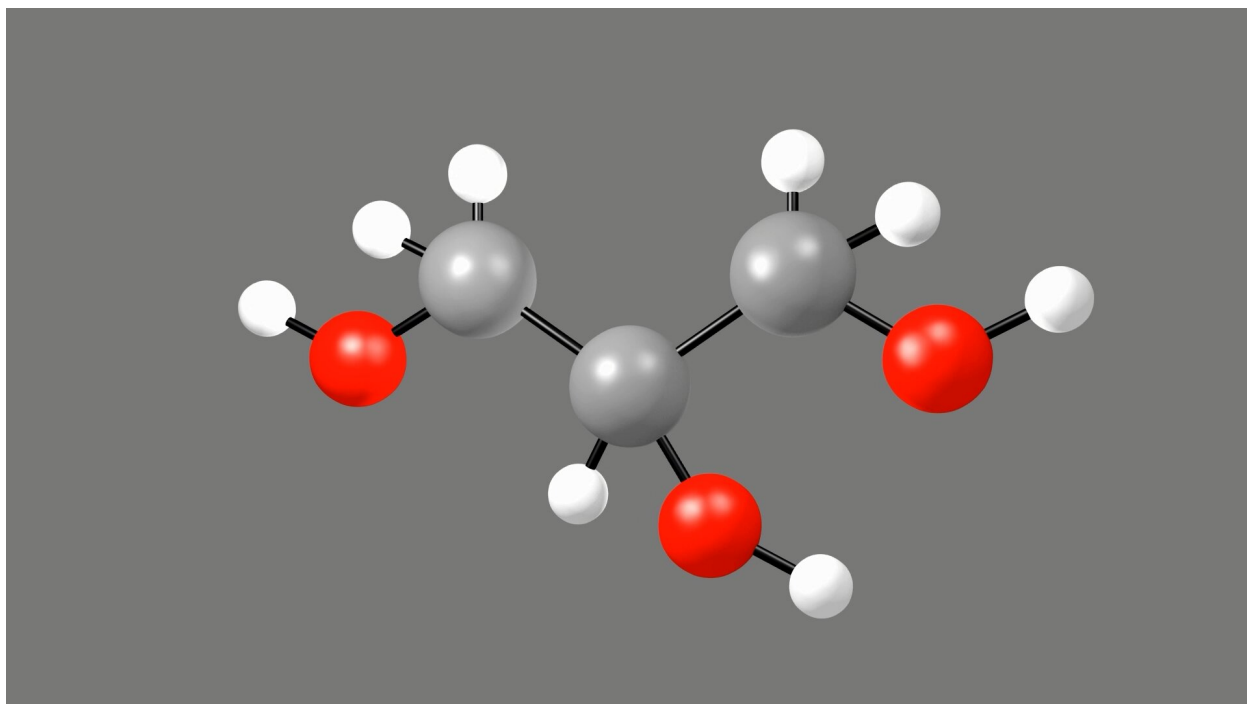
Glicerol w potocznym języku jest nazywany [gliceryną](#).

Polecenie 1

Zaprojektuj model cząsteczki glicerolu.

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

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

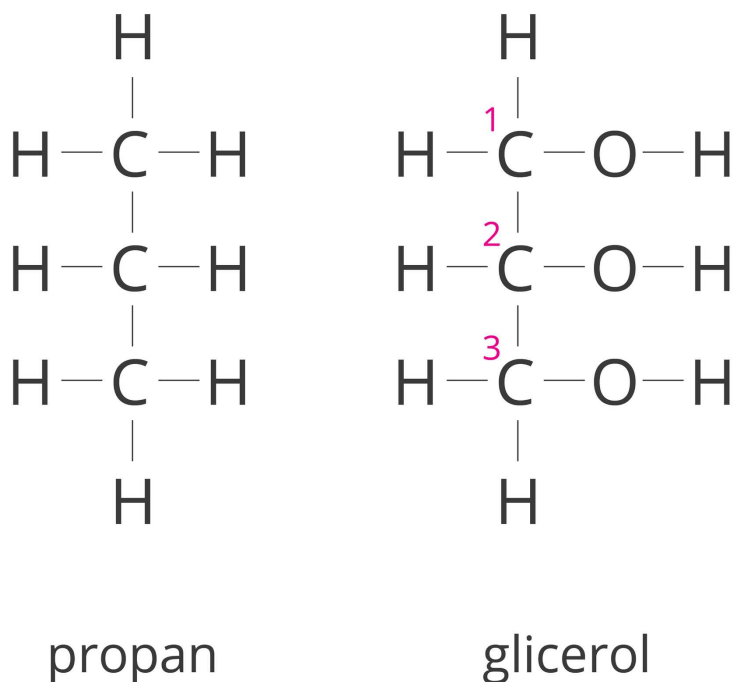


Film dostępny pod adresem </preview/resource/R1ZKtD3rNKJCS>

Animacja pt. *Budowa modelu cząsteczki glicerolu*

Źródło: Marcin Sadowski, Kevin MacLeod (<http://incompetech.com>) , Krzysztof Jaworski, Tomorrow Sp. z o.o., licencja: CC BY 3.0.

Animacja przedstawia budowę modelu cząsteczki glicerolu



Wzory strukturalne propanu i glicerolu

Źródło: Dariusz Adrian, dostępny w internecie: epodreczniki.pl, licencja: CC BY 3.0.

Polecenie 2

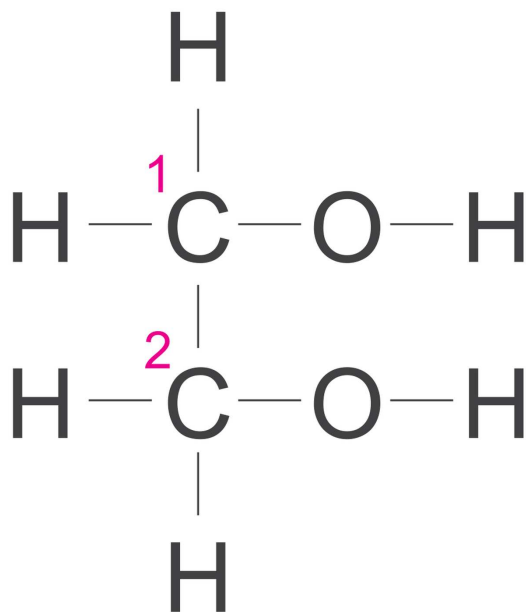
Na podstawie powyższego filmu i grafiki oceń prawdziwość poniższych założeń. Zaznacz "Prawda", jeśli założenie jest prawdziwe albo "Fałsz", jeśli jest fałszywe.

ZAŁOŻENIE	PRAWDA	FAŁSZ
Glicerol jest pochodną propanu.	☐	☐
Glicerol zawiera trzy grupy hydroksylowe.	☐	☐
Wiązanie pomiędzy atomem węgla i tlenu w cząsteczce glicerolu jest wiązaniem podwójnym.	☐	☐
Węgiel w związkach organicznych ma zawsze wartościowość VI.	☐	☐

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

Propano-1,2,3-triol to nazwa systematyczna **gliceryny**. Jak wyjaśniono wyżej, określenie **propano-** wskazuje, że związek ten jest pochodną propanu. Numery: 1, 2, 3, tak zwane **lokanty**, informują, że każda **grupa hydroksylowa** jest połączona z innym atomem węgla, idąc dalej liczebnik **tri-** określa obecność trzech grup hydroksylowych, a końcówka **-ol** potwierdza przynależność glicerolu do alkoholi.

Wzór sumaryczny: $C_3H_5(OH)_3$



Glikol etylenowy jest pochodną etanu, w którym dwa atomy wodoru zostały zastąpione grupami hydroksylowymi. Nazwa systematyczna tego związku to **etano-1,2-diol**.

Wzór sumaryczny: $C_2H_4(OH)_2$

Wzór strukturalny glikolu etylenowego

Źródło: Dariusz Adryan, dostępny w internecie:
epodreczniki.pl, licencja: CC BY 3.0.

Polecenie 3



Elementy oznakowania glikolu – piktogramy

Źródło: Krzysztof Jaworski, licencja: CC BY-SA 3.0.

Na podstawie powyższych grafik, zaznacz prawidłowe odpowiedzi. Glikol etylenowy:

☐

jest łatwopalny.

☐

jest wybuchowy.

☐

działa szkodliwie na organizmy wodne.

☐

jest substancją drażniącą, działa szkodliwie po połyknięciu.

☐

może powodować uszkodzenia narządów wewnętrznych w następstwie wdychania.

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

2. Właściwości fizyczne glicerolu

Glicerol (gliceryna) jest bezbarwną cieczą, dobrze rozpuszczalną w wodzie.

Temperatura wrzenia i gęstość cieczy są wielkościami charakterystycznymi dla substancji i pozwalają na identyfikację danego alkoholu.

Właściwości fizyczne glicerolu

Właściwość fizyczna	Glicerol
stan skupienia	ciecz
barwa	bezbarwna
rozpuszczalność w wodzie	bez ograniczeń
temperatura wrzenia	290 °C
gęstość	1,26 $\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$



Zdjęcie glicerolu

Źródło: LHcheM (<https://commons.wikimedia.org>),

licencja: CC BY-SA 3.0.

Doświadczenie 1

Problem badawczy:

Czy glicerol ma gęstość większą od gęstości wody w warunkach normalnych?

Hipoteza:

Glicerol w warunkach normalnych ma gęstość większą od gęstości wody.

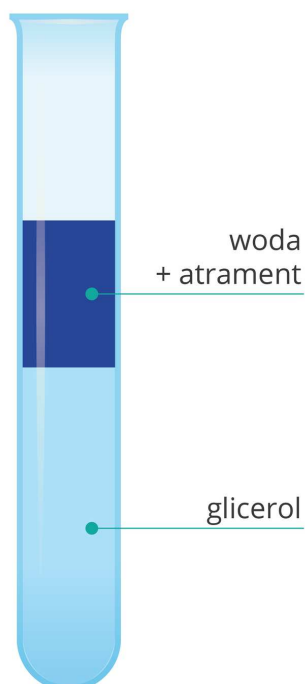
Co będzie potrzebne:

- glicerol;
 - probówka;
 - niebieska woda zabarwiona niebieskim atramentem.
-

Instrukcja:

1. Do probówki z niebieską wodą zabarwioną atramentem powoli wlej glicerol po ściankach probówki, tak aby ciecze się nie mieszały.
2. Zaobserwuj, która ciecz znajduje się w dolnej warstwie mieszaniny.
3. Energicznie wstrząśnij probówką.
4. Zaobserwuj, czy glicerol rozpuścił się w wodzie.

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



Doświadczenie glicerol

Źródło: Dariusz Adryan, licencja: CC BY 3.0.

Polecenie 4

Napisz obserwacje i wnioski do przeprowadzonego doświadczenia.

Obserwacje:

Wnioski:

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

3. Właściwości chemiczne glicerolu

Wykonując kolejne doświadczenia, przekonamy się, jakie właściwości chemiczne ma glicerol. Czy reaguje podobnie jak etanol? Czy obecność trzech grup hydroksylowych wpływa na odczyn wodnych roztworów glicerolu? Czy na etykietach glicerolu umieszcza się piktogramy?



Glicerol

Źródło: Yvr, edycja: Krzysztof Jaworski, dostępny w internecie: <https://commons.wikimedia.org>, licencja: CC BY-SA 4.0.

Zapach i smak glicerolu

Glicerol nie ma zapachu. Ma słodki smak, co ma duże znaczenie dla jego różnorodnych zastosowań.

Spalanie glicerolu

Glicerol, podobnie jak inne alkohole, ulega spalaniu. Do zapoczątkowania reakcji konieczne jest jego wstępne ogrzanie. W zależności od ilości dostępnego tlenu, spalanie glicerolu może zachodzić w sposób całkowity lub niecałkowity.

Doświadczenie 2

Problem badawczy:

Jak rozpoznać niecałkowite spalanie glicerolu?

Hipoteza:

Wydzielanie się sadzy podczas spalania glicerolu potwierdza, że zachodzi reakcja spalania niecałkowitego.

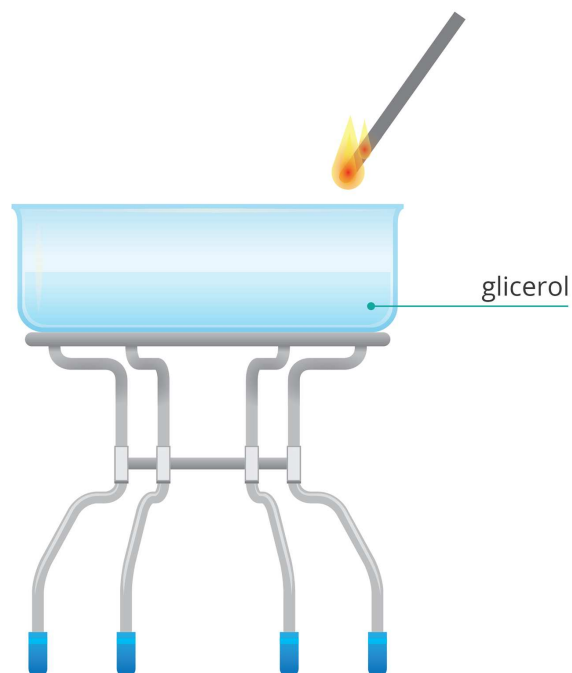
Co będzie potrzebne:

- glicerol;
 - parownica;
 - trójnóg z siatką ceramiczną;
 - palnik.
-

Instrukcja:

1. Do parownicy porcelanowej wlej około 2 cm^3 glicerolu.
2. Zbadaj jego palność.
3. Delikatnie ogrzej parownicę z glicerolem.
4. Ponownie zbadaj palność.

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



Schemat spalania glicerolu

Źródło: Dariusz Adryan, licencja: CC BY-SA 3.0.

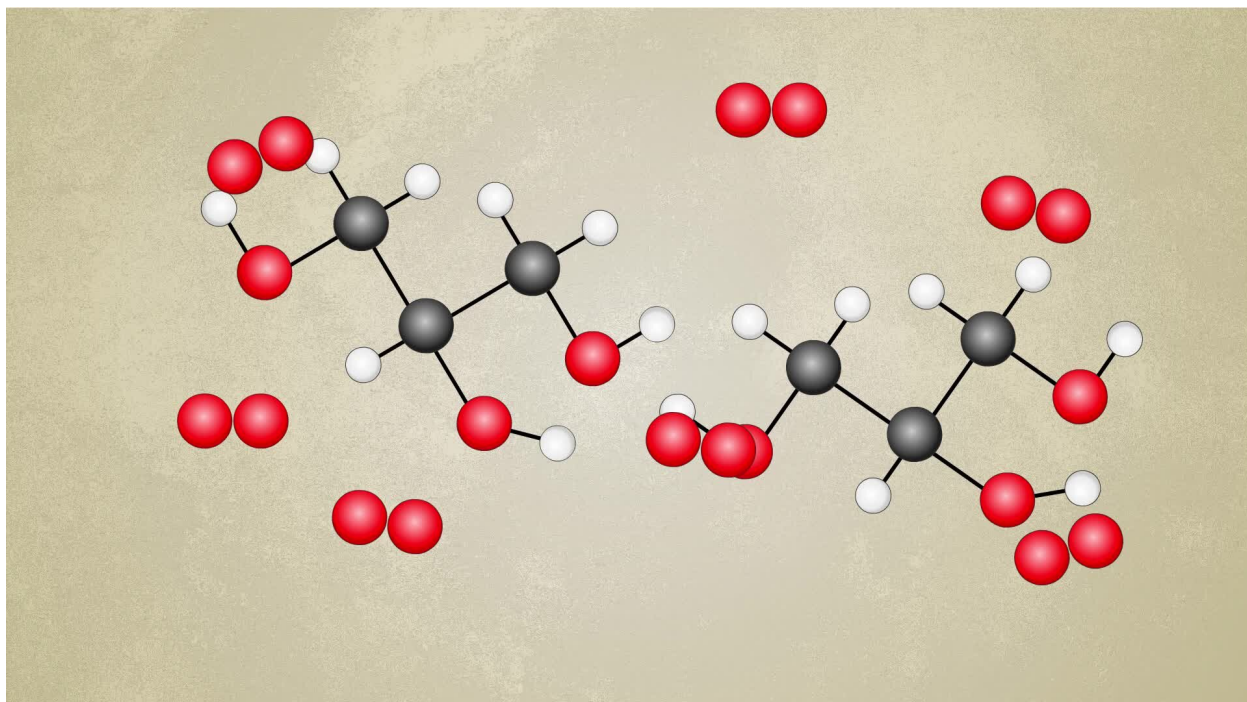
Polecenie 5

Napisz obserwacje i wnioski z przeprowadzonego doświadczenia.

Obserwacje:

Wnioski:

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



Film dostępny pod adresem </preview/resource/Ri5XyuHch5zox>

Animacja pt. *Spalanie całkowite glicerolu*

Źródło: Tomorrow Sp. z o.o., licencja: CC BY 3.0.

Film przedstawia reakcje spalania glicerolu.

Odczyn wodnego roztworu glicerolu

Doświadczenie 3

Problem badawczy:

Jaki jest odczyn wodnego roztworu glicerolu?

Hipoteza:

Alkohole polihydroksylowe mają odczyn obojętny.

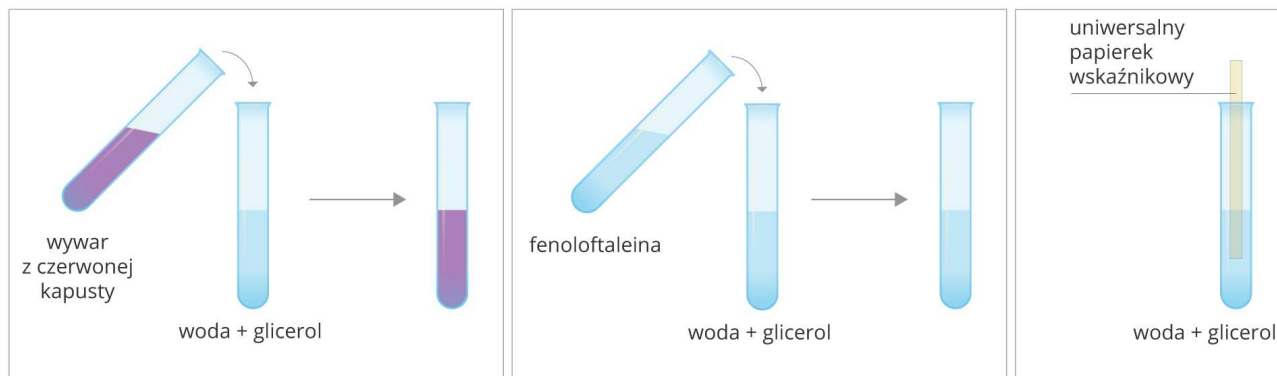
Co będzie potrzebne:

- trzy probówki;
 - wodny roztwór glicerolu;
 - wywar z czerwonej kapusty;
 - alkoholowy roztwór fenoloftaleiny;
 - uniwersalny papierek wskaźnikowy.
-

Instrukcja:

1. Do trzech probówek wlej po około 3 cm³ glicerolu.
2. Do jednej probówki dodaj kilka kropli wywaru z czerwonej kapusty, do drugiej kroplę alkoholowego roztworu fenoloftaleiny, zaś w kolejnej zanurz uniwersalny papierek wskaźnikowy.
3. Obserwuj próbki.

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



Odczyn

Źródło: Dariusz Adryan, Aleksandra Ryczkowska, licencja: CC BY-SA 3.0.

Polecenie 6

Napisz obserwacje i wnioski z przeprowadzonego doświadczenia.

Obserwacje:

Wnioski:

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

Doświadczenie 4

Problem badawczy:

Czy wodny roztwór glicerolu przewodzi prąd elektryczny?

Hipoteza:

Roztwór glicerolu nie przewodzi prądu elektrycznego.

Co będzie potrzebne:

- glicerol;
 - woda destylowana;
 - zlewka;
 - urządzenie – wskaźnik przewodnictwa prądu elektrycznego.
-

Instrukcja:

1. Zlewkę napełnij glicerolem zmieszanym z wodą destylowaną.
2. Zanurz w cieczy elektrody aparatu do pomiaru przewodnictwa elektrycznego.
3. Zwróć uwagę na to, czy zaświeciła się żarówka.

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

Polecenie 7

Napisz obserwacje i wnioski z przeprowadzonego doświadczenia.

Obserwacje:

Wnioski:

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

4. Zastosowanie glicerolu

W kosmetyce często stosuje się glicerol, który pozyskuje się między innymi z tłuszczu kokosowego.

Glicerol w wysokich stężeniach (powyżej 25%) ma właściwości [higroskopijne](#) i w naturalny sposób osłania skórę, wiążąc wodę – niezbędną do zachowania prawidłowego nawilżenia skóry. Wygładza, poprawia elastyczność, reguluje procesy odnowy naskórka. Jest dodawany do niemal wszystkich kremów do rąk, kremów do twarzy i balsamów.



Zastosowanie glicerolu

Źródło: Dariusz Adryan, PDPics (<https://pixabay.com>), puderundpinsel (<https://pixabay.com>), ritual (<https://pixabay.com>), LoggaWiggler (<https://pixabay.com>), PhotoLizM (<https://pixabay.com>), MarkusVogt (<https://pixabay.com>), Hans (<https://pixabay.com>), szjeno09190 (<https://pixabay.com>), matildanilsson (<https://pixabay.com>), licencja: CC BY-SA 3.0.

Polecenie 8

Zaznacz odpowiedzi, opisujące gałęzie przemysłu, w których zastosowanie znajduje glicerol.

☐ przemysł petrochemiczny

☐ przemysł budowlany

☐ przemysł farmaceutyczny

☐ przemysł kosmetyczny

☐ rolnictwo

☐ przemysł ceramiczny

☐ przemysł szklarski

☐ przemysł skórzaný

☐ włókiennictwo

☐ przemysł spożywczy

☐ przemysł motoryzacyjny

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

Glicerol jest stosowany jako substancja słodząca w syropach przeciwkaszlowych. Służy również do produkcji materiałów wybuchowych (nitrogliceryna). Posiada szerokie spektrum zastosowań w medycynie, ponieważ łatwo wchłania się z przewodu pokarmowego. Doustne preparaty glicerolu mają łagodne działanie przeczyszczające.

Gliceryna paszowa, pozyskiwana z tłuszczów roślinnych, jest stosowana jako dodatek do pasz dla krów i trzody chlewnej. Jest smaczna, utrzymuje odpowiednią wilgotność, dostarcza energii oraz wpływa np. na mleczność krów i przyrost masy trzody.

Ciekawostka

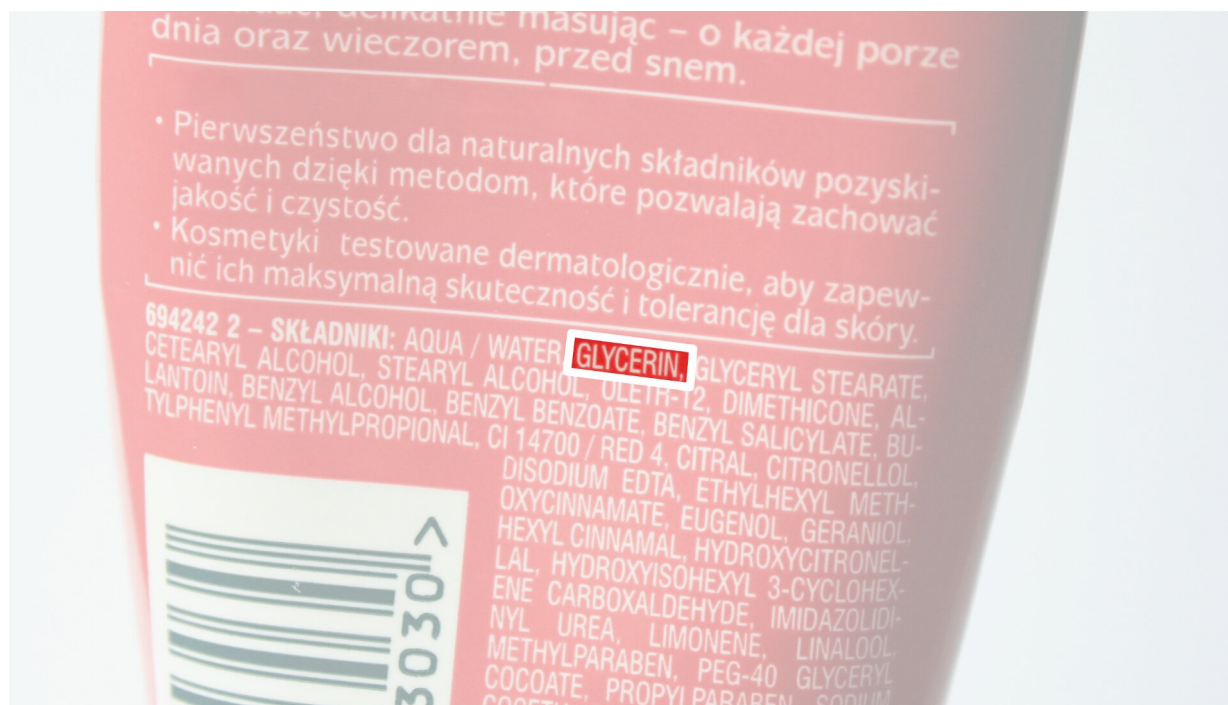
W reakcji glicerolu z kwasem azotowym(V) powstaje nitrogliceryna – ester glicerolu i kwasu azotowego(V). Jest to środek bardzo wrażliwy na wstrząsy. Wystarczy minimalna ilość energii, np. podczas uderzenia, aby doprowadzić do wybuchowego rozkładu nitrogliceryny. Używa się jej więc do produkcji dynamitu, ale nie tylko – sprawdza się w medycynie jako środek rozszerzający naczynia krwionośne.

Polecenie 9

Zastanów się, dlaczego kremy kosmetyczne i pasty do zębów nie wysychają, mimo że często są przechowywane w otwieranych opakowaniach. Jaki składnik decyduje o utrzymaniu konsystencji kremu? Zapoznaj się z treścią etykiet różnych kosmetyków. Z podanych odpowiedzi wybierz prawdziwe.

- ☐ Dodatek wody wystarczy do utrzymania konsystencji i wilgotności kremu.
- ☐ W pastach do zębów można stosować propano-1,2,3-triol, ponieważ nie jest on toksyczny.
- ☐ Do kremów dodawane są takie substancje, które zapobiegają wysychaniu: jest to np. gliceryna.
- ☐ Do kremów dodawane są takie substancje, które zapobiegają wysychaniu: jest to na przykład etanol.

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



Glicerol

Źródło: Yvr, edycja: Krzysztof Jaworski, dostępny w internecie: <https://commons.wikimedia.org>, licencja: CC BY-SA 3.0.



Zastosowanie glicerolu

Źródło: Mizianitka, dostępny w internecie: <https://pixabay.com>, domena publiczna.

5. Właściwości i zastosowanie glikolu etylenowego

Glikol etylenowy jest bezbarwną cieczą o dużej lepkości i słodkim smaku. Dobrze rozpuszcza się w wodzie. Jest substancją trującą. Stosuje się go do wyrobu włókien sztucznych, farb i niezamarzających płynów do chłodziw samochodowych.



Płyny do chłodziw z dodatkiem glikolu barwi się najczęściej na kolor zielony, różowy lub niebieski
Źródło: Anthony Easton, dostępny w internecie: <https://www.flickr.com>, licencja: CC BY-SA 3.0.

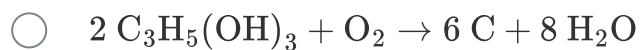
Podsumowanie

- Glicerol i gliceryna to nazwy zwyczajowe tego samego związku chemicznego – propanotriolu.
- Cząsteczka glicerolu ma w swym składzie trzy grupy hydroksylowe.
- Glicerol to gęsta oleista, bezbarwna i bezwonna ciecz o słodkim smaku. Nie jest substancją trującą.
- Glicerol ma wiele zastosowań w przemyśle kosmetycznym, spożywczym, włókienniczym.
- Glikol etylenowy to zwyczajowa nazwa etano-1,2-diolu.
- Cząsteczka glikolu ma w swojej strukturze dwie grupy hydroksylowe.
- Jest lepłą, słodką substancją trującą.
- Znajduje zastosowanie jako środek do wyrobu włókien sztucznych, farb i niezamarzających płynów do chłodziw samochodowych.

Praca domowa

Polecenie 10.1

Zaznacz równanie reakcji spalania glicerolu, jeżeli jednym z produktów będzie gaz powodujący mętnienie wody wapiennej.



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

Polecenie 10.2

Podaj odczyn wodnego roztworu glicerolu i wyjaśnij, w jaki sposób można się o tym przekonać za pomocą doświadczenia. Zaznacz prawidłową odpowiedź.

- ☐ Wodny roztwór glicerolu ma odczyn zasadowy. Do stwierdzenia odczynu można użyć takich wskaźników jak uniwersalny papierek wskaźnikowy, który zmienia barwę na niebieską po umieszczeniu go w wodnym roztworze glicerolu.
- ☐ Wodny roztwór glicerolu ma odczyn kwasowy. Do stwierdzenia odczynu, można użyć takich wskaźników jak alkoholowy roztwór fenoloftaleiny, który zmienia barwę na malinową po dodaniu do roztworu wodnym roztworze glicerolu.
- ☐ Wodny roztwór glicerolu ma odczyn obojętny. Do stwierdzenia odczynu, można użyć takich wskaźników jak uniwersalny papierek wskaźnikowy, który nie zmienia swojego zabarwienia po umieszczeniu go w wodnym roztworze glicerolu.
- ☐ Wodny roztwór glicerolu ma odczyn obojętny. Do stwierdzenia odczynu, można użyć takich wskaźników jak uniwersalny papierek wskaźnikowy, który zmienia barwę na niebieską po umieszczeniu go w wodnym roztworze glicerolu.
- ☐ Wodny roztwór glicerolu ma odczyn zasadowy. Do stwierdzenia odczynu, można użyć takich wskaźników jak uniwersalny papierek wskaźnikowy, który nie zmienia swojego zabarwienia po umieszczeniu go w wodnym roztworze glicerolu.

Polecenie 10.3

Które z właściwości glicerolu znajdują zastosowanie w kosmetyce? Zaznacz prawidłowe odpowiedzi.

- ☐ Ma działanie nawilżające.
- ☐ Łatwo wchłania się z przewodu pokarmowego.
- ☐ Jest nietoksyczny.
- ☐ Ma właściwości higroskopijne.
- ☐ Ma słodki smak.
- ☐ Ma działanie antybakteryjne.

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

Słownik

glicerol

nazwa zwyczajowa alkoholu o nazwie systematycznej propano-1,2,3-triol

gliceryna

nazwa zwyczajowa alkoholu o nazwie systematycznej propano-1,2,3-triol

grupa hydroksylowa

grupa składająca się z atomu tlenu połączonego z atomem wodoru: —OH

lokant

liczba przypisana atomom węgla w łańcuchu węglowym

substancja higroskopijna

substancja pochłaniająca wodę lub parę wodną z otoczenia

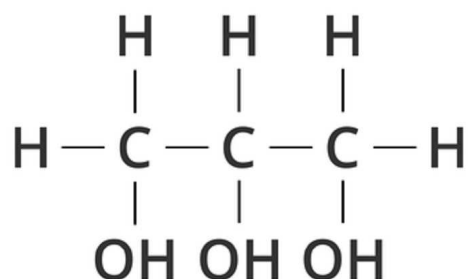
Ćwiczenia

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Podaj nazwę systematyczną poniżej zaprezentowanego związku o wzorze półstrukturalnym.



Wzór półstrukturalny.

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

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

Ćwiczenie 2



Ile wiążących par elektronowych znajduje się w jednej cząsteczce glicerolu? Zaznacz prawidłową odpowiedź.

☐ 9

☐ 12

☐ 13

☐ 7

☐ 11

☐ 6

☐ 10

☐ 8

Źródło: Gromar sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Ćwiczenie 3



Ocen prawdziwość poniższych zdań. Zaznacz "Prawda", jeśli zdanie jest prawdziwe albo "Fałsz", jeśli jest fałszywe.

Założenie	Prawda	Fałsz
Jednym z produktów niecałkowitego spalania glicerolu jest woda.	☐	☐
Jednym z produktów niecałkowitego spalania glicerolu jest węgiel.	☐	☐
Jednym z produktów niecałkowitego spalania glicerolu jest tlenek węgla(IV).	☐	☐
Jednym z produktów całkowitego spalania glicerolu jest woda.	☐	☐
Jednym z produktów niecałkowitego spalania glicerolu jest tlen.	☐	☐

Źródło: Gromar sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Ćwiczenie 4



Połącz wzory podanych alkoholi z ich nazwami.

Wzór	Nazwa
CH_3OH	
$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	
$\text{C}_3\text{H}_5(\text{OH})_3$	
$\text{C}_2\text{H}_4(\text{OH})_2$	

etano-1,2-diol (glikol etylenowy)

metanol

etanol

propano-1,2,3-triol (glicerol)

Źródło: Gromar sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Ćwiczenie 5



Uzupełnij luki w tekście. Wybierz właściwe określenia spośród podanych.

Glicerol jest pochodną węglowodoru nasyconego, który zawiera atomy węgla w cząsteczce. W cząsteczce glicerolu występują grupy hydroksylowe. Glicerol należy do alkoholi . Odczyn wodnego roztworu glicerolu jest i dlatego dodatek soku z czerwonej kapusty nie powoduje zmiany jego zabarwienia.

trzy

kwasowy

trzy

monohydroksylowych

dwie

obojętny

zasadowy

polihydroksylowych

cztery

dwa

jeden

Źródło: Gromar sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Ćwiczenie 6



Przyporządkuj podane zastosowanie glikolu etylenowego i glicerolu do każdej z tych substancji.

Glikol etylenowy

składnik niezamarzających płynów do chłodziw samochodowych.

pasza dla zwierząt

Glicerol

kosmetyki i leki

składnik farb

włókna sztuczne

barwniki

środki do garbowania skóry

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

Ćwiczenie 7



Które z podanych właściwości są właściwościami glicerolu? Zaznacz prawidłowe odpowiedzi.

☐ nie miesza się z wodą

☐ jego wodny roztwór ma odczyn obojętny

☐ jest trujący

☐ ma charakterystyczny zapach

☐ nie ma smaku

☐ ma gęstość mniejszą od gęstości wody

☐ bezbarwny

☐ ma gęstość większą od gęstości wody

☐ ma słodki smak

☐ bezwonny

☐ nie jest trujący

☐ jego wodny roztwór ma odczyn zasadowy

☐ miesza się z wodą

Ćwiczenie 8



Przeczytaj poniższą notkę dotyczącą zatrucia glikolem etylenowym, a następnie rozwiąż zadanie.

Ethylene glycol poisoning is poisoning caused by drinking ethylene glycol. This chemical is not toxic, but its metabolites are toxins that lead to the development of severe metabolic acidosis as well as damage to the kidneys, heart and central nervous system. Toxicity and death may occur after drinking even a small amount. It is colorless, has a sweetish taste and initially shows signs of ethanol intoxication.

Określ, czy zdanie jest prawdziwe, czy fałszywe.

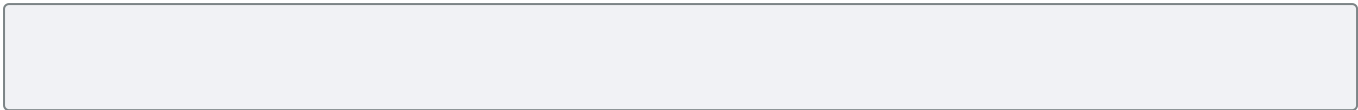
ZDANIE	PRAWDA	FAŁSZ
Glikol etylenowy nie jest trujący sam w sobie – nasz organizm metabolizuje go do toksycznych produktów.	☐	☐
Pierwsze objawy zatrucia są podobne do upojenia alkoholowego.	☐	☐
Zatrucie glikolem etylenowym prowadzi do uszkodzenia nerek, serca i układu nerwowego.	☐	☐
Aby wystąpiły objawy zatrucia, przyjęta dawka musi być odpowiednio duża.	☐	☐
Glikol jest bezbarwny i nie ma smaku, więc może być łatwo mylony z alkoholem etylowym.	☐	☐

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

Bibliografia

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

Notatnik



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