



W jaki sposób zmieniają się właściwości fizyczne związków organicznych w szeregach homologicznych

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

A close-up photograph of a green leaf with numerous clear water droplets of various sizes. The droplets are in sharp focus, showing their spherical shape and the way they reflect light. The leaf's veins are visible in the background, which is slightly blurred.

W jaki sposób zmieniają się właściwości fizyczne związków organicznych w szeregach homologicznych

Jedną z ważnych właściwości fizycznych substancji organicznych jest ich rozpuszczalność w wodzie.

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

Jednym ze sposobów oczyszczania substancji organicznych jest destylacja. Jest to proces fizyczny, podczas którego ciecz ogrzewana jest do wrzenia, a powstająca para jest następnie skraplana. Wyobraź sobie, że w kolbie, podczas destylacji, znajduje się mieszanina dwóch cieczy: heptanu i heksanu. Która z cieczy ma niższą temperaturę wrzenia i pierwsza opuści chłodnicę destylacyjną? Czy można to przewidzieć bez korzystania z tablic chemicznych?

Jak sądzisz, w jaki sposób zmieniają się właściwości fizyczne związków organicznych w szeregach homologicznych?

Twoje cele

- Określisz właściwości fizyczne związków organicznych w szeregach homologicznych.
- Przedstawisz tendencje zmian właściwości fizycznych (np. temperaturę topnienia, temperaturę wrzenia, rozpuszczalność w wodzie) w szeregach homologicznych.
- Porównasz właściwości fizyczne związków z różnych szeregów homologicznych.

Regularność we właściwościach fizycznych

Właściwości związków organicznych są jednym z zagadnień, szczegółowo rozpatrywanych w chemii. Mając do dyspozycji dany związek, można zbadać doświadczalnie jego właściwości chemiczne lub fizyczne. Innym sposobem jest skorzystanie z tablic chemicznych i wyszukanie odpowiednich danych o cząsteczce. Metody te, choć są skuteczne, zazwyczaj wymagają zbyt wiele pracy i czasu. Tymczasem pewne właściwości fizyczne związku można określić, mając na uwadze jego budowę oraz położenie w szeregu homologicznym.

O ile właściwości chemiczne elementów [szeregu homologicznego](#) wynikają z obecności (lub braku) grup funkcyjnych, to już właściwości fizyczne ulegają znacznym zmianom w każdym z szeregów.

Właściwości fizyczne to między innymi:

- gęstość,
- temperatura topnienia,
- temperatura wrzenia,
- lotność,
- rozpuszczalność w rozpuszczalnikach polarnych (np. wodzie) i rozpuszczalnikach niepolarnych.

Wymienione właściwości zmieniają się stopniowo wraz ze wzrostem liczby atomów węgla. Wynika to ze zwiększonej masy cząsteczkowej, ponieważ każdy homolog szeregu różni się od poprzedniego o tą samą jednostkę strukturalną. Poniżej przedstawiono zmiany wybranych właściwości fizycznych w szeregach homologicznych wraz ze wzrostem liczby atomów węgla.

temperatura topnienia	temperatura wrzenia	lotność	gęstość
rośnie	rośnie	maleje	rośnie

Przykład 1

Zależność temperatury wrzenia alkanów i alkoholi od liczby atomów węgla w łańcuchu alifatycznym.

liczba_atomów_węgla : 1
alkany_- _temperatura_wrzenia_[[°c]] : -161.7
alkohole_- _temperatura_wrzenia[[°c]] : 64.6
liczba_atomów_węgla : 2
alkany_- _temperatura_wrzenia_[[°c]] : -88.6
alkohole_- _temperatura_wrzenia[[°c]] : 78.2
liczba_atomów_węgla : 3
alkany_- _temperatura_wrzenia_[[°c]] : -42.2
alkohole_- _temperatura_wrzenia[[°c]] : 97
liczba_atomów_węgla : 4
alkany_- _temperatura_wrzenia_[[°c]] : -0.5
alkohole_- _temperatura_wrzenia[[°c]] : 117.6
liczba_atomów_węgla : 5
alkany_- _temperatura_wrzenia_[[°c]] : 36.1
alkohole_- _temperatura_wrzenia[[°c]] : 138
liczba_atomów_węgla : 6
alkany_- _temperatura_wrzenia_[[°c]] : 68.7
alkohole_- _temperatura_wrzenia[[°c]] : 157

Źródło: Na podstawie: Sawicka J., Janich-Kilian A., Cejner-Mania W., Urbańczyk G., *Tablice chemiczne*, Gdańsk 2004.

Alkohole mogą być traktowane jako pochodne wody, w których jeden atom wodoru został zastąpiony grupą organiczną. Ze względu na elektroujemny atom tlenu, poszczególne dipole wiązań O – H w alkoholach nie mogą się wzajemnie znosić, co skutkuje znacznym momentem dipolowym, który pozwala alkoholom na tworzenie wiązań wodorowych.

Alkohole mają zatem znacznie wyższą temperaturę wrzenia niż alkany o porównywalnej masie cząsteczkowej. Jednak im większa grupa alkilowa w cząsteczce alkoholu, tym bardziej „alkanopodobny” jest alkohol w swoich właściwościach. Ze względu na swój polarny charakter alkohole są zazwyczaj dobrymi rozpuszczalnikami dla szerokiej gamy związków organicznych.

Słownik

szereg homologiczny

(gr. homologos „zgodny”) związki organiczne, które zawierają jednakowe grupy funkcyjne i posiadają taką samą budowę chemiczną, ale różnią się między sobą o taką samą jednostkę strukturalną

homologi

związki organiczne, należące do tego samego szeregu homologicznego

Bibliografia

Atkins P., Jones L., *Chemical Principles: The Quest for Insight*, 5th Edition, New York 2010.

Encyklopedia PWN

Gorzynski Smith J., *Organic Chemistry*, 3th Edition, New York 2011.

Hejwowska S., Marcinkowski R., Staluszka J., *Chemia 2. Zakres rozszerzony*, Gdynia 2011.

Litwin M., Styka-Wlazło Sz., Szymońska J., *Chemia organiczna 2*, Warszawa 2005.

Morrison R. T., Boyd R. N., *Chemia organiczna*, t. 1, Warszawa 1985.

Patrick G. L., *Organic Chemistry*, 2th Edition, New York 2004.

Film samouczek

Polecenie 1

Zapoznaj się z filmem samouczkiem i rozwiąż ćwiczenia umieszczone pod filmem.

W jaki sposób zmieniają się właściwości fizyczne związków organicznych w szeregach homologicznych

Film dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/DBQvCI3ve>

Film samouczek pt. „W jaki sposób zmieniają się właściwości fizyczne związków organicznych w szeregach homologicznych”

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

Film nawiązujący do treści materiału - dotyczy zmiany właściwości fizycznych związków w szeregach homologicznych.

Ćwiczenie 1

Dane są 3 zestawy związków chemicznych:

ZESTAW I: pentan, metan, heksan, propan

ZESTAW II: dekan-1-ol, etanol, butan-1-ol, heptan-1-ol

ZESTAW III: etanol, etanal, kwas octowy (etanowy), etan

Związki chemiczne z zestawu I uszereguj zgodnie ze wzrostem ich lotności.

propan



heksan



metan



pentan



Związki chemiczne z zestawu II uszereguj wraz ze wzrostem ich rozpuszczalności w wodzie.

butan-2-ol



etanol



heptan-1-ol



dekan-2-ol



Związki chemiczne z zestawu III uszereguj zgodnie z malejącą temperaturą wrzenia.

etanal



kwas octowy (etanowy)



etan



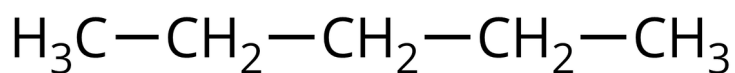
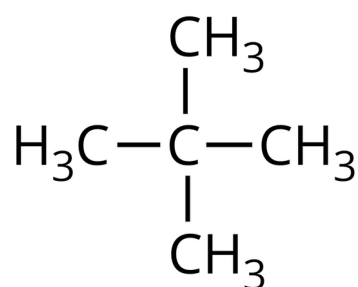
etanol



Ćwiczenie 2

Poniżej, za pomocą wzorów półstrukturalnych (grupowych), przedstawiono pięć par związków chemicznych (I - V). W każdej parze wskaż ten ze związków, który charakteryzuje się większą temperaturą wrzenia. Każdorazowo uzasadnij swój wybór, odwołując się do występujących oddziaływań pomiędzy wskazanymi cząsteczkami.

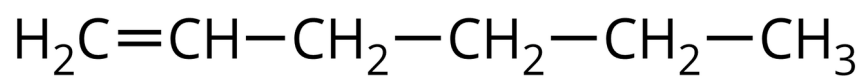
I



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

Uzasadnienie:

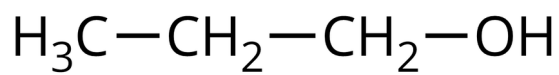
II

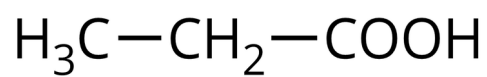


Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Uzasadnienie:

III

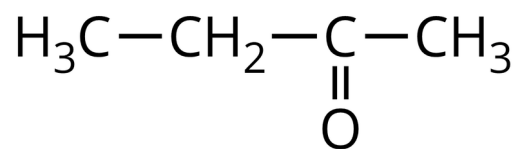
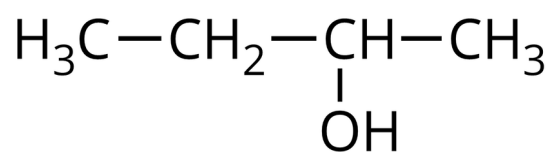




Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Uzasadnienie:

IV



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

Uzasadnienie:

V

☐ CH_4

☐ CH_3NH_2

Uzasadnienie:

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Właściwościami fizycznymi są:

☐ gęstość

☐ rozpuszczalność w wodzie

☐ temperatura wrzenia

☐ zdolność do reakcji z kwasami

☐ palność

Ćwiczenie 2



Jaki stan skupienia (w warunkach normalnych) przyjmuje alkan o 20 atomach węgla w cząsteczce?

☐ stały

☐ gazowy

☐ ciekły

Ćwiczenie 3



Uzereguj poniższe cząsteczki zgodnie z ich malejącą lotnością.

CH_3COOH



$\text{C}_3\text{H}_7\text{COOH}$



HCOOH



$\text{C}_2\text{H}_5\text{COOH}$



Ćwiczenie 4



Poniżej przedstawiono opis budowy i właściwości fizycznych pewnego alkoholu:

Propan-1-ol – organiczny związek chemiczny z grupy alkoholi o wzorze sumarycznym $\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$. Miesza się w wodzie i alkoholu etylowym bez ograniczeń.

Spróbuj określić, jak zmieni się rozpuszczalność w wodzie oraz rozpuszczalnikach niepolarnych alkoholu, który leży w szeregu homologicznym niżej (zawiera więcej atomów węgla) niż ten opisany.

Ćwiczenie 5



Uzupełnij tabelę o brakujące dane. Przeciągnij odpowiednie elementy w puste pola.

Kwas etanowy, Propanowy, Stearynowy, 16,6, -20,6, 68,8, 117,9, 141, 350 rozkłada się

Nazwa kwasu	Wzór sumaryczny	Temperatura topnienia [°C]
Temperatura wrzenia [°C]	Stan skupienia w temperaturze 25°C	
Kwas etanowy		16,6
117,9		
Propanowy		-20,6
141		
Stearynowy		68,8
350 rozkłada się		

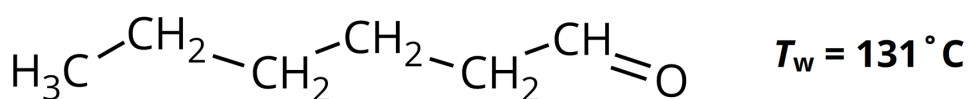
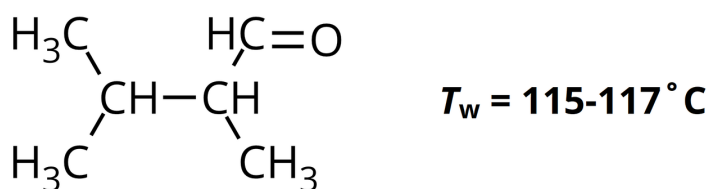
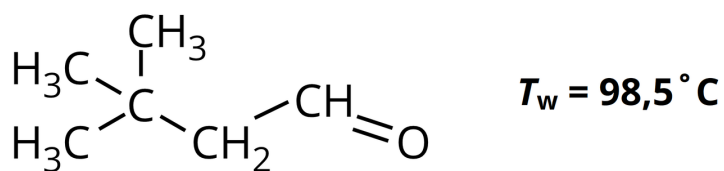
Ćwiczenie 6



Zaznacz, które zdanie jest prawdziwe, a które fałszywe.

Zdanie	Prawda	Fałsz
Jeżeli wzrasta liczba atomów węgla szeregu homologicznego, to zmniejsza się temperatura topnienia.	☐	☐
Alkany i alkiny występują wyłącznie w gazowym stanie skupienia.	☐	☐
Cząsteczki o takiej samej liczbie atomów węgla należące do różnych szeregów homologicznych mają taką samą gęstość.	☐	☐
Niepolarne cząsteczki węglowodorów nie tworzą wiązań wodorowych z cząsteczkami wody, dlatego słabo rozpuszczają się w wodzie.	☐	☐

Ćwiczenie 7



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

Na podstawie powyższych danych sformułuj wniosek dotyczący zależności pomiędzy budową przedstawionych poniżej aldehydów, a ich temperaturą wrzenia.

Ćwiczenie 8



Zapoznaj się z poniższymi danymi oraz odpowiedź na pytania.

nazwa : Butan

temperatura_topnienia_[[°c]] : -138.4

temperatura_wrzenia_[[°c]] : -0.5

gęstość_[[g/cm³]] : 0.5788

nazwa : Butan-1-ol

temperatura_topnienia_[[°c]] : -89.5

temperatura_wrzenia_[[°c]] : 117.2

gęstość_[[g/cm³]] : 0.8098

nazwa : Kwas butanowy

temperatura_topnienia_[[°c]] : -4.5

temperatura_wrzenia_[[°c]] : 163.5

gęstość_[[g/cm³]] : 0.9577

nazwa : Butan-2-on

temperatura_topnienia_[[°c]] : -86.3

temperatura_wrzenia_[[°c]] : 79.6

gęstość_[[g/cm³]] : 0.8054

nazwa : Eter dietylowy

temperatura_topnienia_[[°c]] : -116.2

temperatura_wrzenia_[[°c]] : 34.5

gęstość_[[g/cm³]] : 0.7138

Źródło: Na podstawie: Sawicka J., Janich-Kilian A., Cejner-Mania W., Urbańczyk G., *Tablice chemiczne*, Gdańsk 2004.

1. Jaki jest główny powód, dla którego temperatura topnienia butan-2-onu różni się od temperatury topnienia butanu?

2. Ustal, jak zmienia się temperatura wrzenia cząsteczek przedstawionych w tabeli. W tym celu uszereguj podane grupy od najniższej do najwyższej temperatury wrzenia.

eter



alkohol



alkan



keton



kwasy karboksylowe



Dla nauczyciela

Scenariusz zajęć

Autor: Agata Jarszak-Tyl, Krzysztof Błaszczak

Przedmiot: chemia

Temat: W jaki sposób zmieniają się właściwości fizyczne związków organicznych w szeregach homologicznych?

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

XII. Wstęp do chemii organicznej. Uczeń:

5) przedstawia tendencje zmian właściwości fizycznych (np. temperatura topnienia, temperatura wrzenia, rozpuszczalność w wodzie) w szeregach homologicznych.

Zakres rozszerzony

XII. Wstęp do chemii organicznej. Uczeń:

7) przedstawia tendencje zmian właściwości fizycznych (np. temperatura topnienia, temperatura wrzenia, rozpuszczalność w wodzie) w szeregach homologicznych.

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:

- określa właściwości fizyczne związków organicznych w szeregach homologicznych;

- przedstawia tendencje zmian właściwości fizycznych (np. temperatura topnienia, temperatura wrzenia, rozpuszczalność w wodzie) w szeregach homologicznych;
- porównuje właściwości fizyczne związków z różnych szeregów homologicznych.

Strategie nauczania:

- asocjacyjna.

Metody i techniki nauczania:

- film samouczek;
- dyskusja dydaktyczna;
- analiza materiału źródłowego;
- ćwiczenia uczniowskie;
- kieszeń i szuflada.

Formy pracy:

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

Środki dydaktyczne:

- komputery z głośnikami, słuchawki i dostępem do Internetu/tablety/smartfony;
- zasoby multimedialne zawarte w e-materiale;
- tablica interaktywna/tablica, kreda/pisak;
- rzutnik multimedialny;
- podręcznik.

Przebieg zajęć

Faza wstępna:

1. Zaciekawienie i dyskusja. Nauczyciel wykorzystuje informacje zawarte we wprowadzeniu do e-materiału oraz zawarte tam pytania, np. Która z cieczy ma niższą temperaturę wrzenia i pierwsza opuści chłodnicę destylacyjną? Czy można to przewidzieć bez korzystania z tablic chemicznych?
2. Ustalenie celów lekcji. Nauczyciel podaje temat zajęć i wspólnie z uczniami ustala cele lekcji, które uczniowie zapisują na kartkach i gromadzą w portfolio.
3. Rozpoznawanie wiedzy wyjściowej uczniów. Przypomnienie wiadomości na temat szeregu homologicznego.

Faza realizacyjna:

1. Analiza materiału źródłowego. Uczniowie samodzielnie zapoznają się z treścią „przeczytaj” e-materiału i układają pytania do tekstu, a po wyznaczonym czasie zadają sobie nawzajem i udzielają odpowiedzi. Pozostali uczniowie i nauczyciel weryfikują poprawność merytoryczną odpowiedzi uczniów.
2. Film samouczek. Uczniowie w parach pracują z wykorzystaniem medium bazowego. Uczniowie wykorzystują informacje pozyskane wcześniej na lekcji oraz mogą korzystać z e-materiału. Po zapoznaniu z medium wykonują w parach ćwiczenia załączone do medium. Chętni uczniowie podają swoje propozycje na forum klasy, a pozostali uczniowie i nauczyciel weryfikują poprawność odpowiedzi.
3. Uczniowie pracują w parach z częścią „Sprawdź się”. Uczniowie wykonują po kolei zadania. Po każdym przeczytanym poleceniu nauczyciel daje uczniom określony czas na zastanowienie się, a następnie chętny uczeń z danej pary udziela odpowiedzi. Pozostali uczniowie ustosunkowują się do niej, proponując swoje pomysły. Nauczyciel w razie potrzeby koryguje odpowiedzi, dopowiada istotne informacje, udziela uczniom informacji zwrotnej.

Faza podsumowująca:

1. Kieszeń i szuflada. Nauczyciel rozdaje uczniom sklerotki. Prowadzący zajęcia rysuje na tablicy kieszeń, a obok niej zapisuje: „Co zabieram ze sobą?”. Tutaj uczeń ma wpisać to, co wyniósł z zajęć, co do niego szczególnie przemówiło, co się spodobało lub co mu się przyda w przyszłości. Poniżej nauczyciel rysuje szufladę i białą plamę. Obok szuflady zapisuje: „Co mi się nie przyda?”, a obok białej plamy: „Czego zabrakło?”. Poniższe rysunki uczeń wypełnia sklerotkami z zapisanymi krótkimi zdaniem, równoważnikami zdań lub kluczowymi słowami. Jest to okazja także do analizy przebiegu zajęć i szybkiej powtórki.

Praca domowa:

Uczniowie wykonują pozostałe ćwiczenia zawarte w e-materiale – „Sprawdź się”, których nie zdążyli wykonać na lekcji.

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania multimedium:

Film samouczek może być wykorzystany przez uczniów podczas przygotowywania się do zajęć lub odrabiania pracy domowej. Medium w sekcji „film samouczek” można wykorzystać jako materiał służący powtórzeniu materiału. Uczniowie nieobecni na lekcji medium mogą wykorzystać w ramach samokształcenia do uzupełnienia luk kompetencyjnych. Nauczyciel film może wykorzystać w ramach metody lekcji odwróconej.

Materiały pomocnicze:

1. Nauczyciel przygotowuje samoprzylepne karteczki (sklerotki).

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

- Który z alkanów ma wyższą temperaturę wrzenia heksan czy heptan?