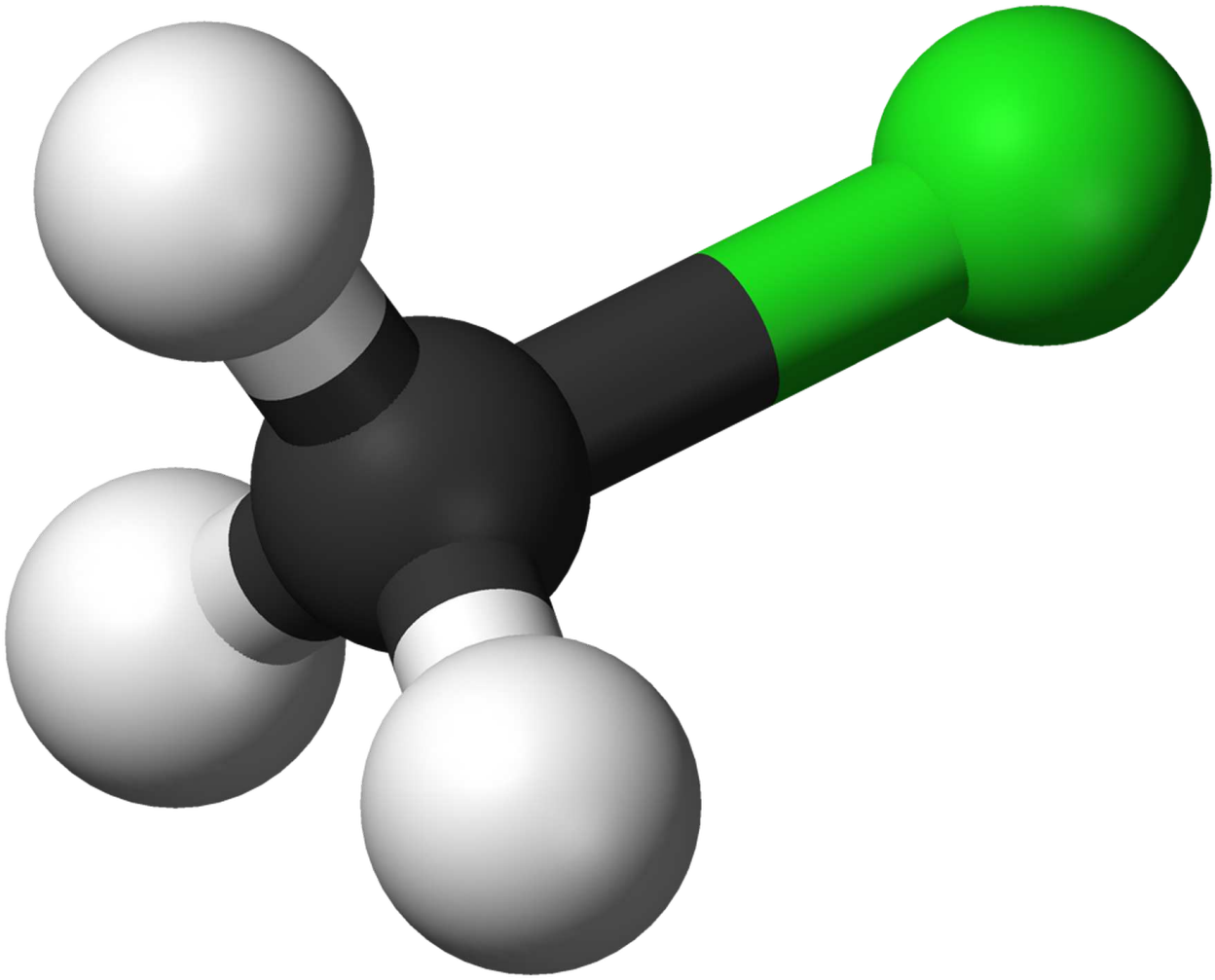
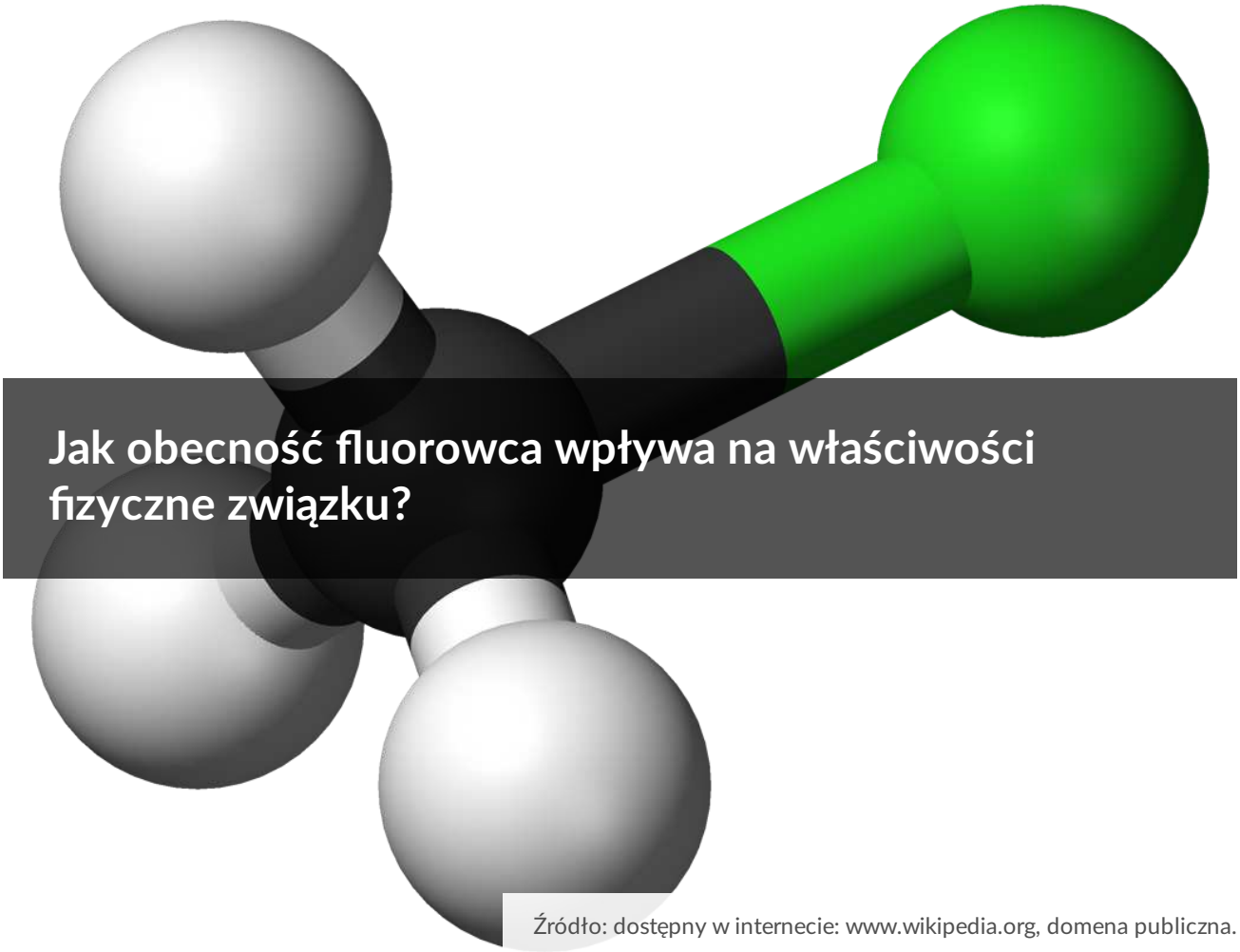


Jak obecność fluorowca wpływa na właściwości fizyczne związku?

- Wprowadzenie
- Przeczytaj
- Symulacja interaktywna
- Sprawdź się
- Dla nauczyciela



Jak obecność fluorowca wpływa na właściwości fizyczne związku?

Źródło: dostępny w internecie: www.wikipedia.org, domena publiczna.

Czy zmieniając jeden atom wodoru w cząsteczce węglowodoru na atom innego pierwiastka, możemy zmienić jego właściwości fizyczne? Jak to wpływa na jego stan skupienia? Czy taka niepozorna wymiana ma znaczenie dla reaktywności i właściwości nowopowstałego związku? Czy ważne jest to, na atom jakiego pierwiastka zamieniamy atom wodoru? Czym od siebie różnią się, a co mają ze sobą wspólnego chloropochodne z bromopochodnymi węglowodorów? Na te i inne pytania znajdziesz odpowiedź w tym rozdziale poświęconym szeroko rozumianym właściwościom fizycznym halogenopochodnych węglowodorów.

Twoje cele

- Nazwiesz podstawowe właściwości fizyczne halogenopochodnych.
- Wywnioskujesz, jakie właściwości fizyczne ma dany związek na podstawie budowy jego cząsteczki.
- Udoskonalisz umiejętność korzystania z tablic chemicznych.
- Porównasz właściwości fizyczne poszczególnych halogenopochodnych.

Przeczytaj

Halogenopochodne węglowodorów

Halogenopochodne węglowodorów to związki organiczne, w których cząsteczkach jeden (lub więcej) atom wodoru został zastąpiony atomem (lub atomami) jednego z halogenów, czyli pierwiastków z 17. grupy układu okresowego. Taka z pozoru niewinna zmiana w bardzo znaczącym stopniu wpływa na właściwości fizyczne, takie jak: temperatura topnienia i wrzenia, gęstość czy moment dipolowy.

Tabela 1. Właściwości fizyczne wybranych węglowodorów i halogenopochodnych

Nazwa związku	**Wzór związku**	**Temperatura wrzenia,** $(p = 1013\ \mathrm{hPa})$, $[^\circ\mathrm{C}]$	**Gęstość cieczy** $(20^\circ\mathrm{C})$, $\left[\frac{\mathrm{g}}{\mathrm{cm}^3}\right]$
metan	CH_4	-162	gaz
jodometan	CH_3I	43	2,279
bromometan	CH_3Br	5	gaz
chlorometan	CH_3Cl	-24	gaz
dichlorometan	CH_2Cl_2	40	1,340
trichlorometan	$CHCl_3$	61	1,500
tetrachlorometan	CCl_4	76	1,630
etan	C_2H_6	-89	gaz
chloroetan	C_2H_5Cl	12	gaz
bromoetan	C_2H_5Br	38	1,430
jodoetan	C_2H_5I	72	1,973
propan	C_3H_8	-42	gaz
1-chloropropan	C_3H_7Cl	47	0,890
1-bromopropan	C_3H_7Br	71	1,353
1-jodopropan	C_3H_7I	102	1,747
butan	C_4H_{10}	1	gaz
1-chlorobutan	C_4H_9Cl	78	0,884

Nazwa związku	Wzór związku	Temperatura wrzenia, ($p = 1013$ hPa), [$^\circ$C]	Gęstość cieczy (20°C), [$\frac{g}{cm^3}$]
1-bromobutan	C_4H_9Br	102	1,275
1-jodobutan	C_4H_9I	127	1,617
pentan	C_5H_{12}	36	0,626
1-chloropentan	$C_5H_{11}Cl$	106	0,883
1-bromopentan	$C_5H_{11}Br$	108	1,223
1-jodopentan	$C_5H_{11}I$	156	1,517
benzen	C_6H_6	80	0,874
chlorobenzen	C_6H_5Cl	132	1,110
bromobenzen	C_6H_5Br	156	1,500
jodobenzen	C_6H_5I	189	1,830

Źródło: Czerwińska A., Czerwiński A., i in., *Chemia – podręczniki dla liceum ogólnokształcącego, profilowanego i technikum. Zakres rozszerzony*, Warszawa 2019.

Polecenie 1

Porównaj temperatury wrzenia poszczególnych związków z ich masami molowymi. Czy widzisz jakąś korelację pomiędzy tymi wielkościami?

Temperatura wrzenia

Fluorowcopochodne węglowodorów mają znacznie **wyższe temperatury wrzenia** od węglowodorów o tej samej liczbie atomów węgla w cząsteczce. Wynika to z obecności fluorowca o stosunkowo dużej masie atomowej, co przekłada się na ich większą masę cząsteczkową. Można również zauważyć, że **temperatura wrzenia wzrasta** wraz z **wydłużaniem się łańcucha alkilowego** w cząsteczce halogenopochodnych alkanów. Wynika z tego fakt, iż większość halogenopochodnych alkanów w temperaturze pokojowej to ciecze o dość wysokiej temperaturze wrzenia.

Gęstość

Większość halogenków alkilowych to ciecze o gęstości znacznie większej od gęstości węglowodorów o tej samej liczbie atomów węgla w cząsteczce. Można również zauważyć, że **gęstość cieczy maleje** wraz z wydłużaniem się łańcucha alkilowego w cząsteczce halogenopochodnych alkanów, ponieważ zmniejsza się udział masy halogenku w masie cząsteczki halogenpochodnego alkanu.

Moment dipolowy

Fluorowcopochodne alkanów mają budowę przestrzenną, zbliżoną do budowy odpowiadających im węglowodorów. Wiązanie pojedyncze sigma węgiel – fluorowiec, utworzone przez orbital zhybrydyzowany atomu węgla oraz orbital atomu fluorowca, różni się jednak dość istotnie od wiązania węgiel – wodór. Atom fluorowca odznacza się dużą elektroujemnością i stanowi biegun ujemny dipolu, przyciągając w swoim kierunku chmurę elektronową (w chemii organicznej mówimy, że wywiera ujemny efekt indukcyjny).
W wyniku działania tego efektu powstaje wiązanie kowalencyjne spolaryzowane, które powoduje pojawienie się na atomie fluorowca cząstkowego ładunku ujemnego (oznaczonego jako -δ). Z kolei atom węgla jest obdarzony cząstkowym ładunkiem dodatnim (oznaczonym jako +δ).

Tabela 2. Właściwości wiązań węgiel-wodór i węgiel-halogen

Wiązanie	**Długość** $[\mathrm{pm}]$	**Energia** $\left[\frac{\mathrm{kJ}}{\mathrm{mol}}\right]$
$\mathrm{C-H}$	110	435
$\mathrm{C-F}$	137	453
$\mathrm{C-Cl}$	177	352
$\mathrm{C-Br}$	191	293
$\mathrm{C-I}$	212	235

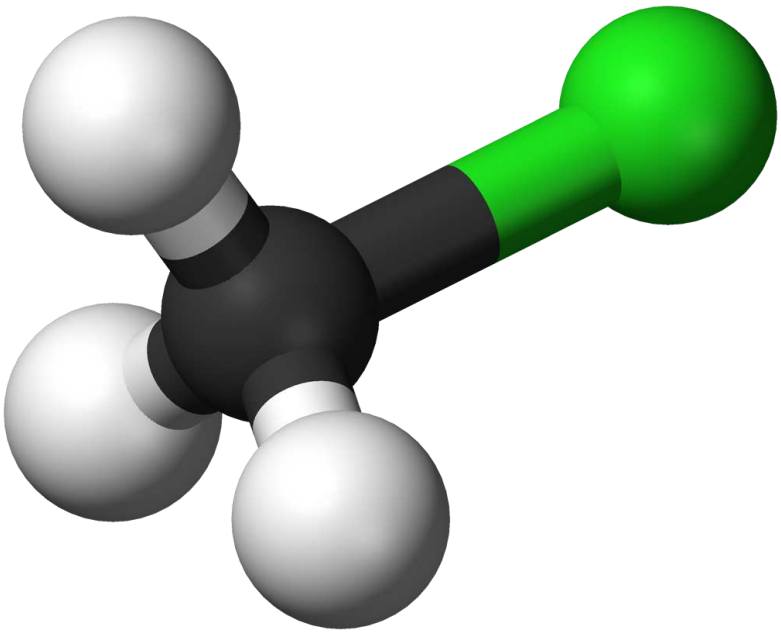
Źródło: Czerwińska A., Czerwiński A., i in., *Chemia – podręczniki dla liceum ogólnokształcącego, profilowanego i technikum. Zakres rozszerzony*, Warszawa 2019..

Tabela 3. Moment dipolowy monohalogenopochodnych metanu

Nazwa	**Wzór**	**Moment dipolowy** $[\mathrm{D}]$
fluorometan	CH_3F	1,81
chlorometan	CH_3Cl	1,87

Nazwa	Wzór	Moment dipolowy [D]
bromometan	CH_3Br	1,73
jodometan	CH_3I	1,64

Źródło: Czerwiński A., Czerwińska A., i in., *Chemia – podręczniki dla liceum pgólnokształcącego, profilowanego i technikum. Zakres rozszerzony*, Warszawa 2019..



Model monohalogenopochodnej metanu. Zielona kulka symbolizuje atom: jodu, chloru, bromu lub fluoru, szare atomy wodoru, a czarna - atom węgla.
Źródło: dostępny w internecie: commons.wikimedia.org, domena publiczna.

Warto zwrócić uwagę na małe różnice momentów dipolowych, mimo dużej różnicy elektroujemności atomów budujących wiązanie. Dla przykładu, różnica elektroujemności atomów dla wiązania $C-F$ wynosi 1,4 (w skali Paulinga), zaś dla wiązania $C-I$ różnica ta wynosi 0,1. Należy jednak zaznaczyć, że mówimy tu o zmianach momentu dipolowego całej cząsteczki, a nie samego wiązania węgiel-fluorowiec. W przypadku wyznaczania momentu dipolowego dla całej cząsteczki, znaczenie ma także długość wiązań oraz elektroujemność wszystkich atomów tworzących cząsteczkę. Wiązania $C-H$ są znacząco krótsze od wiązania $C-I$, a także elektroujemność atomów wodoru jest mniejsza niż atomu jodu. Z tego powodu gęstość elektronowa jest większa w okolicy wiązania $C-I$ i mniejsza w okolicach wiązań $C-H$, co przekłada się na posiadanie przez cząsteczkę jodometanu niezerowego momentu dipolowego. Należy zatem pamiętać, że polarności cząsteczki nie można interpretować tylko na podstawie różnicy elektroujemności poszczególnych atomów tworzących wiązanie.

Przeanalizujmy, jak zmienia się moment dipolowy, a więc polarność związku na przykładzie chloropochodnych metanu.

Tabela 4. Moment dipolowy chloropochodnych metanu.

Nazwa	Wzór	Moment dipolowy [D]
chlorometan	CH_3Cl	1,87
dichlorometan	CH_2Cl_2	1,55
trichlorometan	$CHCl_3$	1,15
tetrachlorometan	CCl_4	0

Widać tu prostą zależność: zwiększenie liczby atomów chloru w cząsteczce metanu powoduje, że moment dipolowy cząsteczki maleje, a tym samym polarność cząsteczki związku zmniejsza się. Wynika to z rosnącej równomierności w rozkładzie gęstości elektronowej wokół cząsteczki. W momencie, gdy wszystkie atomy wodoru są zamienione na atomy halogenu, związek nie jest już dipolem i przestaje być polarny, gdyż cząsteczka tetrachlorometanu, podobnie jak cząsteczka metanu, jest symetryczna i nie występuje w niej niesymetryczny rozkład gęstości elektronowej.

Ciekawostka

Halogenki alkilowe wykazują dużą aktywność chemiczną. Dzieje się tak na skutek dużej różnicy elektroujemności atomu węgla i atomu fluorowca. Następuje wtedy przesunięcie wspólnej pary elektronowej w kierunku atomu halogenu. Najsilniejsze wiązania kowalencyjne spolaryzowane tworzy fluor, a najsłabsze jod. Zatem łatwo można przewidzieć, że najłatwiej reakcjom substytucji i eliminacji ulegają jodopochodne, a najtrudniej chloropochodne. Fluorowe związki wykazują wręcz bierność w tych reakcjach. Polarność wiązania niesie bardzo duże konsekwencje w reaktywności tych związków.

Rozpuszczalność

Wszystkie halogenopochodne (choć większość to związki polarne) bardzo słabo rozpuszczają się w wodzie z powodu braku części hydrofilowej oraz faktu, że nie tworzą wiązań wodorowych między swoimi cząsteczkami, jak też z cząsteczkami wody. Dobrze natomiast rozpuszczają się w większości rozpuszczalników organicznych, np. w węglowodorach, alkoholach, acetonie czy benzenie. Warto zwrócić uwagę, że same stanowią dobre rozpuszczalniki dla wielu substancji – między innymi dla tłuszczów.

Podsumowanie

Temperatura wrzenia halogenopochodnych:

- wzrasta wraz ze zwiększaniem się masy atomowej fluorowca
- wzrasta wraz ze zwiększaniem się liczby atomów węgla w cząsteczce
- wzrasta wraz ze zwiększaniem się liczby atomów fluorowca

Gęstość halogenopochodnych:

- wzrasta wraz ze zwiększaniem się masy atomowej fluorowca
- zmniejsza się wraz ze zwiększaniem się liczby atomów węgla w cząsteczce
- wzrasta wraz ze zwiększaniem się liczby atomów fluorowca

Polarność:

- maleje wraz ze zwiększaniem się liczby atomów fluorowca
- nie zależy bezpośrednio od różnicy elektroujemności atomu fluorowca i atomu węgla

Rozpuszczalność:

- są bardzo dobrze rozpuszczalne w rozpuszczalnikach organicznych
- są bardzo słabo rozpuszczalne w wodzie

Ciekawostka

Nietoksyczne gazy – potencjalnymi mordercami wszystkich ludzi.

Czy to w ogóle możliwe, aby gazy, które w bezpośredni sposób nie są toksyczne dla człowieka, mogły przyczynić się do masowego wymierania ludzi na całej planecie? Otóż możliwe! Gazami, o których mowa są freony. Te z pozoru niewinne gazy przez wiele lat cieszyły się niemałą popularnością i znajdowały zastosowanie jako środek chłodzący, gaz nośny w aerozolowych kosmetykach oraz były wykorzystywane do produkcji spienionych polimerów. Najpopularniejszym freonem bez wątpienia był dichlorodifluorometan – jeden z przedstawicieli omawianych halogenków alkilowych. Na szczęście naukowcy w porę zorientowali się, że freony są bardzo szkodliwe dla środowiska naturalnego. Po przejściu do ozonosfery freony rozkładają się pod wpływem promieniowania ultrafioletowego na pierwiastki: węgiel, fluor i chlor. Swobodne jony chlorowe są katalizatorami rozkładu ozonu na zwykły tlen dwuatomowy. Emisja tych gazów jest zatem główną przyczyną zanikania warstwy ozonowej Ziemi. W konsekwencji doprowadziło to do mniejszego pochłaniania promieniowania ultrafioletowego docierającego do naszej planety. Należy pamiętać, że promieniowanie to jest bardzo szkodliwe i niebezpieczne dla organizmów żywych, ponieważ może doprowadzić do poparzeń skóry, modyfikować materiał genetyczny i wywoływać zmiany nowotworowe. Ostatnie wyniki analiz, opracowane na podstawie przeprowadzonych symulacji komputerowych sugerują, że stężenie tych substancji miało i ma wpływ również na zwiększenie tempa wzrostu

średniej temperatury w obszarach podbiegunowych, co przekłada się bezpośrednio na tempo topnienia pokrywy lodowej. Związane jest to z fizycznymi własnościami freonów, które są gazami cieplarnianymi o efektywności wielokrotnie większej niż choćby dwutlenek węgla. Obecnie wprowadzano zakaz używania tych gazów w trosce o środowisko naturalne i nasze zdrowie.

Słownik

freony

(ang. CFC – *chlorofluorocarbons*) grupa chloro i fluoropochodnych węglowodorów alifatycznych, których emisja do środowiska jest jedną z głównych przyczyn zanikania warstwy ozonowej w atmosferze Ziemi

temperatura wrzenia

określona temperatura dla danego ciśnienia, w której ciecz paruje całą swoją objętością

moment dipolowy

wektorowa wielkość fizyczna charakteryzująca dipol elektryczny; występuje w przypadku nierównomiernego rozmieszczenia ładunku dodatniego i ujemnego w cząsteczkach

polarność

właściwość induwiduów chemicznych, które posiadają niezerowy wypadkowy moment dipolowy

Bibliografia

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

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

Symulacja interaktywna

Symulacja 1

Czy wiesz, jak obecność fluorowca wpływa na właściwości fizyczne węglowodorów? By się tego dowiedzieć, przeprowadź poniższą symulację, a następnie rozwiąż ćwiczenia sprawdzające.

Zasób interaktywny dostępny pod adresem https://zpe.gov.pl/a/DlKnBHaa9

Symulacja interaktywna pt. *Jak obecność fluorowca wpływa na właściwości fizyczne związku?*
Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Ćwiczenie 1

Wybierz poprawne dokończenie poniższego zdania.
Temperatura wrzenia trichlorometanu wynosi:

- ◯ $-19^{\circ}\mathrm{C}$.
- ◯ $61{,}2^{\circ}\mathrm{C}$.
- ◯ $-80^{\circ}\mathrm{C}$.
- ◯ $115^{\circ}\mathrm{C}$.

Ćwiczenie 2

Uzupełnij luki w poniższym tekście odpowiednimi wyrażeniami.

Temperatura topnienia heksabromoetanu jest _____ od temperatura topnienia metanu i wynosi od _____ do _____.

$90^{\circ}\mathrm{C}$ | $-75^{\circ}\mathrm{C}$ | $155^{\circ}\mathrm{C}$ | $160^{\circ}\mathrm{C}$ | wyższa | $100^{\circ}\mathrm{C}$ | $-60^{\circ}\mathrm{C}$ | niższa

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:

Ćwiczenie 1

Tabela 1. Właściwości fizyczne wybranych węglowodorów i halogenopochodnych

Nazwa związku	Wzór związku	Temperatura wrzenia, $(p = 1013\ \mathrm{hPa})$, $[^\circ\mathrm{C}]$	Gęstość cieczy $(20^\circ\mathrm{C})$, $\left[\frac{\mathrm{g}}{\mathrm{cm}^3}\right]$
metan	CH_4	-162	gaz
jodometan	CH_3I	43	$2{,}279$
bromometan	CH_3Br	5	gaz
chlorometan	CH_3Cl	-24	gaz
dichlorometan	CH_2Cl_2	40	$1{,}340$
trichlorometan	$CHCl_3$	61	$1{,}500$
tetrachlorometan	CCl_4	76	$1{,}630$
etan	C_2H_6	-89	gaz

Nazwa związku	Wzór związku	Temperatura wrzenia, $(p = 1013\ \mathrm{hPa})$, $[^\circ\mathrm{C}]$	Gęstość cieczy $(20^\circ\mathrm{C})$, $\left[\frac{\mathrm{g}}{\mathrm{cm}^3}\right]$
chloroetan	C_2H_5Cl	12	gaz
bromoetan	C_2H_5Br	38	1,430
jodoetan	C_2H_5I	72	1,973
propan	C_3H_8	−42	gaz
1-chloropropan	C_3H_7Cl	47	0,890
1-bromopropan	C_3H_7Br	71	1,353
1-jodopropan	C_3H_7I	102	1,747
butan	C_4H_{10}	1	gaz
1-chlorobutan	C_4H_9Cl	78	0,884

Nazwa związku	Wzór związku	Temperatura wrzenia, $(p = 1013\ \mathrm{hPa})$, $[^\circ\mathrm{C}]$	Gęstość cieczy $(20^\circ\mathrm{C})$, $\left[\frac{\mathrm{g}}{\mathrm{cm}^3}\right]$
1-bromobutan	C_4H_9Br	102	1,275
1-jodobutan	C_4H_9I	127	1,617
pentan	C_5H_{12}	36	0,626
1-chloropentan	$C_5H_{11}Cl$	106	0,883
1-bromopentan	$C_5H_{11}Br$	108	1,223
1-jodopentan	$C_5H_{11}I$	156	1,517
benzen	C_6H_6	80	0,874
chlorobenzen	C_6H_5Cl	132	1,110
bromobenzen	C_6H_5Br	156	1,500

Nazwa związku	Wzór związku	Temperatura wrzenia, $(p = 1013\ \mathrm{hPa})$, $[^\circ\mathrm{C}]$	Gęstość cieczy $(20^\circ\mathrm{C})$, $\left[\frac{\mathrm{g}}{\mathrm{cm}^3}\right]$
jodobenzen	C_6H_5I	189	1,830

Źródło: Czerwiński A., Czerwińska A., i in., *Chemia – podręczniki dla liceum ogólnokształcącego, profilowanego i technikum, Zakres rozszerzony*, Warszawa 2019.

Wskaż nazwę halogenopochodnej, która spośród wymienionych ma najwyższą temperaturę wrzenia.

- jodometan
- jodoetan
- jodobenzen
- 1-jodopentan

Ćwiczenie 2

Wskaż zdanie prawdziwe.

- Chlorometan w temperaturze pokojowej jest cieczą.
- Temperatura wrzenia rośnie wraz ze wzrostem liczby atomów halogenu w cząsteczce.
- Im wyższa temperatura wrzenia halogenopochodnej, tym mniejsza gęstość.

Ćwiczenie 3

Uzupełnij podpisy pod strzałkami, wpisując "wzrost" lub "zmniejszenie", tak aby wskazywały odpowiednie zależności właściwości fizycznych.

$\xrightarrow{\text{wzrost masy atomowej halogenu}}$

[ ] temperatury wrzenia, [ ] gęstości

$\xrightarrow{\text{wzrost liczby atomów halogenów w cząsteczce}}$

[ ] temperatury wrzenia, [ ] gęstości

$\xrightarrow{\text{wzrost liczby atomów węgla w cząsteczce}}$

[ ] temperatury wrzenia, [ ] gęstości

Ćwiczenie 4

Zaznacz odpowiednie słowa, tak aby tekst niósł ze sobą poprawną informację.

Lotność chloropochodnych metanu [zmniejsza się ☐], [zwiększa się ☐], [nie zmienia się ☐], [zmienia się w sposób nieregularny ☐] wraz ze wzrostem ilości chloru w cząsteczce. Chlorometan w temperaturze $25\,^{\circ}\mathrm{C}$ jest [cieczą ☐], [ciałem stałym ☐], [gazem ☐] jednak już dichlorometan w tej samej temperaturze jest [ciałem stałym ☐], [gazem ☐], [cieczą ☐]. Zarówno trichlorometan, jak i tetrachlorometan mają gęstość [większa ☐], [mniejszą ☐], [taką samą ☐] w porównaniu do gęstości wody.

Ćwiczenie 5

Na podstawie zamieszczonych poniżej informacji odpowiedz, jaka jest nazwa tego związku chemicznego.

W swojej strukturze zawiera tylko trzy różne pierwiastki.

W temperaturze wrzenia wody nadal jest cieczą.

Masa $250\ \mathrm{cm}^3$ tego związku wynosi więcej niż $310\ \mathrm{g}$.

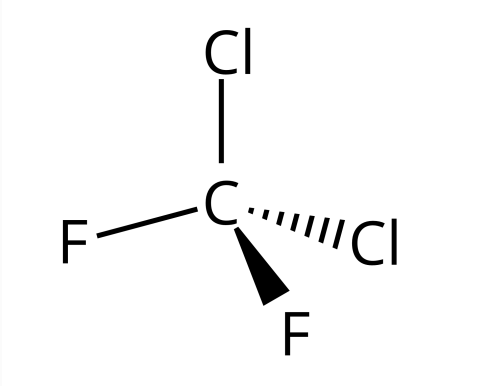
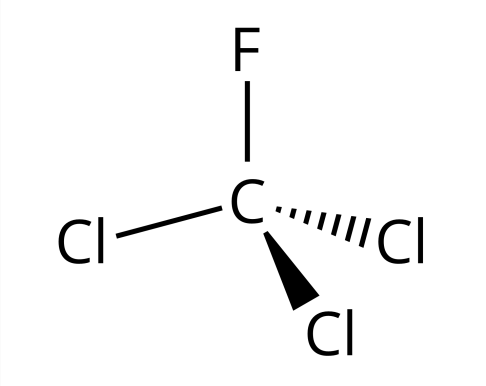
Jest halogenkiem arylowym.

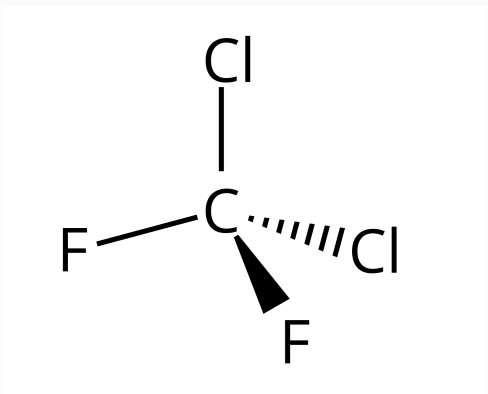
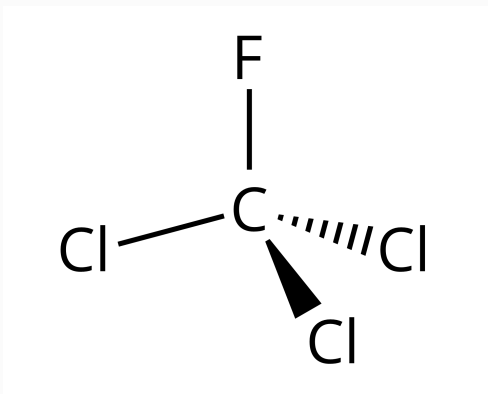
Atom fluorowca stanowi 51% masy całej cząsteczki tego związku.

Związek to _____.

Ćwiczenie 6

Zapoznaj się z poniższą tabelą, a następnie wykonaj polecenie.

Wzór	 Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.	 Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.
Nazwa systematyczna	dichlorodifluorometan	trichlorofluorometan
Inne nazwy	freon-12, CFC-12, R-12	freon-11, CFC-11, R-11
Masa molowa	$120{,}91\ \frac{\mathrm{g}}{\mathrm{mol}}$	$137{,}36\ \frac{\mathrm{g}}{\mathrm{mol}}$
Barwa	bezbarwna	bezbarwna
Gęstość	$1{,}4883\ \frac{\mathrm{g}}{\mathrm{cm}^3}$	$1{,}4879\ \frac{\mathrm{g}}{\mathrm{cm}^3}$
Temperatura topnienia	$-158^\circ\mathrm{C}$	$-110^\circ\mathrm{C}$

Wzór	 Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.	 Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.
Temperatura wrzenia	$-30^{\circ}\mathrm{C}$	$23{,}7^{\circ}\mathrm{C}$

Na podstawie powyższej tabeli wskaż zdania fałszywe.

- [ ] Większą masę molową ma ten związek, który ma większą lotność.
- [ ] Freony to przedstawiciele najprostszych halogenków arylowych.
- [ ] Gęstość tych halogenopochodnych w przybliżeniu jest sobie równa.
- [ ] Zarówno freon-11, jak i freon-12 mają taki sam skład pierwiastkowy.
- [ ] Wymienione freony w temperaturze $0^{\circ}\mathrm{C}$ to bezbarwne gazy.

Ćwiczenie 7

Którego związku dotyczą zdania? Pogrupuj.

$\mathrm{CFC\text{-}11}$

$\mathrm{CFC\text{-}12}$

$\mathrm{CFC\text{-}11}$ i $\mathrm{CFC\text{-}12}$

- Substancja łatwopalna.
- Halogenopochodna metanu.
- Bezbarwna ciecz w temperaturze $10\,^{\circ}\mathrm{C}$.
- Jest gazem w temperaturze zamarzania wody.
- Gęstość większa od gęstości wody.

Ćwiczenie 8

Przygotowano $350\ \mathrm{cm}^3$ freonu-11 w temperaturze $-50\,^{\circ}\mathrm{C}$, który następnie rozpuszczono w odpowiednim rozpuszczalniku organicznym. Oblicz, jakie było stężenie molowe tego roztworu, jeśli wiesz, że otrzymano $1040\ \mathrm{g}$ roztworu o gęstości $1{,}23\ \frac{\mathrm{g}}{\mathrm{cm}^3}$. Do obliczeń wykorzystaj poniższe dane:

- masa molowa freonu-11: $137{,}36\ \frac{\mathrm{g}}{\mathrm{mol}}$;
- gęstość freonu-11: $1{,}4879\ \frac{\mathrm{g}}{\mathrm{cm}^3}$.

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 9

Dane są trzy związki chemiczne, należące do grupy halogenopochodnych alkanów.

- **Związek** I
  Jest to związek chemiczny zawierający kolejno $29{,}3\%$ masowych węgla, $5{,}7\%$ masowych wodoru oraz brom.
- **Związek** II
  Jest to monohalogenopochodna alkanu o masie molowej $109\ \frac{\mathrm{g}}{\mathrm{mol}}$, której ok. $73{,}4\%$ stanowi masa odpowiedniego fluorowca.
- **Związek** III
  Jest to monobromopochodna alkanu o masie cząsteczkowej równej $137\ \mathrm{u}$.

A. W oparciu o odpowiednie obliczenia, ustal wzory sumaryczne związków chemicznych I, II oraz III.

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

B. Uporządkuj rozpatrywane w zadaniu związki chemiczne I, II oraz III, zgodnie ze wzrastającymi temperaturami wrzenia. Załóż, że atomy węgla w cząsteczkach związków I, II oraz III połączone są w proste, nierozgałęzione łańcuchy i że w każdej wspomnianej cząsteczce, atom fluorowca znajduje się przy pierwszym atomie węgla.

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

C. Odwołując się do budowy cząsteczek związków I, II oraz III wyjaśnij krótko, z czego wynikają zaprezentowane powyżej zmiany temperatur wrzenia tych związków.

Dla nauczyciela

Scenariusz zajęć

Autor: Jakub Skuta, Krzysztof Błaszczak

Przedmiot: chemia

Temat: Jak obecność fluorowca wpływa na właściwości fizyczne związku?

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

Podstawa programowa:

Poziom podstawowy i rozszerzony

Wymagania ogólne

I. Pozyskiwanie, przetwarzanie i tworzenie informacji. Uczeń:

1) pozyskuje i przetwarza informacje z różnorodnych źródeł z wykorzystaniem technologii informacyjno-komunikacyjnych;

3) konstruuje wykresy, tabele i schematy na podstawie dostępnych informacji.

II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Uczeń:

1) opisuje właściwości substancji i wyjaśnia przebieg procesów chemicznych;

4) wskazuje na związek między właściwościami substancji a ich budową chemiczną.

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:

- stosuje podstawowe wiadomości dotyczące właściwości halogenków alkilowych;

- wnioskuje, jakie właściwości fizyczne ma związek na podstawie jego budowy chemicznej;
- analizuje tablice chemiczne oraz wykresy;
- wskazuje różnice między właściwościami poszczególnych halogenopochodnych.

Strategie nauczania:

- asocjacyjna.

Metody i techniki nauczania:

- dyskusja dydaktyczna;
- analiza materiału źródłowego;
- gra edukacyjna;
- ćwiczenia uczniowskie;
- symulacja interaktywna;
- róża wiatrów.

Formy pracy:

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

Środki dydaktyczne:

- komputery z głośnikami, słuchawki i dostępem do Internetu;
- zasoby multimedialne zawarte w e-materiale;
- tablica interaktywna/tablica, pisak/kreda;
- cztery tablice chemiczne;
- cztery kartki papieru;

Przebieg zajęć

Faza wstępna:

1. Zaciekawienie i dyskusja. Nauczyciel zadaje uczniom pytanie: „Czy zmieniając jeden atom wodoru w cząsteczce węglowodoru na atom innego pierwiastka możemy zmienić jego właściwości fizyczne”?
2. Rozpoznanie wiedzy wyjściowej uczniów. Uczniowie starają się odpowiedzieć na pytanie: „Jakie właściwości fizyczne mogą ulec zmianie na skutek zamiany atomu wodoru na atom fluorowca w cząsteczce węglowodoru”?
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 dzieli losowo uczniów na cztery grupy, rozdaje arkusze papieru A4/A3, mazaki, tablice chemiczne. Uczniowie w grupach samodzielnie próbują znaleźć zależności właściwości fizycznych halogenków alkilowych i arylowych:

- grupa I – temperatura wrzenia;
- grupa II – gęstość;
- grupa III – rozpuszczalność;
- grupa IV – polarność (moment dipolowy).

Uczniowie mogą korzystać z różnych dostępnych źródeł informacji. Należy zwrócić uwagę uczniom na wiarygodność źródeł i na wszechobecność treści błędnych i często sprzecznych w Internecie. Uczniowie zapisują swoje spostrzeżenia, wnioski oraz źródła, z jakich korzystali na arkuszach papieru. Nauczyciel monitoruje przebieg pracy uczniów, wspiera ich. Po wyznaczonym czasie liderzy grup/wskazani uczniowie prezentują efekty pracy na forum klasy. Nauczyciel weryfikuje poprawność merytoryczną wypowiedzi uczniów, koryguje je bądź uzupełnia, krótko podsumowuje wnioski.

2. Uczniowie dzielą się na pary. Nauczyciel rozdaje każdej parze karty do gry w chemiczną wojnę. Na każdej karcie jest wzór albo nazwa prostego halogenku alkilowego. Zasady gry:

- uczniowie dzielą karty na dwie równe części;
- odkrywając kartę, jeden z uczniów decyduje na jaką właściwość związku (temperaturę topnienia czy gęstość) będzie odbywał się pojedynek;
- wygrywa ten uczeń , który ma wyższą wartość wskazanej właściwości (np. temperaturę wrzenia) zabiera dwie karty i odkłada na bok.
  Uczniowie samodzielnie rozstrzygają na podstawie wiedzy z lekcji, która karta wygrywa. Ważne, że uczniowie nie muszą znać konkretnych wartości liczbowych, lecz znają zależności. W razie wątpliwości mogą skorzystać z tablic chemicznych lub podręcznika aby jednoznacznie rozstrzygnąć, która karta wygrywa. Wygrywa ten uczeń, który zbierze wszystkie karty przeciwnika.

3. Nauczyciel poleca samodzielna pracę z symulacją interaktywną przedstawiającą wpływ obecności fluorowca na właściwości fizyczne organicznego związku chemicznego. Uczniowie zapoznają się z poleceniem i wykonują zawarte w medium ćwiczenia.
4. Uczniowie samodzielnie sprawdzają swoją wiedzę wykonując ćwiczenia zawarte w e-materiale w sekcji „Przeczytaj".

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 na podsumowanie, po wcześniej analizie.

Praca domowa:

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

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania multimedium:

Symulacja interaktywna może być wykorzystana przez uczniów podczas przygotowywania się do lekcji czy pracy kontrolnej. Uczniowie nieobecni na lekcji mogą medium wykorzystać w ramach samokształcenia do uzupełnienia luk kompetencyjnych.

Materiały pomocnicze:

1. Nauczyciel przygotowuje arkusze papieru A4/A3, mazaki, pocięte kartki papieru technicznego (karty do gry):

Plik o rozmiarze 314.37 KB w języku polskim

2. 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 umieszcza 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. Linię 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.