



Węglowodory nasycone – alkany

Węglowodory nasycone – alkany

Roztwór nasycony to taki, w którym w danych warunkach (temperatury i ciśnienia) rozpuszczono maksymalną ilość substancji, jaka wynika z jej rozpuszczalności.

Określenie „nasycony” jest również używane w innym znaczeniu – w odniesieniu do opisu niektórych związków organicznych. Dlaczego? Ponieważ to z kolei wiąże się z ich budową. Przeanalizujmy ją zatem.

Aby zrozumieć poruszane w tym materiale zagadnienia, przypomnij sobie:

- położenie atomu węgla w układzie okresowym;
- konfigurację elektronową atomu węgla;
- definicję i sposób tworzenia wiązania kowalencyjnego;
- definicję węglowodorów;
- naturalne źródła węglowodorów.

Nauczysz się

- definiować terminy **alkany** i **węglowodory nasycone**;
- tworzyć wzór ogólny szeregu homologicznego alkanów;
- wyznaczać wzór sumaryczny dowolnego alkanu o podanej liczbie atomów węgla lub wodoru w cząsteczce;
- rysować wzory strukturalne i półstrukturalne cząsteczek alkanów;
- konstruować modele cząsteczek alkanów.

1. Metan

Położenie węgla w układzie okresowym (14 grupa) wskazuje na to, że każdy z atomów węgla posiada 4 elektrony walencyjne. Dążąc do uzyskania korzystnej energetycznie

konfiguracji elektronowej najbliższego gazu szlachetnego (neonu), atom węgla może uwspólnić elektrony walencyjne maksymalnie z czterema innymi atomami. Tym samym atom węgla może z innymi atomami utworzyć cztery wiążące pary elektronowe – cztery wiązania kowalencyjne.

W związku z powyższym, w związkach organicznych atomy węgla są zawsze czterowartościowe – mogą utworzyć maksymalnie cztery wiązania chemiczne.

Najprostszym pod względem budowy węglowodorem jest metan o wzorze sumarycznym CH_4 . Cząsteczka metanu zbudowana jest z jednego atomu węgla i czterech atomów wodoru.

Wszystkie wiązania między atomem węgla i atomami wodoru są takie same (są to wiązania pojedyncze, a kąty pomiędzy nimi wynoszą $109^\circ 28'$).

Polecenie 1

Wykorzystując zestaw modeli atomów lub kolorową plastelinę i wykałaczki (lub zapalki), w oparciu o powyższe wiadomości skonstruuj model cząsteczki metanu.

Metan powstaje w warunkach beztlenowych podczas rozkładu materii organicznej. Jest głównym składnikiem [gazu ziemnego](#), na terenach bagiennych wydzielą się jako gaz błotny. Metan towarzyszy również złożom węgla kopalnego (będąc jedną z przyczyn wybuchów w kopalniach) oraz złożom ropy naftowej. Źródłem metanu są także wysypiska śmieci. Produkują go również zwierzęta przeżuwające (bydło, owce).

Ciekawostka

Pierwsze na świecie udane wydobycie gazu z hydratów metanu

Prawie pół wieku temu odkryto znaczne ilości „zamrożonego” metanu na dnie oceanów. Jednak dopiero w 2013 r. udało się wydobyć gaz z hydratów metanu, zwanych „płonącym lub metanowym lodem”. Nie było to proste zadanie, ponieważ przy wydobyciu metan może w sposób niekontrolowany wydostawać się w postaci „bąbelków”, zwiększając emisję gazu cieplarnianego i jednocześnie zabierając organizmom wodnym duże ilości tlenu. Rządy USA, Kanady, Norwegii, Chin i Japonii zaczęły inwestować w opracowanie technologii, które miały

pozwolić wydobyć „metan uwięziony w lodzie”. W USA wykonano już nawet testowe instalacje do eksploatacji hydratów metanu w pobliżu Alaski, ale to Japończycy pierwsi ogłosili o swoim powodzeniu.

Źródło: *Japończycy wydobyli gaz z hydratów metanu*, eko.org.pl, 5.04.2013, [dostęp: 19.03.2021]; *Hydraty – paliwo przyszłości?*, wiz.pl, 25.02.2013, [dostęp: 19.03.2021].



Złóża zmrożonego metanu

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

*Hydraty metanu – to szczelnej budowy struktury krystaliczne, złożone z molekuł metanu zamkniętych w klatkach cząsteczek wody.

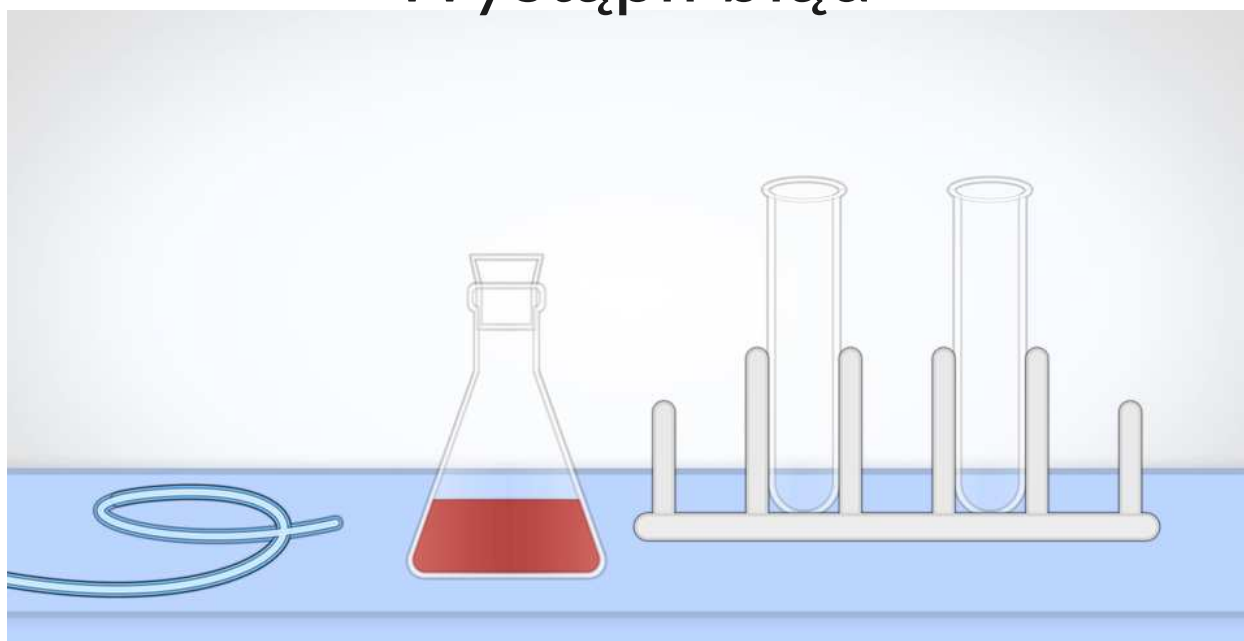
Doświadczenie 1

Sprawdź, w jaki sposób metan zachowuje się wobec wody bromowej.

W tym celu wykonaj doświadczenie. Wybierz hipotezę, napisz obserwacje oraz sformułuj odpowiedni wniosek.

Jeśli nie masz możliwości samodzielnego przeprowadzenia doświadczenia, zapoznaj się z poniższym materiałem filmowym obrazującym jego przebieg.

Wystąpił błąd



Film dostępny pod adresem </preview/resource/R1Pmw7FoxTWhn>

Film pt. *Badanie reaktywności metanu*

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

W filmie zaprezentowano przebieg doświadczenia, w którym zbadano reaktywność metanu względem wody bromowej. W filmie przedstawiono niezbędne szkło i sprzęt laboratoryjny do przeprowadzenia doświadczenia.

Polecenie 2

Napisz obserwacje oraz wniosek do przeprowadzonego doświadczenia.

2. Węglowodory nasycone

Metan należy do grupy związków chemicznych nazywanych węglowodorami nasyconymi. [Węglowodory nasycone](#) to takie, w których cząsteczkach, pomiędzy atomami, znajdują się wyłącznie wiązania pojedyncze. Przez analogię do definicji roztworu nasyconego możemy powiedzieć, że węglowodory nasycone to takie, w których cząsteczkach znajduje się maksymalna liczba wiązań pojedynczych (atomy węgla w tych cząsteczkach są “wysyczone” wiązaniami pojedynczymi). W związku z tym, że wiązania pojedyncze mają dużą trwałość (trudno je rozerwać), węglowodory nasycone są związkami chemicznymi o małej reaktywności.

Metan jest pierwszym i najprostszym przedstawicielem alkanów. [Alkany](#) to węglowodory nasycone, których cząsteczki zbudowane są z łańcuchów utworzonych z atomów węgla i wodoru. Atomy węgla w cząsteczkach alkanów połączone są ze sobą wyłącznie za pomocą wiązań pojedynczych.

Jak już wspomniano, metan jest jednym ze składników gazu ziemnego. Oprócz metanu składnikami gazu ziemnego są m.in. kolejne węglowodory o nazwach: **etan**, **propan**, **butan**. Wymienione związki chemiczne, tak samo jak metan, należą do grupy alkanów. Ich cząsteczki zbudowane są z łańcuchów utworzonych kolejno z dwóch, trzech oraz czterech atomów węgla. Do tych atomów węgla przyłączone są za pomocą wiązań pojedynczych atomy wodoru. Począwszy od alkanu, zbudowanego z pięciu atomów węgla, czyli pentanu, nazwy alkanów, zbudowanych z cząsteczek o prostych (nierozgałęzionych) łańcuchach węglowych, tworzy się od greckich liczebników: *penta-* (pięć), *heksa-* (sześć) itd. (oznaczających liczbę atomów węgla w cząsteczce) przez dodanie przyrostka **-an**.

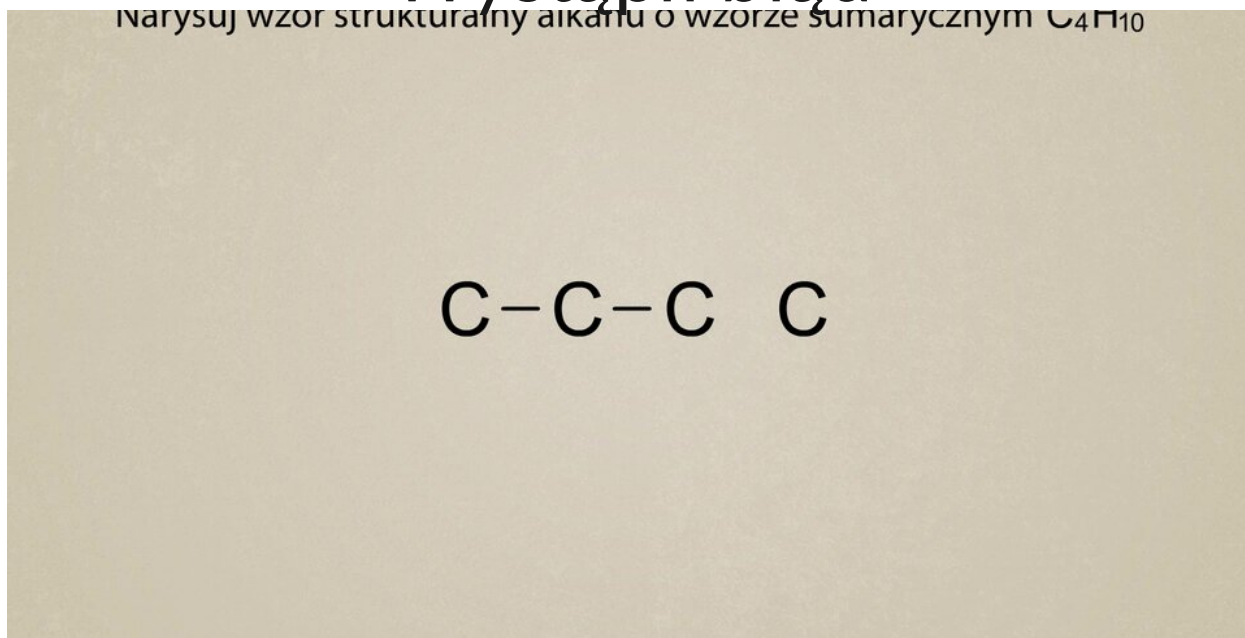
Polecenie 3

Aby przedstawiać budowę cząsteczek alkanów, posługujemy się wzorami strukturalnymi oraz półstrukturalnymi. Wzory strukturalne ukazują wszystkie wiązania obecne w cząsteczkach alkanów (zarówno wiązania pomiędzy sąsiednimi atomami węgla, jak i wiązania pomiędzy atomami węgla i wodoru). Wzory półstrukturalne (grupowe) ukazują wyłącznie wiązania pomiędzy atomami węgla w cząsteczkach.

Polecenie 4

Zapoznaj się z poniższą animacją, a dowiesz się, w jaki sposób należy zapisać wzór strukturalny i półstrukturalny alkanu, którego cząsteczki zbudowane są z czterech atomów węgla, połączonych w prosty (nierozgałęziony) łańcuch.

Wystąpił błąd



Film dostępny pod adresem </preview/resource/RCN4C4NzLnjTk>

Film pt. *Wzory strukturalne i półstrukturalne alkanów*

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

Animacja przedstawia sposoby rysowania wzorów strukturalnych i półstrukturalnych alkanów na przykładzie *n*-butanu o wzorze C_4H_{10} .

Polecenie 5

Narysuj wzory strukturalny i półstrukturalny (grupowy) alkanu, którego cząsteczki zbudowane są z ośmiu atomów węgla, połączonych w prosty (nierozgałęziony) łańcuch.

Polecenie 6

W poniższej tabeli zestawiono wzory półstrukturalne alkanów, które zawierają kolejno od 1 do 7 atomów węgla w cząsteczkach. Przeanalizuj zapisane wzory i określ prawidłowość, według której można zapisać wzory półstrukturalne cząsteczek kolejnych alkanów.

Liczba atomów węgla w cząsteczce	Nazwa węglowodoru	Wzór półstrukturalny alkanu o prostym (nierozgałęzionym) łańcuchu węglowym
1	metan	CH ₄
2	etan	CH ₃ – CH ₃
3	propan	CH ₃ – CH ₂ – CH ₃
4	butan	CH ₃ – CH ₂ – CH ₂ – CH ₃
5	pentan	CH ₃ – CH ₂ – CH ₂ – CH ₂ – CH ₃
6	heksan	CH ₃ – CH ₂ – CH ₂ – CH ₂ – CH ₂ – CH ₃
7	heptan	CH ₃ – CH ₂ – CH ₂ – CH ₂ – CH ₂ – CH ₂ – CH ₃

Zbiór związków chemicznych, o podobnej budowie i właściwościach chemicznych, różniących się między sobą liczbą grup –CH₂– (tzw. grup metylenowych) w cząsteczkach, to tzw. [szereg homologiczny](#), a należące do niego związki nazywamy homologami. Wzory sumaryczne wszystkich związków chemicznych należących do szeregu homologicznego można zapisać za pomocą wzoru ogólnego.

Wzór ogólny alkanów:



n – liczba atomów węgla w cząsteczce

Polecenie 7

Dane są trzy alkanany:

Alkan I, którego cząsteczki zbudowane są z 4 atomów węgla.

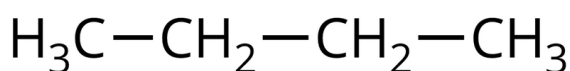
Alkan II, którego cząsteczki zbudowane są z 20 atomów węgla.

Alkan III, którego cząsteczki zbudowane są z 18 atomów wodoru.

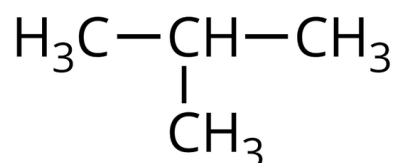
Wykorzystując wzór ogólny szeregu homologicznego alkanów, napisz wzory sumaryczne opisanych alkanów I, II oraz III. Następnie zapoznaj się z animacją i zweryfikuj poprawność wykonania zadania.

Alkany lub inne związki organiczne o tym samym wzorze sumarycznym mogą różnić się budową – związki takie nazywamy izomerami. Znane są związki o łańcuchu „prostym”, w których wszystkie atomy węgla są związane z nie więcej niż dwoma innymi atomami węgla, oraz związki o łańcuchu „rozgałęzionym”, w których przynajmniej jeden z atomów węgla jest związany z więcej niż dwoma innymi atomami węgla. Im więcej jest atomów węgla w cząsteczce alkanu, tym więcej możliwości połączeń między nimi. Jeżeli w cząsteczce alkanu wszystkie atomy węgla są ustawione w jednym szeregu i nie ma rozgałęzień, to można jego nazwę podać z literą **n-** na początku (skrót od „normalny”).

Butan o wzorze sumarycznym C_4H_{10} może utworzyć związek chemiczny o łańcuchu prostym (n-butan) lub rozgałęzionym (izobutan).



butan
(n-butan)



metylopropan
(izobutan)

Wzory półstrukturalne i nazwy alkanów, których cząsteczki zbudowane są z czterech atomów węgla. Po lewej (butan) – cząsteczka o prostym (nierozgałęzionym) łańcuchu węglowym, a po prawej (metylopropan) – cząsteczka o rozgałęzionym łańcuchu węglowym.

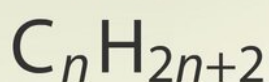
Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Polecenie 8

Uczeń badał zachowanie się propanu wobec wody bromowej. Zastanów się i odpowiedz na pytanie, jakich obserwacji mógł dokonać uczeń w trakcie przeprowadzania doświadczenia. Wyjaśnij, z czego wynikały te obserwacje.

Wystąpił błąd

Podaj wzór sumaryczny i nazwę alkanu, którego masa cząsteczkowa wynosi 30 u.



$$m_H = 1u$$

$$m_C = 12u \quad m = x \cdot m_C + y \cdot m_H$$

Film dostępny pod adresem </preview/resource/RS4VWsNIAbxc7>

Animacja pt. *Ustalanie wzoru sumarycznego i nazwy alkanu na podstawie masy cząsteczkowej*

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

Na animacji zaprezentowano, w jaki sposób ustalić wzór sumaryczny i nazwę alkanu na podstawie jego masy cząsteczkowej, na przykładzie etanu.

Podsumowanie

- Atomy węgla w związkach organicznych są zawsze czterowartościowe (tworzą cztery wiązania kowalencyjne z innymi atomami).

- Alkany to węglowodory nasycone, w których cząsteczkach między atomami węgla występują wyłącznie wiązania pojedyncze.
- Alkany tworzą szereg homologiczny o wzorze ogólnym C_nH_{2n+2}
- Pierwszym przedstawicielem szeregu homologicznego alkanów jest metan.
- Cztery pierwsze związki chemiczne z szeregu homologicznego alkanów to: metan, etan, propan i butan. Nazwy kolejnych tworzy się, dopisując przyrostek **-an** do greckich liczebników, określających liczbę atomów węgla w cząsteczce.

Praca domowa

Polecenie 9.1

Napisz wzory strukturalny i półstrukturalny alkanu zawierającego 10 atomów węgla w cząsteczce. Załóż, że cząsteczki tego alkanu zbudowane są z prostych (nierozgałęzionych) łańcuchów węglowych. Napisz nazwę rozpatrywanego alkanu

Polecenie 9.2

Sprawdź, czy związki chemiczne o wzorach $C_{20}H_{42}$, $C_{21}H_{44}$, $C_{22}H_{46}$, $C_{23}H_{48}$ należą do szeregu homologicznego alkanów.

Polecenie 9.3

Przedstaw modele pięciu kolejnych alkanów, zaczynając od etanu, których cząsteczki zbudowane są z prostych (nierozgałęzionych) łańcuchów węglowych.

Słownik

alkany

węglowodory nasycone, związki organiczne zbudowane z atomów węgla i wodoru, zawierające między atomami węgla wyłącznie wiązania pojedyncze

gaz ziemny

paliwo kopalne pochodzenia organicznego; mieszanina węglowodorów nasyconych, w skład której wchodzi głównie metan (ponad 90%); może zawierać inne gazy takie jak między innymi etan, propan, butan, tlenek węgla(IV) i azot

izomery

związki chemiczne o tym samym wzorze sumarycznym, ale różniące się budową (ułożeniem atomów w cząsteczce)

szereg homologiczny

szereg związków organicznych uporządkowanych według wzrastającej liczby atomów węgla, np. alkanów, w którym dwa kolejne związki różnią się od siebie o grupę atomów $\text{—CH}_2\text{—}$

węglowodory nasycone

związki chemiczne węgla i wodoru, w których cząsteczkach między atomami występują wyłącznie wiązania pojedyncze (węgiel – węgiel oraz węgiel – wodór)

woda bromowa

nasycony wodny roztwór bromu o stężeniu procentowym równym około 3,6%

Ćwiczenia

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



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

Ćwiczenie 2



Połącz w pary nazwy alkanów z odpowiednimi wzorami sumarycznymi.

heksan, etan, oktan, heptan, dekan, pentan, metan, nonan, propan, butan

CH_4	
C_2H_6	
C_3H_8	
C_4H_{10}	
C_5H_{12}	
C_6H_{14}	
C_7H_{16}	
C_8H_{18}	
C_9H_{20}	
$\text{C}_{10}\text{H}_{22}$	

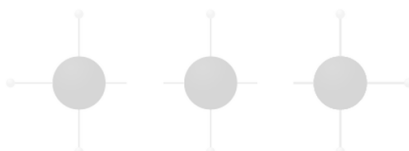
Źródło: Małgorzata Bartoszewicz.

Ćwiczenie 3



Zbuduj model cząsteczki butanu, wstawiając dostępne elementy we właściwe miejsca.

--	--	--	--	--	--	--	--



SPRAWDŹ

Zasób interaktywny dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/Dp1KxjbNs>

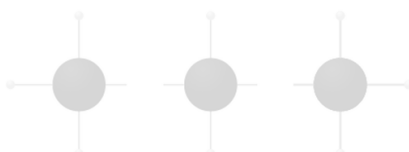
Źródło: Krzysztof Jaworski, Michał Szymczak, licencja: CC BY-SA 3.0.

Ćwiczenie 4



Zbuduj model cząsteczki etanu, wstawiając dostępne elementy we właściwe miejsca.

--	--	--	--	--	--	--	--



SPRAWDŹ

Zasób interaktywny dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/Dp1KxjbNs>

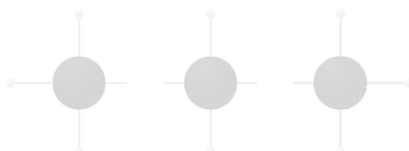
Źródło: Krzysztof Jaworski, Michał Szymczak, licencja: CC BY-SA 3.0.

Ćwiczenie 5



Zbuduj model cząsteczki heptanu, wstawiając dostępne elementy we właściwe miejsca.

--	--	--	--	--	--	--	--



SPRAWDŹ

Zasób interaktywny dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/Dp1KxjbNs>

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

Ćwiczenie 6



Ułóż szereg homologiczny alkanów, zaczynając od metanu.

- heptan
- butan
- propan
- pentan
- dekan
- heksan
- nonan
- oktan
- metan
- etan

Ćwiczenie 7



Wyznacz liczbę atomów wodoru alkanu o 6 atomach węgla, uzupełniając zapis odpowiednimi elementami.

OH, 6, 12, 10, 5, H, 2, C, 14, 4

Wzór ogólny alkanów n $2n+2$ za n , podstawiamy Alkan o 6 atomach węgla ma cząsteczce atomów wodoru.

Ćwiczenie 8



Ćwiczenie 9



Ćwiczenie 10

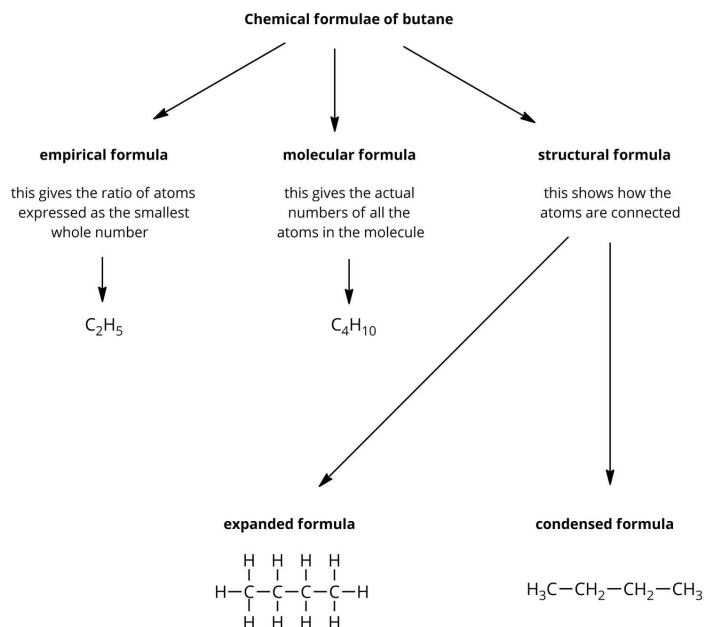


Masa cząsteczkowa pewnego alkanu wynosi 100 u. Wykorzystując ogólny wzór sumaryczny szeregu homologicznego alkanów, na podstawie odpowiednich obliczeń, wyznacz wzór sumaryczny tego alkanu.

Ćwiczenie 11



Na poniższym schemacie przedstawiono wybrane wzory chemiczne, za pomocą których można przedstawić wzór cząsteczki butanu.



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

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

Bibliografia

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

Danikiewicz W., *Chemia dla licealistów. Chemia organiczna*, Warszawa 2002.

Encyklopedia PWN

Krzczkowska M., Loch J., Mizera A., *Repetytorium chemia. Liceum – poziom podstawowy i rozszerzony*, Warszawa – Bielsko-Biała 2010.

