Spalanie benzenu

- Wprowadzenie
- Przeczytaj
- Animacja
- Sprawdź się
- Dla nauczyciela

Spalanie benzenu

Benzen jak większość związków organicznych ulega reakcji spalania.
Źródło: Pixabay, domena publiczna.

Benzen jest przedstawicielem szeregu homologicznego węglowodorów aromatycznych. Powstaje m.in. podczas wybuchu wulkanów czy pożarów lasów. Czy wiesz, że jest również składnikiem ropy naftowej, czy dymu papierosowego? Czy wiesz, że jest to substancja toksyczna i rakotwórcza? Benzen może być przyczyną wielu chorób, ale jednocześnie jest istotnym substratem w wielu syntezach przemysłowych. Czy wiesz, że bez benzenu nie byłoby wielu tworzyw sztucznych, leków czy barwników? W dzisiejszym materiale dowiesz się, co to są reakcje spalania benzenu. Czy chciałbyś je poznać?

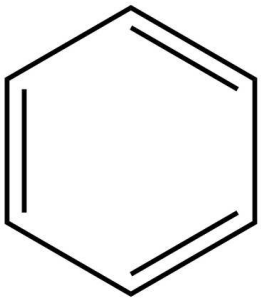
> **Twoje cele**
>
> - Wyjaśnisz, dlaczego benzen spala się silnie kopcącym płomieniem.
> - Wyjaśnisz, na czym polega spalanie całkowite i niecałkowite.
> - Napiszesz równania reakcji spalania benzenu.

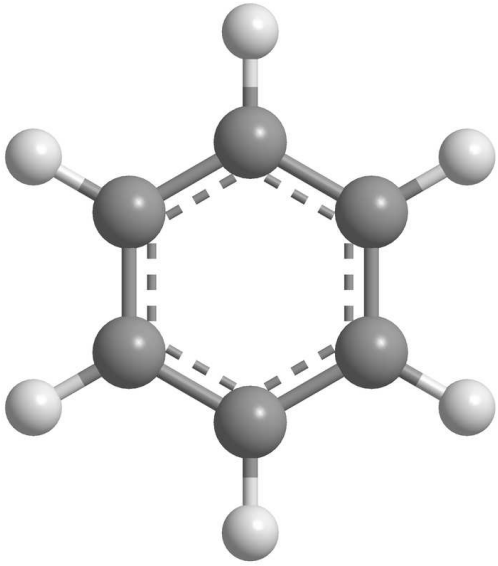
Przeczytaj

Benzen

Benzen jest przedstawicielem węglowodorów aromatycznych (arenów).

C_6H_6





Wzór sumaryczny, półstrukturalny oraz model cząsteczki benzenu
Źródło: GroMar sp.z.o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Cząsteczka benzenu jest płaska. Występują w niej wiązania pojedyncze pomiędzy atomami węgla, a atomami wodoru. Wiązania pomiędzy atomami węgla są jednakowej długości – ich długość jest pośrednia pomiędzy długością typowego wiązania pojedynczego i podwójnego. W pierścieniu aromatycznym występuje również wiązanie zdelokalizowane, które tworzy 6 elektronów π (pi) atomów węgla i obejmuje cały pierścień. Wiązanie zdelokalizowane jest charakterystyczne dla wszystkich arenów.

Reakcja spalania benzenu

Ze względu na rakotwórcze i toksyczne działanie benzenu, nie należy przeprowadzać doświadczeń z wykorzystaniem tej substancji na lekcjach chemii.

Piktogramy zagrożenia benzenem, od lewej:
1. gazy i aerozole łatwopalne,
2. substancja działająca uczulająco na drogi oddechowe,
3. toksyczność ostra, stwarzająca zagrożenie dla warstwy ozonowej.
Źródło: GroMar sp.z.o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Benzen to ciecz łatwopalna, która spala się silnie kopcącym płomieniem. Równania reakcji spalania benzenu można przedstawić następująco:

Spalanie całkowite:

$$2\ C_6H_6\ +\ 15\ O_2\ \rightarrow 12\ CO_2\ +\ 6\ H_2O\ +\ \text{energia}$$

Spalanie niecałkowite (tzw. półspalanie):

$$2\ C_6H_6\ +\ 9\ O_2\ \rightarrow 12\ CO\ +\ 6\ H_2O\ +\ \text{energia}$$

Spalanie niecałkowite:

Kopcący płomień powstający podczas spalania benzenu, świadczy o dużej zawartości węgla w tej substancji.

$$2\ C_6H_6\ +\ 3\ O_2\ \rightarrow 12\ C\ +\ 6\ H_2O\ +\ \text{energia}$$

Polecenie 1

Uzupełnij poniższą tabelę, obliczając zawartość masową węgla oraz wodoru wyrażoną w procentach w poszczególnych związkach. Wyniki podaj z dokładnością do dwóch miejsc po przecinku.

Heksan, Heks-1-en, Heks-1-yn, Benzen, C_6H_{14}, C_6H_{12}, C_6H_{10}, C_6H_6

Nazwa związku chemicznego	Wzór sumaryczny	Zawartość masowa węgla w procentach	Zawartość masowa wodoru w procentach
Heksan	C_6H_{14}		
Heks-1-en	C_6H_{12}		
Heks-1-yn	C_6H_{10}		
Benzen	C_6H_6		

Polecenie 2

Oceń, który związek - w tabeli z polecenia nr 1 - zawiera największą ilość węgla w związku, a który najmniejszą.

Silnie kopcący płomień podczas spalania benzenu, można wytłumaczyć dużą zawartością węgla w tym związku, ale także dużą wydajnością spalania niecałkowitego.

Pary benzenu mogą tworzyć mieszaninę wybuchową z powietrzem.
Źródło: dostępny w internecie: www.pixabay.com, domena publiczna.

Ciekawostka

Benzen jest również przyczyną zanieczyszczeń powietrza. Dopuszczalne stężenie benzenu w powietrzu wynosi 5 $\frac{\mu g}{m^3}$. Niestety często obserwujemy przekroczenie tej normy. Monitoring powietrza można obserwować na stronach Wojewódzkiego Inspektoratu Ochrony Środowiska w poszczególnych miastach.

Benzen jest przyczyną zanieczyszczeń powietrza.
Źródło: dostępny w internecie: www.pixabay.com, domena publiczna.

Podsumowanie

Benzen jest łatwopalny. Podczas spalania benzenu, powstaje kopcący płomień, który świadczy o dużej zawartości węgla w tym związku. Możemy wyróżnić spalanie całkowite i niecałkowite benzenu, jednak głównym produktem spalania benzenu jest sadza i para wodna.

Słownik

spalanie całkowite

reakcja substancji z tlenem, w wyniku której powstaje tlenek węgla(IV) oraz para wodna

spalanie niecałkowite

reakcja substancji z tlenem, w wyniku której powstaje tlenek węgla(II) i para wodna lub węgiel (sadza) i para wodna

wiązanie zdelokalizowane

(łac. *de* „z czego", „od", „wy"; *locatus* „umieścić", „wynająć"; *locus* „miejsce") wiązanie obejmujące swoim zasięgiem kilka atomów. W przypadku benzenu, 6 elektronów π tworzy wspólne wiązanie zdelokalizowane, które obejmuje swoim zasięgiem cały pierścień

Bibliografia

Buczek I., Chrzanowski M., Dymara J., Persona A., Kowalik E., Kuśmierczyk K., Odrowąż E., Sobczak M., Sygniewicz J., *Chemia. Rozszerzenie. Repetytorium matura*, Warszawa 2014.

Czerwiński A., Czerwińska A., Jelińska-Kazimierczuk M., Kuśmierczyk K., *Chemia 2. Podręcznik dla liceum ogólnokształcącego, liceum profilowanego, technikum*, Warszawa 2003.

Danikiewicz W., *Chemia. Związki organiczne. Podręcznik do liceów i techników. Zakres rozszerzony*, Warszawa 2016.

Hassa R., Mrzigod A., Mrzigod J., *To jest chemia. Podręcznik dla szkół ponadgimnazjalnych. Zakres podstawowy*, Warszawa 2016.

Kopaliński W., *Słownik wyrazów obcych i zwrotów obcojęzycznych*, Warszawa 1983.

Litwin M., Styka-Wlazło Sz., Szymońska J., *To jest chemia 2. Chemia organiczna. Podręcznik dla liceum ogólnokształcącego i technikum. Zakres rozszerzony*, Warszawa 2016.

Majewski W., *Mechanizmy reakcji chemicznych*, Lublin 2012.

McMurry J., *Chemia organiczna 3*, Warszawa 2004.

Pazdro K. M., Rola-Noworyta A., *Chemia. Repetytorium dla przyszłych maturzystów i studentów*, Warszawa 2017.

Animacja

Polecenie 1

Spalanie jest gwałtowną reakcją utleniania. Czy wiesz, jak przebiega reakcja spalania benzenu? Czy potrafisz zapisać równania tej reakcji? Czy wiesz, jak wygląda mechanizm reakcji spalania węglowodorów? Zapoznaj się z animacją, a następnie sprawdź swoją wiedzę i rozwiąż poniższe zadania.

Film dostępny pod adresem https://zpe.gov.pl/a/D13BoNBf4

Animacja pt. „Spalanie benzenu”.

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

Film nawiązujący do treści materiału - dotyczy spalania benzenu.

Ćwiczenie 1

Wskaż, jakie produkty powstają w wyniku reakcji całkowitego spalania benzenu.

- węgiel (sadza) i para wodna
- tlenek węgla(IV) i para wodna
- tlenek węgla(II) i para wodna

Ćwiczenie 2

Benzen spala się kopcącym płomieniem. Jaka jest procentowa zawartość węgla w cząsteczce benzenu?

- 8%
- 92%
- 85%
- 15%

Ćwiczenie 3

Zaznacz czynniki utleniające podczas spalania materii w powietrzu.

- [ ] rodnik hydroksylowy
- [ ] woda
- [ ] atom wodoru
- [ ] ozon
- [ ] wodór
- [ ] tlen cząsteczkowy
- [ ] nadtlenek wodoru

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:

Ćwiczenie 1

Wskaż wzór sumaryczny benzenu.

- C_5H_5
- C_2H_4
- C_2H_2
- C_6H_5
- C_4H_6
- C_6H_6

Ćwiczenie 2

Na podstawie nazw produktów, dopasuj reakcję spalania.

spalanie niecałkowite	węgiel, para wodna
spalanie całkowite	tlenek węgla(IV), para wodna
spalanie niecałkowite (półspalanie)	tlenek węgla(II), para wodna

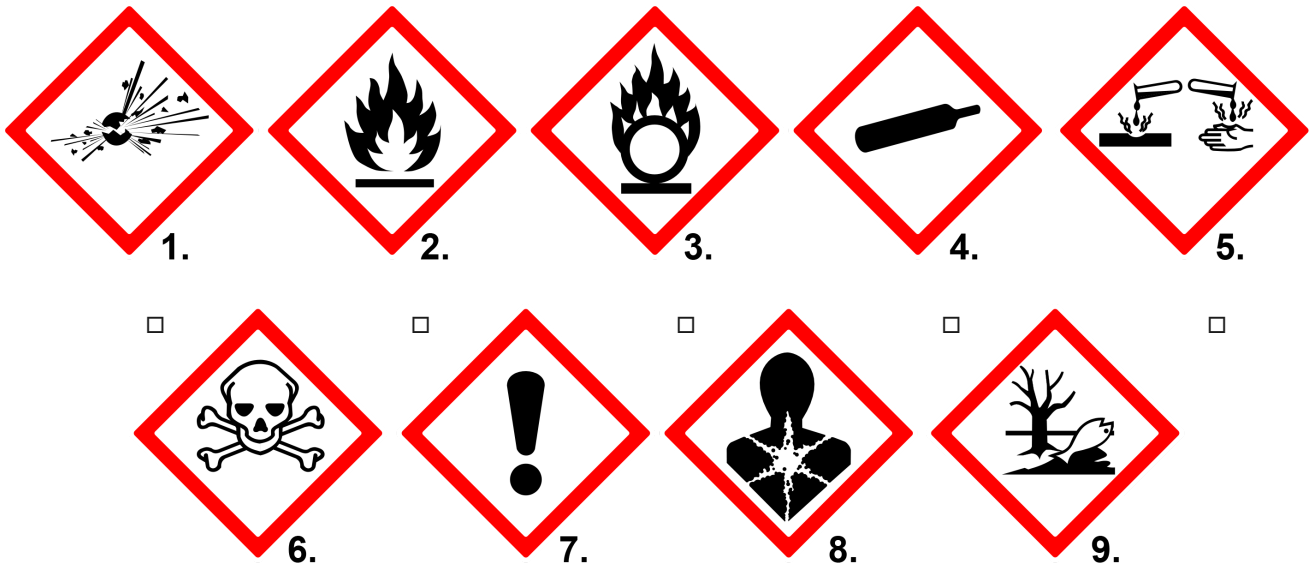
Ćwiczenie 3

Oceń prawdziwość zdań, zaznaczając w tabeli, w kolumnie Prawda, gdy zdanie jest prawdziwe, lub w kolumnie Fałsz, gdy zdanie jest fałszywe.

Zdanie	Prawda	Fałsz
W cząsteczce benzenu 6 elektronów σ atomów węgla tworzy wiązanie zdelokalizowane.	○	○
Wiązanie zdelokalizowane jest charakterystyczne dla arenów.	○	○
Benzen spala się silnie kopcącym płomieniem.	○	○
Zawartość masowa wodoru wyrażona w procentach w cząsteczce benzenu wynosi 10,2%.	○	○
Benzen jest łatwopalny.	○	○
W reakcji całkowitego spalania dwóch moli cząsteczek benzenu bierze udział dziewięć moli cząsteczek tlenu.	○	○

Ćwiczenie 4

Spośród poniższych piktogramów wybierz te, które dotyczą benzenu.



Źródło: dostępny w interr e: www.wikipedia.org mena publiczna.

Ćwiczenie 5

Oblicz, ile gramów wodoru zawierają 3 mole cząsteczek benzenu.

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 6

Uzgodnij poniższe równania reakcji, dobierając współczynniki stechiometryczne.

1. $\square\ C_6H_6 + \square\ O_2 \rightarrow \square\ CO_2 + \square\ H_2O$

2. $\square\ C_6H_6 + \square\ O_2 \rightarrow \square\ CO + \square\ H_2O$

3. $\square\ C_6H_6 + \square\ O_2 \rightarrow \square\ C + \square\ H_2O$

Ćwiczenie 7

Równanie reakcji spalania benzenu można przedstawić następująco:

$$2\ C_6H_6\ +\ 15\ O_2\ \rightarrow 12\ CO_2\ +\ 6\ H_2O$$

$$\Delta H\ =\ -\ 3267{,}4\ \frac{kJ}{mol}$$

Reakcje chemiczne można przyporządkować do konkretnych grup reakcji m.in.:

1. spalania całkowitego,
2. spalania niecałkowitego,
3. endotermicznych,
4. egzotermicznych,
5. syntezy,
6. analizy,
7. polimeryzacji.

Wskaż, do której grupy reakcji zaliczysz tę przedstawioną w informacji wstępnej. Podaj numer grupy / numery grup.

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 8

Równanie reakcji spalania benzenu można przedstawić następująco:

$$2\ C_6H_6\ +\ 15\ O_2\ \rightarrow 12\ CO_2\ +\ 6\ H_2O$$

$$\Delta H\ =\ -\ 3267{,}4\ \frac{\mathrm{kJ}}{\mathrm{mol}}$$

Oblicz, ile dm^3 tlenku węgla(IV) (odmierzonego w warunkach normalnych) powstanie w wyniku reakcji spalania 3,6 moli benzenu. Wynik podaj z dokładnością do jednego miejsca po przecinku.

Rozwiązanie oraz 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: Anna Daniewicz, Krzysztof Błaszczak

Przedmiot: Chemia

Temat: Spalanie benzenu

Grupa docelowa: III etap edukacyjny, liceum, technikum, zakres rozszerzony; uczniowie III etapu edukacyjnego – kształcenie w zakresie rozszerzonym

Podstawa programowa:

Zakres rozszerzony

XIII Węglowodory. Uczeń:

11) opisuje właściwości chemiczne węglowodorów aromatycznych na przykładzie reakcji: spalania, z Cl_2 lub Br_2 wobec katalizatora albo w obecności światła, nitrowania, katalitycznego uwodornienia; pisze odpowiednie równania reakcji dla benzenu i metylobenzenu (toluenu) oraz ich pochodnych, uwzględniając wpływ kierujący podstawników (np. atom chlorowca, grupa alkilowa, grupa nitrowa, grupa hydroksylowa, grupa karboksylowa).

Kształtowane kompetencje kluczowe:

- kompetencje matematyczne oraz kompetencje w zakresie nauk przyrodniczych, technologii i inżynierii;
- kompetencje w zakresie rozumienia i tworzenia informacji;
- kompetencje cyfrowe;
- kompetencje osobiste, społeczne i w zakresie umiejętności uczenia się.

Cele operacyjne:

Uczeń:

- wyjaśnia, dlaczego benzen spala się silnie kopcącym płomieniem;
- wyjaśnia, na czym polega spalanie całkowite i niecałkowite;
- napisze równania reakcji spalania benzenu.

Strategia nauczania:

- asocjacyjna.

Metody i techniki nauczania:

- dyskusja dydaktyczna;
- analiza materiału źródłowego;
- pogadanka;
- ćwiczenia uczniowskie;
- technika zdań podsumowujących.

Formy zajęć:

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

Środki dydaktyczne:

- komputery z głośnikami, słuchawkami i dostępem do Internetu;
- zasoby multimedialne zawarte w e-materiale;
- rzutnik multimedialny;
- tablica interaktywna/tablica, pisak/kreda;
- podręczniki;
- wzory na planszy i model cząsteczki benzenu.

Przebieg zajęć

Faza wstępna:

1. Zaciekawienie i dyskusja. Nauczyciel podaje uczniom kartę charakterystyki benzenu do przeglądu. Nauczyciel zadaje uczniom przykładowe pytania, zaciekawiając tematem: jaki wpływ na człowieka może mieć benzen? Gdzie w Twoim otoczeniu występuje benzen? Gdzie ma zastosowanie benzen?
2. Rozpoznawanie wiedzy wyjściowej uczniów. Pogadanka wokół budowy cząsteczki benzenu.
3. Ustalenie celów lekcji. Nauczyciel podaje temat zajęć i wspólnie z uczniami ustala cele lekcji, które uczniowie zapisują w portfolio.

Faza realizacyjna:

1. Nauczyciel przedstawia wzór strukturalny i model cząsteczki benzenu i jeszcze raz nawiązuje do budowy benzenu i kieruje pytania do uczniów o jego budowę: Do jakiej grupy związków zaliczany jest benzen? jakie wiązania występują między atomami węgla i wodoru, a jakie między atomami węgla. Jakie wiązanie występuje w pierścieniu aromatycznym? Co to znaczy wiązanie zdelokalizowane?
2. Uczniowie w parach mają za zadanie napisać równania reakcji spalania całkowitego i niecałkowitego benzenu. Po upływie ustalonego czasu, chętni uczniowie prezentują

rozwiązania na tablicy.
3. Nauczyciel przedstawia uczniom film na temat spalania benzenu. Podczas prezentacji filmu uczniowie weryfikują poprawność merytoryczną zapisu równań reakcji.
4. Nauczyciel dzieli losowo uczniów na grupy. Zadaniem każdej z grup jest ustalenie obserwacji na podstawie filmu oraz przedstawienie wniosków na temat spalania benzenu i wyjaśnienie, dlaczego benzen spala się kopcącym płomieniem. Po upływie ustalonego czasu liderzy grup prezentują efekty pracy na forum klasy. Nauczyciel weryfikuje poprawność merytoryczną wypowiedzi uczniów.
5. Uczniowie samodzielnie sprawdzają swoją wiedzę wykonując ćwiczenia zawarte w e-materiale – sprawdź się.

Faza podsumowująca:

1. Nauczyciel sprawdza wiedzę uczniów. Przykładowe polecenia i pytania skierowane do uczniów:

- Czy benzen jest substancją łatwopalną?
- Dlaczego benzen spala się silnie kopcącym płomieniem?
- Na czym polega spalanie całkowite benzenu?
- Na czym polega spalanie niecałkowite benzenu?

2. Jako podsumowanie lekcji nauczyciel może wykorzystać zdania do uzupełnienia, które uczniowie zamieszczają w swoim portfolio:

- Przypomniałem/łam sobie, że...
- Czego dziś się nauczyłem/łam...
- Co było dla mnie łatwe...
- Co sprawiło mi trudność...

Praca domowa:

1. Nauczyciel prosi o sprawdzenie monitoringu powietrza w ich mieście na stronie Wojewódzkiego Inspektoratu Ochrony Środowiska oraz zanotowanie nazw substancji, które zanieczyszczają miasto.
2. Uczniowie wykonują pozostałe ćwiczenia w e-materiale – sprawdź się.

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania multimedium:

Medium może być wykorzystane przez uczniów podczas samodzielnej pracy na lekcji lub przed wykonaniem ćwiczeń dołączonych do medium. Medium może być również wykorzystane podczas wykonywania zadania domowego. Wskazówka dla nauczyciela: możliwość podjęcia dyskusji na temat zagrożeń ekologicznych.

Materiały pomocnicze:

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

- Czy benzen jest substancją łatwopalną?
- Dlaczego benzen spala się silnie kopcącym płomieniem?
- Na czym polega spalanie całkowite benzenu?
- Na czym polega spalanie niecałkowite benzenu?

2. Nauczyciel przygotowuje:

- kartę charakterystyki benzenu.