

Czy możemy przewidzieć kształt cząsteczki?

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

Bibliografia:

- Źródło: dostępny w internecie: <https://pl.wikipedia.org/wiki/VSEPR>.



Czy możemy przewidzieć kształt cząsteczki?

Dokładnych informacji na temat kształtu cząsteczki, długości wiązań oraz kątów między atomami dostarcza rentgenografia strukturalna.

Źródło: dostępny w internecie: www.pixbay.com, domena publiczna.

Rentgenografia jest jednym z podstawowych narzędzi w chemii organicznej, metaloorganicznej oraz biochemii, służącym do ustalania rzeczywistych struktur związków. Warunkiem przeprowadzenia pomiaru rentgenograficznego jest posiadanie dobrej jakości kryształu, a sam pomiar wymaga stosowania drogiego sprzętu i silnego promieniowania X. Nie jest to zatem metoda dostępna dla wszystkich. Czy istnieją więc sposoby, aby łatwo i szybko przewidzieć kształt cząsteczki bez konieczności stosowania skomplikowanej aparatury pomiarowej? Jak krok po kroku ustalić kształt cząsteczki?

Twoje cele

- Zdefiniujesz pojęcia: liczba przestrzenna, atom centralny, atom otaczający.
- Wyznaczysz liczbę wolnych par elektronowych wokół atomu centralnego.
- Zastosujesz metodę VSEPR do wyznaczania kształtu prostych cząsteczek.
- Sprawdzisz, jaki typ hybrydyzacji mają cząsteczki lub jony o konkretnej liczbie przestrzennej.

Przeczytaj

Liczba przestrzenna a kształt

Metoda VSEPR jest jedną z dokładniejszych, a zarazem najprostszych metod przewidywania kształtu cząsteczek. W metodzie tej, typ hybrydyzacji oraz orientacja przestrzenna cząsteczki są ustalane na podstawie [liczby przestrzennej \(\$Lp\$ \)](#), co w praktyce sprowadza się do obliczenia jej wartości na podstawie konkretnych wzorów.

Danej wartości Lp można przyporządkować odpowiedni rodzaj hybrydyzacji, co jest podstawą do określenia geometrii cząsteczki. W tabeli poniżej znajdziesz zestawienie liczb przestrzennych oraz odpowiadające im typy [hybrydyzacji](#).

Typ cząsteczki zapisano w postaci skrótu, gdzie:

- X – [atom centralny](#),
- Y – atom otaczający atom centralny,
- n – liczba wolnych par elektronowych na atomie centralnym.

Kształt cząsteczek lub jonów dla poszczególnych liczb przestrzennych

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

Jak ustalić kształt jonu lub cząsteczki, korzystając z metody VSEPR?

Krok 1. Liczba przestrzenna

Krok 2. Typ hybrydyzacji

Krok 3. Kształt cząsteczki

Krok 4. Analiza

Przykład 1. Ustalanie kształtu cząsteczki obojętnej, np. COCl_2

Krok 1. Liczba przestrzenna

Krok 2. Typ hybrydyzacji

Krok 3. Kształt cząsteczki

Krok 4. Analiza

Przykład 2. Ustalanie kształtu jonu ujemnego, np. PO_4^{3-}

Krok 1. Liczba przestrzenna

Krok 2. Typ hybrydyzacji

Krok 3. Kształt cząsteczki

Krok 4. Analiza

Przykład 3. Ustalanie kształtu jonu dodatniego, np. NH_4^+

Krok 1. Liczba przestrzenna

Krok 2. Typ hybrydyzacji

Krok 3. Kształt cząsteczki

Krok 4. Analiza

Przykład 4. Ustalenie kształtu cząsteczki na podstawie wzoru elektronowego, np. SF_4

Krok 1. Liczba przestrzenna

Krok 2. Typ hybrydyzacji

Krok 3. Kształt cząsteczki

Krok 4. Analiza

Słownik

liczba przestrzenna

wartość pozwalająca wyznaczyć kształt cząsteczki z użyciem metody VSEPR; liczba przestrzenna jest równa liczbie wiązań z atomami otaczającymi i wolnych par elektronowych dookoła atomu centralnego cząsteczki; wiązania wielokrotne i wolne elektrony liczy się jako pojedyncze wiązanie

atom centralny (jon centralny)

atom bądź jon stanowiący rdzeń kompleksu (koordynacyjne związki) i przyłączający (koordynujący) pewną liczbę jonów ujemnych lub cząsteczek obojętnych, zwanych atomami otaczającymi

hybrydyzacja

(łac. *hibrida* „mieszaniec”) w chemii kwantowej – tworzenie kombinacji liniowych orbitali atomowych powłoki walencyjnej danego atomu wieloelektronowego, różniących się wartościami pobocznej liczby kwantowej

Bibliografia

Basiński A., Bielański A., Gumiński K. i inni, *Chemia fizyczna*, Warszawa 1966, s. 86–110.

Encyklopedia PWN

Jones L., Atkins P., *Chemical Principles: The Quest for Insight*, 5th Edition, New York 2009.

Litwin M., Styka-Wlazło Sz., Szymońska J., *To jest chemia 1*, Warszawa 2013.

Pfennig B. W., *Principles of Inorganic Chemistry*, New Jersey 2015.

Słownik Języka Polskiego PWN

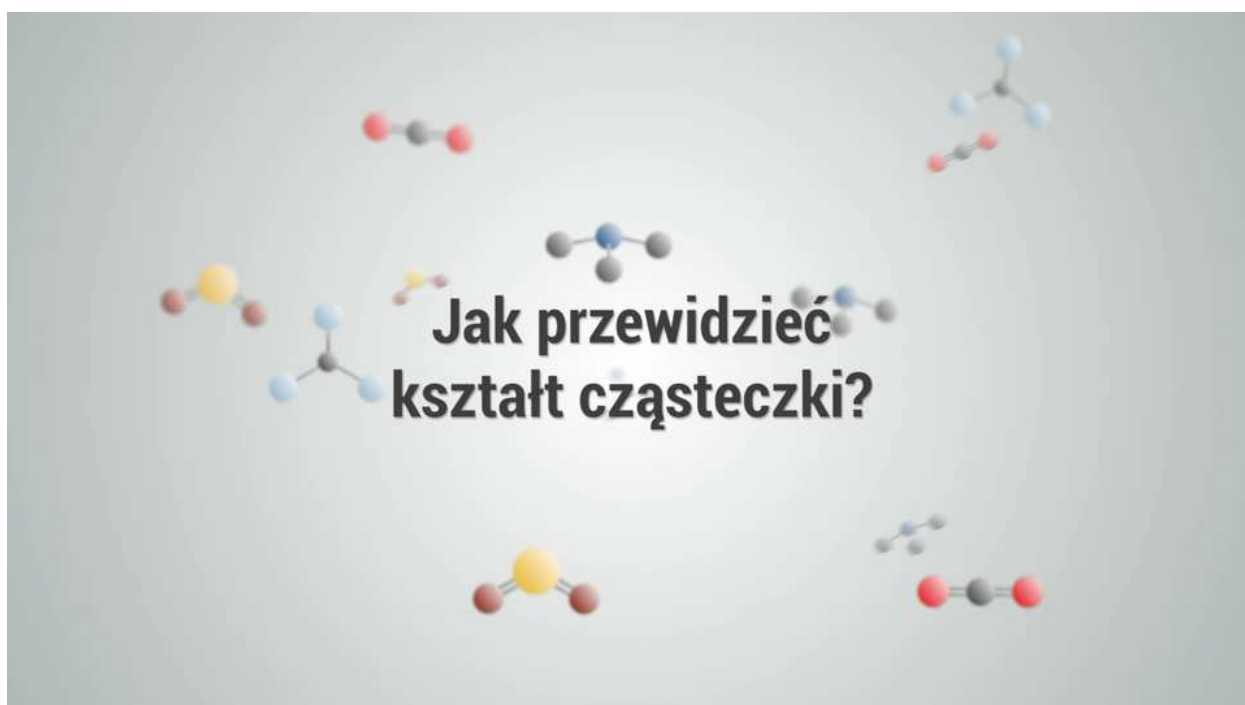
Usnalski W., *Chemia w szkole średniej*, Warszawa 1998.

Film samouczek

Polecenie 1

Czy wiesz, jak za pomocą obliczeń matematycznych przewidzieć kształt cząsteczki? Aby poznać odpowiedź, zapoznaj się z filmem. Zapoznaj się z kształtami różnych cząsteczek, a następnie wykonaj ćwiczenia.

Trwa wczytywanie danych ..



Film dostępny pod adresem </preview/resource/ROlp0HdqT5l4>

Film samouczek pt. „*Jak przewidzieć kształt cząsteczki?*”

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

Nagranie filmowe wyjaśniające, jak przewidzieć kształt cząsteczki. Aby ustalić kształt cząsteczki, należy obliczyć jej liczbę przestrzenną lp.

Ćwiczenie 1

Napisz, jaki kształt przewidujesz dla cząsteczki H_2O .

Ćwiczenie 2

Stwórz model cząsteczki, w którym atom centralny, bez wolnych par elektronowych, łączy się z dwoma atomami za pomocą wiązań podwójnych. Jaki kąt występuje między wiązaniami w tej cząsteczce?

Ćwiczenie 3

Jaka jest różnica w strukturze pomiędzy bipyramidą trygonalną, a strukturą otrzymaną w wyniku utworzenia sześciu wiązań pomiędzy atomem centralnym a atomami otaczającymi atom centralny?

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Zaznacz, która z cząsteczek ma liczbę przestrzenną równą 2.

BF_3

CH_4

O_3

CO_2

Ćwiczenie 2



Określ kształt cząsteczek, wybierając spośród podanych poniżej określeń.

IF_7	BeCl_2	SO_3
<div style="border: 1px dashed gray; height: 30px; width: 100%;"></div>	<div style="border: 1px dashed gray; height: 30px; width: 100%;"></div>	<div style="border: 1px dashed gray; height: 30px; width: 100%;"></div>

kątowy (zgięty)

trójkątny

bipiramida pentagonalna

liniowy

oktaedr

kwadratowy

tetraedryczny

piramida trygonalna

Ćwiczenie 3



Zaznacz cząsteczki/jony o budowie tetraedrycznej.

PCl_5

CH_4

NO_2^-

SO_4^{2-}

SO_2

O_3

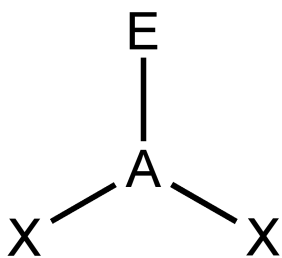
PO_4^{3-}

SF_6

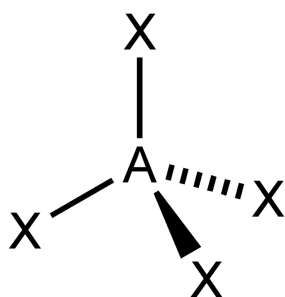
Ćwiczenie 4



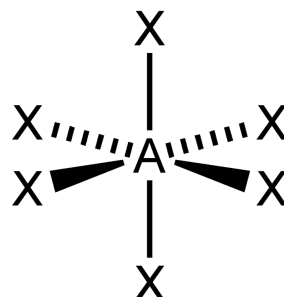
Połącz w pary wzory cząsteczek z ich kształtami.



SF₆



CO₂



SO₂



CH₄

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

Ćwiczenie 5



Oblicz liczbę przestrzenną cząsteczki PCl_5 , korzystając ze wzorów i objaśnień:

$$Lp = n + m$$

$$n = \frac{1}{2}(V - C - O)$$

- m – liczba wiązań σ utworzonych przez atom centralny, czyli liczba podstawników otaczających atom centralny; wiązanie wielokrotne traktujemy jako wiązanie pojedyncze;
- n – liczba wolnych par elektronowych na atomie centralnym;
- V – liczba elektronów walencyjnych atomu centralnego;
- C – wartość bezwzględna ładunku jonu;
- O – liczba elektronów konieczna do uzyskania korzystniejszej energetycznie konfiguracji elektronowej (konfiguracji elektronowej atomu helowca) przez wszystkie atomy.

Odpowiedź zapisz w zeszycie do lekcji chemii, zrób zdjęcie, a następnie umieść je w wyznaczonym miejscu.

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 6



Uzupełnij tabelę dotyczącą jonu NO_3^- .

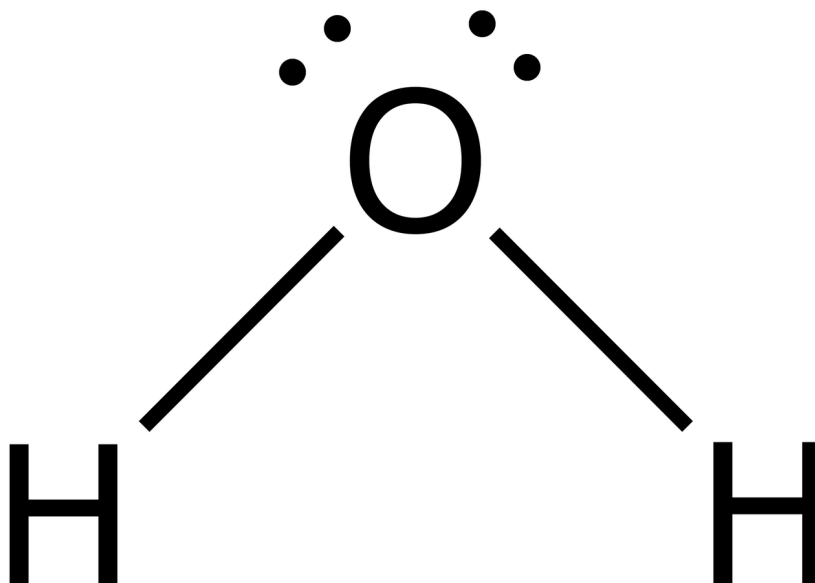
liczba elektronów walencyjnych atomu centralnego	wartość ładunku jonu	liczba elektronów konieczna do uzyskania korzystnej energetycznie konfiguracji elektronowej	liczba przestrzenna	hybrydyzacja
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

6 sp 6 sp^3 3 -1 5 sp^3d sp^2 2

Ćwiczenie 7



Wybierz poprawne określenia dotyczące budowy cząsteczki H_2O .



Wzór cząsteczki wody.

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

Ze wzoru Lewisa wynika, że atom centralny otaczają tylko 2 . Liczba wolnych par elektronowych na atomie centralnym wynosi , stąd liczba przestrzenna wynosi . Geometria wolnych par elektronowych i par elektronowych wiązań wokół atomu centralnego jest (hybrydyzacja), a kształt cząsteczki .

Ćwiczenie 8



COCl_2 to cząsteczka typu XY_3n_0 . COCl_2 ma geometrię trygonalną. Wskaż zdania prawdziwe.

- Atomy otaczające potrzebują łącznie 4 elektronów do uzyskania korzystniejszej energetycznie konfiguracji elektronowej - konfiguracji elektronowej atomu helowca.
- Cząsteczka ma 3 atomy otaczające atom centralny X .
- Hybrydyzacja atomu centralnego odpowiada typowi sp^2 .
- Cząsteczka ma dwie niezwiązane pary elektronów na atomie centralnym X .
- Liczba przestrzenna wynosi 2.

Ćwiczenie 9



Wykorzystując metodę VSEPR, spróbuj przewidzieć kształt cząsteczki O_3 . Przedstaw tok rozumowania.

Odpowiedź zapisz w zeszytcie do lekcji chemii, zrób zdjęcie, a następnie umieść je w wyznaczonym miejscu.

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Dla nauczyciela

Scenariusz zajęć

Autor: Krzysztof Błaszczak

Przedmiot: chemia

Temat: Czy możemy przewidzieć kształt cząsteczki?

Grupa docelowa: III etap edukacyjny, liceum, technikum, zakres rozszerzony

Podstawa programowa

Zakres rozszerzony:

III. Wiązania chemiczne. Oddziaływania międzycząsteczkowe. Uczeń:

4) rozpoznaje typ hybrydyzacji (sp , sp^2 , sp^3) orbitali walencyjnych atomu centralnego w cząsteczkach związków nieorganicznych i organicznych; przewiduje budowę przestrzenną drobin metodą VSEPR; określa kształt drobin (struktura diagonalna, trygonalna, tetraedryczna, piramidalna, V-kształtna).

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:

- definiuje terminy: liczba przestrzenna, atom centralny, atom otaczający;
- określa ilość wolnych par elektronowych wokół atomu centralnego;
- stosuje metodę VSEPR do wyznaczania kształtu prostych cząsteczek;
- określa typ hybrydyzacji, jaki mają cząsteczki lub jony o konkretnej liczbie przestrzennej.

Strategie nauczania:

- asocjacyjna.

Metody i techniki nauczania:

- burza mózgów;
- film samouczek;
- praca z podręcznikiem;
- ćwiczenia;
- technika zdań podsumowujących.

Formy pracy:

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

Środki dydaktyczne:

- komputery z dostępem do Internetu;
- zasoby multimedialne zawarte w e-podręczniku;
- rzutnik multimedialny;
- tablica interaktywna/tablica i kreda;
- metodnik lub kartki zielone, żółte i czerwone;
- podręcznik.

Przebieg zajęć

Faza wstępna

1. Zaciekawienie i dyskusja. Nauczyciel wykorzystuje pytania zawarte we wprowadzeniu do e-materiału, np.: Czy istnieją sposoby, aby łatwo i szybko przewidzieć kształt cząsteczki bez konieczności stosowania skomplikowanej aparatury pomiarowej? Jak krok po kroku ustalić kształt cząsteczki?
2. Ustalenie celów lekcji. Nauczyciel podaje temat zajęć i wspólnie z uczniami ustala cele.
3. Rozpoznawanie wiedzy potocznej uczniów. Burza mózgów wokół pojęcia cząsteczka.

Faza realizacyjna

1. Uczestnicy zajęć, na podstawie dostępnych źródeł, w tym treści e-materiału, przygotowują notatkę na temat liczby przestrzennej założeń teorii VSEPR. Chętni lub wybrani uczniowie odczytują swoje notatki. W razie potrzeby nauczyciel uzupełnia podane informacje, jednocześnie oceniając pracę uczniów na lekcji.
2. Uczniowie zapoznają się z filmem pt. „Jak przewidzieć kształt cząsteczki?”, na podstawie którego poznają etapy, jak krok po kroku ustalić kształty przykładowych cząsteczek, korzystając z VSEPR. Następnie sprawdzają zdobytą wiedzę wykonując parami ćwiczenia załączone do filmu.

3. Prowadzący zajęcia podaje przykłady cząsteczek (np. HCN, C₂H₄, ClO₄⁻, PCl₅, XeF₄, IF₇), chętni lub wskazani uczniowie wyznaczają kształt wskazanej cząsteczki/ionu korzystając z VSEPR.
4. Uczniowie samodzielnie wykonują ćwiczenia multimedialne w e-materiale.

Faza podsumowująca

1. Nauczyciel sprawdza wiedzę uczniów, wykorzystując pytania z e-materiału, np. polecenia do multimedium. Pyta:
 - Czym są atomy otaczające?
 - Jak oblicza się liczbę przestrzenną?
 - Jakie etapy wyróżnia się przy ustaleniu kształtu dowolnej cząsteczki?
2. Jako podsumowanie lekcji nauczyciel może wykorzystać zdania do uzupełnienia, które uczniowie również zamieszczają w swoim portfolio:
 - Przypomniałem sobie, że...
 - Co było dla mnie łatwe...
 - Czego się nauczyłam/łem...
 - Co sprawiało mi trudność...

Praca domowa:

Uczniowie konstruują modele z plasteliny dla cząsteczek/ionów analizowanych na lekcji.

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania multimedium:

Film samouczek może być wykorzystany przez uczniów podczas przygotowywania się do zajęć oraz na lekcji dotyczącej ćwiczeń w konstruowaniu modeli cząsteczek bazując na metodzie VSEPR.

Materiały pomocnicze:

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

- Czym są atomy otaczające?
- Jak oblicza się liczbę przestrzenną?
- Jakie etapy wyróżnia się przy ustaleniu kształtu dowolnej cząsteczki?