

Jak opisać stan elektronu w atomie za pomocą liczb kwantowych?

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



Jak opisać stan elektronu w atomie za pomocą liczb kwantowych?

Liczba elektronów walencyjnych (elektronów rozmieszczonych na najbardziej zewnętrznych powłokach), ich sposób rozmieszczenia w powłokach elektronowych oraz energia decydują w dużym stopniu o właściwościach atomów, a tym samym o pierwiastkach chemicznych.

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

Wiadomo, że atom składa się z centralnego, małego i dodatnio naładowanego jądra oraz otaczających go elektronów. Ale czy wiesz, jak rozmieszczone są te elektrony? Wiadomości z tego zakresu pozwalają na zrozumienie chemicznych właściwości pierwiastków i ich położenia w układzie okresowym. Od struktury elektronowej atomów pierwiastka – głównie od struktury najbardziej zewnętrznych elektronów, tzw. elektronów walencyjnych – zależna jest m.in. barwa i sposób wiązania się z innymi pierwiastkami. Czy wiesz, w jaki sposób opisać stan elektronu w atomie? Znasz liczby kwantowe?

Twoje cele

- Zinterpretujesz wartości liczb kwantowych.
- Przedstawisz stan elektronu w atomie za pomocą liczb kwantowych.
- Określisz, ile elektronów może się znajdować w podpowłokach elektronowych.

Przeczytaj

W jaki sposób można zlokalizować elektron?

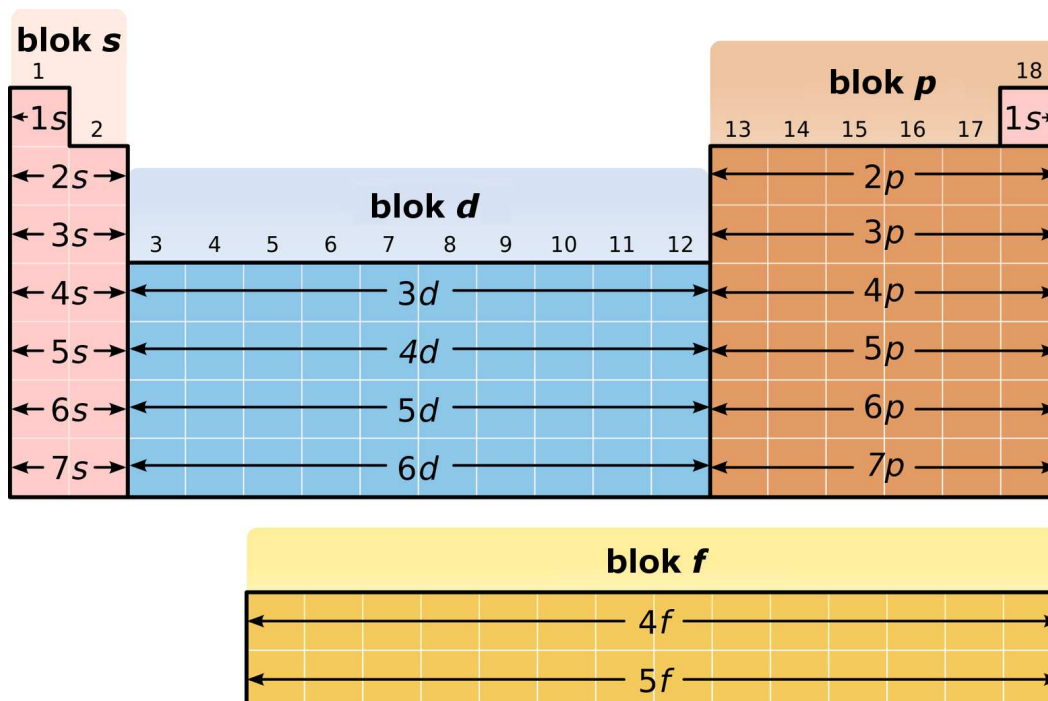
Elektrony są cząstkami elementarnymi, które otaczają jądro atomowe i poruszają się w stosunku do niego w pewnej odległości. Lokalizacja elektronu może być podana jako prawdopodobieństwo znalezienia elektronu w danym punkcie. Owo prawdopodobieństwo nazywane jest inaczej **chmurą elektronową**. Bardziej zagęszczona jest tam, gdzie prawdopodobieństwo znalezienia elektronu jest większe. Do opisu stanu elektronu w atomie wykorzystuje się [liczby kwantowe](#). Liczb tych jest pięć, ale ponieważ jedna z nich przyjmuje zawsze tę samą wartość liczbową, to zazwyczaj posługujemy się tylko czterema liczbami do opisu stanu elektronu w atomie.

kwantowa	
Magnetyczna spinowa liczba kwantowa	
Spinowa liczba kwantowa	

Zakaz Pauliego

W 1925 roku Wolfgang Pauli zaproponował zasadę, zgodnie z którą w jednym atomie lub jonie nie mogą istnieć dwa elektrony o takich samych stanach kwantowych, czyli o takich samych wartościach czterech [liczb kwantowych](#), ponieważ każdy elektron różni się od innych energią całkowitą. Zasada została nazwana zakazem Pauliego. Poszczególne powłoki i podpowłoki mieszczą ograniczoną liczbę elektronów.

Skoro z zakazu Pauliego wynika, że elektrony muszą się różnić wartością przynajmniej jednej liczby kwantowej (n , l , m lub m_s), to tworząc odpowiednie kombinacje wszystkich czterech liczb kwantowych, można określić położenie elektronów na poziomach kwantowych oraz określić maksymalną liczbę elektronów na powłokach i podpowłokach.



Układ Okresowy Pierwiastków Chemicznych z zaznaczeniem bloków energetycznych
 Źródło: dostępny w internecie: wikimedia.org., licencja: CC BY-SA 3.0.

Obliczanie stanów kwantowych

Maksymalną liczbę elektronów, które mogą zajmować daną powłokę elektronową, czyli liczbę stanów kwantowych, można wyznaczyć ze wzoru:

$$\text{Maksymalna liczba elektronów} = 2n^2$$

gdzie:

- n – główna liczba kwantowa.

Ze wzoru wynika, że np. powłokę K ($n = 1$) mogą zajmować maksymalnie $2 \cdot 1^2 = 2$, czyli dwa elektrony. Jest to już dla nas zrozumiałe, ponieważ dowiedzieliśmy się wcześniej, że powłoka ta składa się z tylko z podpowłoki typu s ($l = 0$), która zawiera z kolei tylko jeden orbital s ($m = 0$). Orbital ten obsadzić mogą tylko dwa elektrony

o przeciwnych spinach (czyli o przeciwnych wartościach magnetycznej spinowej liczby kwantowej: $\frac{1}{2}$ lub $(-\frac{1}{2})$)

n	l	m	m_s	Liczba elektronów w <u>podpowłoce elektronowej</u> s	Liczba elektronów w <u>powłoce elektronowej</u> K
1	0	0	$\frac{1}{2}$	2	2
1	0	0	$(-\frac{1}{2})$		

Podobnie oblicza się liczbę elektronów w powłokach dla wyższych stanów energetycznych, np. dla $n = 2$ itd. Poniższa tabela pokazuje, jaka liczba elektronów może obsadzić każdą powłokę oraz jakie możliwe wartości przyjmują poszczególne liczby kwantowe w przypadku tych powłok. Analizując tabelę, weź pod uwagę, że każdy poziom orbitalny obsadzić mogą dwa elektrony o przeciwnej wartości magnetycznej spinowej liczby kwantowej ($\frac{1}{2}$ lub $-\frac{1}{2}$). Innymi słowy, każdej wartości liczby m możesz przypisać dwie wartości liczby m_s .

Rozmieszczenie elektronów na poziomach energetycznych

Główna liczba kwantowa i odpowiadające jej poboczne liczby kwantowe

Główna liczba kwantowa	Powłoka elektronowa	Poboczna liczba kwantowa	Orbital atomowy (podpowłoka elektronowa)	Magnetyczna liczba kwantowa	1 ele
$n = 1$	K	$l = 0$	s	$m = 0$	
$n = 2$	L	$l = 0$ $l = 1$	s p	$m = 0$ $m = -1, 0, 1$	
$n = 3$	M	$l = 0$ $l = 1$ $l = 2$	s p d	$m = 0$ $m = -1, 0, 1$ $m = -2, -1, 0, 1, 2$	1

Słownik

powłoka elektronowa

zbiór elektronów o zbliżonych energiach i jednakowej wartości głównej liczby kwantowej

podpowłoka elektronowa

zbiór elektronów o jednakowych energiach, czyli opisanych tymi samymi liczbami n i l

poziom orbitalny

stan kwantowy o takiej samej wartości liczb kwantowych n, l, m

orbital atomowy

funkcja falowa Ψ opisująca stan energetyczny elektronu w atomie

spin

wielkość fizyczna, która określa właściwości magnetyczne elektronu, wynikające z jego ruchu wewnętrznego

liczby kwantowe

parametry, które określają stan elektronu w atomie

Bibliografia

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

Penkala T., *Podstawy Chemii Ogólnej*, Warszawa 1982.

Trzebiatowski W., *Chemia Nieorganiczna*, Warszawa 1978.

Film samouczek

Polecenie 1

Zapoznaj się z samouczkiem i przekonaj się, w jaki sposób opisać stan kwantowo-mechaniczny elektronów walencyjnych przykładowego atomu pierwiastka. Po zapoznaniu się z filmem rozwiąż poniższe ćwiczenia, aby lepiej zapamiętać zdobytą wiedzę.

Trwa wczytywanie danych ..



Film dostępny pod adresem </preview/resource/RpmczlH8AMlgS>

Film samouczek pt. „*Jak opisać stan elektronu w atomie za pomocą liczb kwantowych?*”

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

Film dotyczy wskazówek, jak opisać stan elektronu w atomie za pomocą liczb kwantowych.

Ćwiczenie 1

Ćwiczenie 2

Ćwiczenie 3

Ćwiczenie 4

Opisz stan kwantowo-mechaniczny dwóch elektronów walencyjnych atomu wapnia w stanie podstawowym, wpisując odpowiednie wartości w wyznaczone pola.

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Uzupełnij tabelę o brakujące dane dotyczące liczb kwantowych.

nazwa	symbol	wartość	znaczenie	podaje
główna	<input type="text"/>	1, 2, ...	<input type="text"/>	wielkość
poboczna	<input type="text"/>	0, 1, ... $n - 1$	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	$l, l - 1, \dots,$ $-l$	określa orbitale podpowłoki	kierunek
<input type="text"/>	m_s	<input type="text"/>	określa stan spinowy	kierunek spinu

kształt

l

określa podpowłokę

n

określa powłokę

magnetyczna

spinowa

$+\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}$

m

Ćwiczenie 2



Ustal liczbę stanów kwantowych dla powłoki elektronowej L .

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 3



Znajdź błąd w poniższym opisie elektronu, za pomocą liczb kwantowych $n = 2$, $l = 2$, $m = 1$ oraz $m_s = \frac{1}{2}$.

Ćwiczenie 4



Podaj liczbę elektronów, które mogą być opisane podanym zestawem liczb kwantowych oraz uzupełnij zestaw liczb o brakującą: $n = 3$, $m = -2$, $m_s = -\frac{1}{2}$.

Liczba elektronów:

$n =$

$l =$

$m =$

$m_s =$

Ćwiczenie 5



Poniżej zapisano symbole dziewięciu pierwiastków chemicznych. Wybierz i zaznacz symbole tych, dla których prawdziwe jest stwierdzenie: "Atomy tego pierwiastka posiadają przynajmniej 1 elektron, który w stanie podstawowym opisany jest wartością pobocznej liczby kwantowej równej 2.

Fe

Co

S

F

Mg

Cr

Na

Al

Si

Ćwiczenie 6



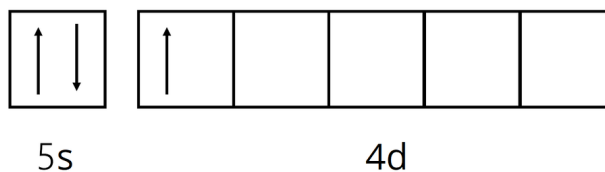
Opisz stan kwantowy elektronów walencyjnych atomu skandu (symbol Sc). Skand to pierwiastek należący do bloku *d* układu okresowego (czwarty okres, trzecia grupa). Posiada trzy elektrony walencyjne.

Liczba kwantowa	Elektron 1	Elektron 2	Elektron 3
n	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
l	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
m	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Ćwiczenie 7



Opisz stan kwantowy trzech elektronów walencyjnych atomu itru (symbol Y).



Konfiguracja elektronowa powłoki walencyjnej itrytu (Y)

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

Liczba kwantowa	Elektron 1	Elektron 2	Elektron 3
n	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
l	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
m	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
m_s	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

-
-

Ćwiczenie 8



Pierwiastek "Z" leży w drugiej grupie głównej i trzecim okresie układu okresowego. Podaj symbol, liczbę atomową tego pierwiastka oraz opisz stan obu elektronów walencyjnych pierwiastka "Z" za pomocą czterech liczb kwantowych.

Liczba kwantowa	Elektron 1	Elektron 2
n	<input type="text"/>	<input type="text"/>
l	<input type="text"/>	<input type="text"/>
m	<input type="text"/>	<input type="text"/>
m_s	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Symbol:

Liczba atomowa:

Dla nauczyciela

Scenariusz zajęć

Autor: Patrycja Męcik, Krzysztof Błaszczak

Przedmiot: chemia

Temat: Jak opisać stan elektronu w atomie za pomocą liczb kwantowych?

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

Podstawa programowa:

Zakres rozszerzony

II. Budowa atomu. Uczeń:

2) interpretuje wartości liczb kwantowych; opisuje stan elektronu w atomie za pomocą liczb kwantowych; stosuje pojęcia: powłoka, podpowłoka, stan orbitalny, spin elektronu.

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:

- interpretuje wartości liczb kwantowych;
- opisuje stanu elektronu w atomie za pomocą liczb kwantowych;
- określa liczbę elektronów, jaka może znajdować się w podpowłokach elektronowych.

Strategie nauczania:

- asosjacyjna.

Metody i techniki nauczania:

- dyskusja dydaktyczna;
- burza mózgów;
- analiza materiału źródłowego;
- ćwiczenia uczniowskie;
- film samouczek;
- technika gadająca ściana;
- technika zdań podsumowujących.

Formy pracy:

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

Środki dydaktyczne:

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

Przebieg zajęć

Faza wstępna:

1. Zaciekawienie i dyskusja. Nauczyciel wykorzystuje pytania zawarte we wprowadzeniu do e-materiału, np.: Jak rozmieszczone są elektrony w atomie? W jaki sposób można opisać stan elektronu w atomie?
2. Rozpoznawanie wiedzy wyjściowej uczniów. Nauczyciel zapisuje na tablicy pojęcie liczby kwantowe. Uczniowie podają nazwy liczb kwantowych i ich znaczenie.
3. Ustalenie celów lekcji. Nauczyciel podaje temat zajęć i wspólnie z uczniami ustala cele.

Faza realizacyjna:

1. Nauczyciel dzieli losowo na grupy, rozdaje arkusze papieru/mazaki i informuje, że zadaniem uczniów będzie przygotowanie plakatu informacyjnego dotyczącego liczb kwantowych. Każda z grup opracowuje cztery liczby kwantowe: magnetyczną liczbę kwantową, poboczną liczbę kwantową; główną liczbę kwantową i magnetyczną spinową liczbę kwantową. Uczniowie powinni ustalić także hierarchię tych liczb, a także odpowiednio je uszeregować. Ponadto mają podać informacje na temat wartości jakie przyjmuje dana liczba kwantowa, co określa i oznacza. Uczniowie korzystają z dostępnych źródeł informacji, w tym z e-materiału. Następnie liderzy grup prezentują opisy liczb kwantowych na forum klasy z wykorzystaniem techniki gadająca ściana. Nauczyciel monitoruje przebieg pracy uczniów i ewentualnie wyjaśnia niezrozumiałe kwestie.

2. Nauczyciel dzieli losowo uczniów na trzy grupy zadaniowe. Zadaniem uczniów będzie ustalenie liczby stanów kwantowych:

- grupa I – dla $n=1$ i dla $n=2$;
- grupa II – dla $n=3$;
- grupa III – dla $n=4$.

Po zakończonej pracy liderzy przedstawiają rezultaty pracy grupy na forum klasy z wykorzystaniem techniki gadająca ściana. Uczniowie nawzajem mogą zadawać sobie pytania. Nauczyciel czuwa nad poprawnością rozwiązywanych zadań.

3. Uczniowie samodzielnie analizują medium bazowe – film samouczek i sprawdzają swoją wiedzę, wykonując ćwiczenia załączone do medium.
4. Uczniowie samodzielnie sprawdzają swoją wiedzę wykonując ćwiczenia w e-materiale – „Sprawdź się”.

Faza podsumowująca

1. Na zakończenie zajęć nauczyciel zadaje przykładowe pytania: Jak opisać stan elektronu w atomie? Jakie znasz liczby kwantowe? Czym charakteryzuje się główna liczba kwantowa? Czego dotyczy zakaz Pauliego?
2. Jako podsumowanie lekcji nauczyciel może wykorzystać zdania do uzupełnienia, które uczniowie również zamieszczają w swoim portfolio:
 - Przypomniałem/łam sobie, że...
 - Co było dla mnie łatwe...
 - Czego się nauczyłam/łem...
 - Co sprawiało mi trudność...

Praca domowa:

Nauczyciel prosi uczniów o dokończenie ćwiczeń w e-materiale.

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania multimediu:

Film samouczek może zostać wykorzystany przez uczniów podczas przygotowywania się do zajęć lub sprawdzianu wiedzy.

Materiały pomocnicze:

1. Arkusze papieru, mazaki, gładki.
2. Polecenia podsumowujące (nauczyciel przed lekcją zapisuje je na niewielkich kartkach):
 - Jak opisać stan elektronu w atomie?
 - Jakie znasz liczby kwantowe?
 - Czym charakteryzuje się główna liczba kwantowa?
 - Czego dotyczy zakaz Pauliego?