




Co to jest wiązanie metaliczne?

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



Co to jest wiązanie metaliczne?

Z uwagi na charakter wiązania, metalom lub ich stopom można nadawać określone kształty.
Źródło: dostępny w internecie: pixabay.com, domena publiczna.

Samochody, rowery, biżuteria czy monety są wykonane głównie z metali lub ich stopów. Co istotne, za większość właściwości, jakie posiadają te przedmioty, odpowiada wiązanie metaliczne. Czy wiesz, jak ono powstaje i jakie są jego cechy?

Twoje cele

- Zdefiniujesz pojęcia: wiązanie metaliczne, gaz elektronowy, rdzeń atomowy.
- Zapoznasz się z animacją, na podstawie której wyjaśnisz, jak powstaje wiązanie metaliczne i opisziesz model kryształu metalicznego.
- Porównasz siłę wiązania metalicznego w metalach, biorąc pod uwagę położenie metalu w układzie okresowym.

Przeczytaj

Gdzie występuje wiązanie metaliczne?

Metale stanowią najliczniejszą grupę pierwiastków w układzie okresowym pierwiastków chemicznych.

liczba atomowa masa atomowa symbol nazwa

1	1,01	H	wodór	2	4,00	He	hel
3	6,94	Li	lit	6	12,01	C	węgiel
4	9,01	Be	beryl	7	14,01	N	azot
11	22,99	Na	sód	8	16,00	O	tlen
12	24,31	Mg	magnez	9	19,00	F	fluor
13	26,98	Al	glin	10	20,18	Ne	neon
14	28,09	Si	krzem	11	21,00	Na	sód
15	30,97	P	fosfor	12	22,99	Mg	magnez
16	32,07	S	siarka	13	23,80	Al	glin
17	35,45	Cl	chlor	14	24,31	Si	krzem
18	39,95	Ar	argon	15	24,31	P	fosfor
19	39,10	K	potas	16	26,98	S	siarka
20	40,08	Ca	wapń	17	28,09	Cl	chlor
21	44,96	Sc	skand	18	30,97	Ar	argon
22	47,87	Ti	tytan	19	32,07	K	potas
23	50,94	V	wanad	20	35,45	Ca	wapń
24	52,00	Cr	chrom	21	39,10	Sc	skand
25	54,94	Mn	mangan	22	40,08	Ti	tytan
26	55,85	Fe	żelazo	23	44,96	V	wanad
27	58,93	Co	kobalt	24	47,87	Cr	chrom
28	58,93	Ni	nikiel	25	50,94	Mn	mangan
29	63,55	Cu	miedź	26	52,00	Fe	żelazo
30	65,38	Zn	cynek	27	54,94	Co	kobalt
31	69,72	Ga	gal	28	55,85	Ni	nikiel
32	72,63	Ge	german	29	58,93	Cu	miedź
33	74,92	As	arsen	30	63,55	Zn	cynek
34	78,97	Se	selen	31	69,72	Ga	gal
35	79,90	Br	brom	32	72,63	Ge	german
36	83,80	Kr	krypton	33	74,92	As	arsen
37	85,47	Rb	rubid	34	78,97	Se	selen
38	87,62	Sr	stront	35	79,90	Br	brom
39	88,91	Y	itry	36	83,80	Kr	krypton
40	91,22	Zr	cyrkon	37	85,47	Rb	rubid
41	92,91	Nb	niob	38	87,62	Sr	stront
42	95,95	Mo	molibden	39	88,91	Y	itry
43	97,91	Tc	technet	40	91,22	Zr	cyrkon
44	101,07	Ru	ruten	41	92,91	Nb	niob
45	102,91	Rh	rod	42	95,95	Mo	molibden
46	106,42	Pd	pallad	43	97,91	Tc	technet
47	107,87	Ag	srebro	44	101,07	Ru	ruten
48	112,41	Cd	kadm	45	102,91	Rh	rod
49	114,82	In	ind	46	106,42	Pd	pallad
50	118,71	Sn	cyna	47	107,87	Ag	srebro
51	121,76	Sb	antymon	48	112,41	Cd	kadm
52	127,60	Te	tellur	49	114,82	In	ind
53	126,90	I	jod	50	118,71	Sn	cyna
54	131,29	Xe	ksenon	51	121,76	Sb	antymon
55	132,91	Cs	cez	52	127,60	Te	tellur
56	137,33	Ba	bar	53	126,90	I	jod
57-71		La-Lu	lantanowce	54	131,29	Xe	ksenon
72	178,49	Hf	hafn	55	132,91	Cs	cez
73	180,95	Ta	tantal	56	137,33	Ba	bar
74	183,84	W	wolfram	57-71		La-Lu	lantanowce
75	186,21	Re	ren	72	178,49	Hf	hafn
76	190,23	Os	osm	73	180,95	Ta	tantal
77	192,22	Ir	iryd	74	183,84	W	wolfram
78	195,08	Pt	platyna	75	186,21	Re	ren
79	196,97	Au	złoto	76	190,23	Os	osm
80	200,59	Hg	rtęć	77	192,22	Ir	iryd
81	204,38	Tl	tal	78	195,08	Pt	platyna
82	207,2	Pb	ołw	79	196,97	Au	złoto
83	208,98	Bi	bismut	80	200,59	Hg	rtęć
84	208,98	Po	polon	81	204,38	Tl	tal
85	209,99	At	astat	82	207,2	Pb	ołw
86	222,02	Rn	radon	83	208,98	Bi	bismut
87	223,02	Fr	frans	84	208,98	Po	polon
88	226,03	Ra	rad	85	209,99	At	astat
89-103		Ac-Lr	aktynowce	86	222,02	Rn	radon
104	267,12	Rf	ruterford	87	223,02	Fr	frans
105	268,13	Db	dubn	88	226,03	Ra	rad
106	271,13	Sg	seaborg	89-103		Ac-Lr	aktynowce
107	274,14	Bh	bohr	104	267,12	Rf	ruterford
108	277,15	Hs	has	105	268,13	Db	dubn
109	278,16	Mt	meitner	106	271,13	Sg	seaborg
110	281,17	Ds	darmsztadt	107	274,14	Bh	bohr
111	282,17	Rg	roentgen	108	277,15	Hs	has
112	285,18	Cn	kopernik	109	278,16	Mt	meitner
113	286,18	Nh	nihon	110	281,17	Ds	darmsztadt
114	289,19	Fl	flerow	111	282,17	Rg	roentgen
115	290,20	Mc	moscow	112	285,18	Cn	kopernik
116	293,21	Lv	livermor	113	286,18	Nh	nihon
117	294,21	Ts	tenes	114	289,19	Fl	flerow
118	294,21	Og	oganeson	115	290,20	Mc	moscow

metale
niemetale
gazy szlachetne
nieokreślone

Układ okresowy pierwiastków

Źródło: GroMar Sp. z o.o., na podstawie Peter Atkins, Loretta Jones, *Chemia ogólna Częsteczki materia reakcje*, 2016, Wydawnictwo PWN, licencja: CC BY-SA 3.0.

Wśród pierwiastków metalicznych wyróżnić można:

- metale alkaliczne (1. grupa układu okresowego);
- metale ziem alkalicznych (2. grupa układu okresowego);
- pierwiastki bloku *d*;
- lantanowce i aktynowce;
- metale bloku *p*.

Łącznie w układzie okresowym występuje 86 pierwiastków metalicznych, w których wiązaniem chemicznym odpowiadającym za szereg właściwości tych metali jest **wiązanie metaliczne**. Oznacza to, że zarówno w czystej próbce miedzi, jak i próbce glinu jedynym wiązaniem jest **wiązanie metaliczne**. Warto nadmienić, że pojęcie wiązania metalicznego

stosowane jest dla scharakteryzowania wiązania chemicznego, obecnego w **stopach metali** (np. **brązie**, **mosiądzu**). Poniżej przedstawiono przykłady obecności sieci metalicznej w różnych przedmiotach.



W złotej obrączce rdzenie atomowe metalu i gaz elektronowy oddziałują ze sobą.

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

Cechy wiązania metalicznego

Wiązanie metaliczne jest słabsze niż wiązanie jonowe lub kowalencyjne. **Energia wiązania** metalicznego mieści się w granicach od 1 eV do 8 eV w przeliczeniu na atom.

Przykład:

- 1. grupa, energia wiązania – 1 eV;
- 2. grupa, energia wiązania 1,5 – 2,0 eV;
- metale bloku *d*, energia wiązania 3 – 8 eV.

W tabeli poniżej podano wartości energii wiązania dla wybranych metali w jednostce $\left[\frac{\text{kJ}}{\text{mol}}\right]$ oraz $\left[\frac{\text{eV}}{\text{atom}}\right]$.

Metal	Energia wiązania	
	$\left[\frac{\text{kJ}}{\text{mol}}\right]$	$\left[\frac{\text{eV}}{\text{atom}}\right]$

Metal	Energia wiązania	
	$\left[\frac{\text{kJ}}{\text{mol}} \right]$	$\left[\frac{\text{eV}}{\text{atom}} \right]$
Hg	68	0,7
Al	324	3,4
Fe	406	4,2
W	859	8,8

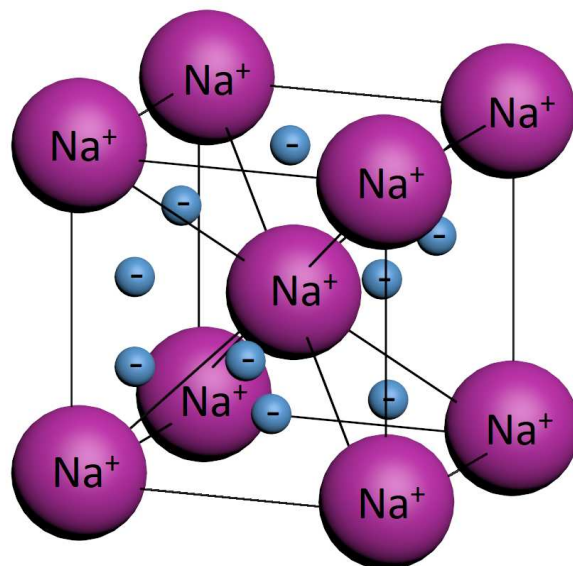
Źródło: William D. Callister Jr. , David G. Rethwisch, *Materials Science and Engineering: An Introduction*, 8th Edition, USA 2009, p. 31.

Siła wiązania metalicznego zależy od:

1. **liczby elektronów ulegających delokalizacji** – im więcej elektronów w chmurze elektronowej, tym wiązanie jest silniejsze. Metale przejściowe mogą zaangażować elektrony **3d** w delokalizację, jak również **4s**. Zatem wiązania w metalach przejściowych są silniejsze niż w metalach alkalicznych.
2. **ładunku kationu** – im wyższy, tym silniejsze przyciąganie między elektronami, które ulegają delokalizacji, a jonami metali. Jeśli weźmiemy pod uwagę takie pierwiastki, jak magnez i sód, to zauważymy, że magnez tworzy jony dwudodatnie, a sód jednododatnie. Zatem w magnezie występuje silniejsze oddziaływanie pomiędzy kationami a elektronami chmury elektronowej.

Kryształy metaliczne

Na skutek delokalizacji elektronów sieć krystaliczna w metalach przyjmuje postać trójwymiarową. W węzłach sieci krystalicznej usytuowane są kationy metalu, natomiast elektrony chmury elektronowej poruszają się swobodnie pomiędzy kationami.



Model sieci krystalicznej sodu

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

Ważne!

Kryształy metaliczne są elektrycznie obojętne, ponieważ **gaz elektronowy** równoważy dodatni ładunek rdzenia atomowego (kationów).

Słownik

gaz elektronowy

zdelokalizowane elektrony otaczające kationy metali w sieci krystalicznej metalu lub stopu

wiązanie metaliczne

elektrostatyczne oddziaływanie (bezkierunkowe) jonów dodatnich metali i elektronów walencyjnych, które, poruszając się w całej objętości metalu, tworzą tzw. gaz elektronowy

elektrony walencyjne

elektrony, które występują na zewnętrznych powłokach elektronowych atomu (wyjątki blok *d* i *f*), zajmują orbitale o największej energii (dla danego pierwiastka), biorą udział w tworzeniu wiązań chemicznych i decydują o właściwościach chemicznych pierwiastka

kryształ metaliczny

krystaliczne ciało stałe, w którym rdzenie atomowe są utrzymywane razem przez gaz elektronowy należący do całej sieci krystalicznej

stop

jednorodna mieszanina dwóch lub więcej metali lub metalu z innymi pierwiastkami niemetalicznymi

brąz

stop miedzi z cyną o procentowej zawartości masowej miedzi (80–90%)

mosiądz

stop miedzi i cynku o procentowej zawartości masowej cynku (10–45%)

energia wiązania

najmniejsza ilość energii, jaką należy dostarczyć aby rozerwać wiązanie; energię wiązania wyraża się w elektronowoltach w przeliczeniu na atom $\left[\frac{\text{eV}}{\text{atom}} \right]$ lub jako jednostkę energii na jednostkę liczności materii $\left[\frac{\text{kJ}}{\text{mol}} \right]$

Bibliografia

Bieleński A., *Podstawy chemii nieorganicznej*, t. 1-2 , Warszawa 2010.

Callister W, D., Rethwisch D. G., *Materials Science and Engineering: An Introduction*, 8th Edition, USA 2009.

Cox P. A., *Chemia nieorganiczna. Krótkie wykłady*, Warszawa 2012.

Taber K., *Teaching Secondary Chemistry*, 2nd Edition, London 2012.

Metlic Bonding, online:

https://chem.libretexts.org/Courses/Northern_Alberta_Institute_of_Technology/CHEM_1130_Principles_in_Chemistry_I/3%3A_Chemical_Bonding._Solubility/3.9%3A_Metallic_Bonding, dostęp: 11.05.2021.

Moebis W., Ling S. J., Sanny J., *Wiązania w ciałach stałych [w:] Fizyka dla szkół wyższych*, t. 3, 2018, online: <https://cnx.org/contents/u2KTPvIK@4.5:zXYdgk4@3/9-3-Wi%C4%85zania-w-cia%C5%82ach-sta%C5%82ych>, dostęp: 11.05.2021.

Animacja

Polecenie 1

Zapoznaj się z animacją, w której opisany został elektronowy model wiązania metalicznego. Następnie przystąp do rozwiązania ćwiczeń zamieszczonych poniżej.

Wystąpił błąd



Film dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/DxFgtwjKo>

Animacja pt. „Co to jest wiązanie metaliczne?”

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

Film nawiązujący do treści materiału - opisuje wiązanie metaliczne.




Ćwiczenie 1

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



Ćwiczenie 2

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Wybierz poprawne dokończenie poniższego zdania.

Kryształy metaliczne to krystaliczne ciała stałe:

- charakterystyczne dla metali i stopów.
- w których atomy są utrzymywane razem, na skutek ich wzajemnego oddziaływania.
- utworzone wyłącznie przez metale alkaliczne.

Ćwiczenie 2



Wybierz poprawne dokończenie poniższego zdania.

Wiązanie metaliczne to typ wiązania charakterystyczny dla:

- próbki potasu.
- ciekłego azotu.
- monety.
- puszki aluminiowej.

Ćwiczenie 3



Zaznacz odpowiedź, w której znajdują się wyłącznie substancje tworzące wiązania metaliczne.

- K, Na, Fe, Ag
- Li, NaOH, Fe, Au
- Be, NaCl, Fe, K
- Pt, Pd, H₂, Mg

Ćwiczenie 4



Ćwiczenie 5



Uzereguj podane metale względem charakterystycznej dla nich energii wiązania metalicznego (od najmniejszej do największej).

- Ba
- Ag
- Na

Ćwiczenie 6



Oceń prawdziwość poniższych zdań. Zaznacz „Prawda” lub „Fałsz”.

Zdanie	Prawda	Fałsz
W wiązaniu metalicznym dodatnio naładowane zręby atomowe przyciągają się z chmurą elektronową.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wiązanie metaliczne przyjmuje określone kierunki.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Węzły sieci krystalicznej w próbce kryształu metalicznego są obsadzone przez elektrony.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Ćwiczenie 7



Wyjaśnij, czym jest gaz elektronowy.

Ćwiczenie 8



Narysuj model wiązania metalicznego magnezu.

Odpowiedź zapisz w zeszyte do lekcji chemii, zrób zdjęcie, a następnie umieść je w wyznaczonym polu.

Dla nauczyciela

Scenariusz zajęć

Autor: Agata Jarszak-Tyl, Krzysztof Błaszczak

Przedmiot: chemia

Temat: Co to jest wiązanie metaliczne?

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

Podstawa programowa:

Zakres podstawowy

X. Metale, niemetale i ich związki.

2) opisuje podstawowe właściwości fizyczne metali i wyjaśnia je na podstawie znajomości natury wiązania metalicznego.

Zakres rozszerzony

X. Metale, niemetale i ich związki

2) opisuje podstawowe właściwości fizyczne metali i wyjaśnia je na podstawie znajomości natury wiązania metalicznego.

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 pojęcia: wiązanie metaliczne, gaz elektronowy, rdzeń atomowy;
- wyjaśnia, jak powstaje wiązanie metaliczne i opisuje jego model;

- porównuje siłę wiązania metalicznego w metalach, biorąc pod uwagę położenie metalu w układzie okresowym.

Strategie nauczania:

- asocjacyjna.

Metody i techniki nauczania:

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

Formy pracy:

- praca indywidualna;
- praca w parach;
- praca całego zespołu klasowego.

Środki dydaktyczne:

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

Przebieg zajęć

Faza wstępna:

1. Zaciekawienie i dyskusja. Nauczyciel pokazuje uczniom kilka przedmiotów: folię aluminiową, monetę, gwóźdź, łańcuszek, po czym zadaje przykładowe pytania: Z jakich pierwiastków chemicznych wykonane są te przedmioty? Jaki typ wiązania chemicznego jest charakterystyczny dla tych przedmiotów?
2. Rozpoznawanie wiedzy wyjściowej uczniów. Pogadanka na temat rodzajów wiązań chemicznych. Efektem pogadanki, ma być przypomnienie wiadomości o poznanych dotąd rodzajach wiązań chemicznych.
3. Ustalenie celów lekcji. Nauczyciel podaje temat zajęć i wspólnie z uczniami ustala cele lekcji, które uczniowie zapisują i zbierają w portfolio.

Faza realizacyjna:

1. Nauczyciel wyświetla na tablicy multimedialnej układ okresowy pierwiastków chemicznych i zadaje uczniom pytanie: ile metali mieści się w układzie okresowym pierwiastków chemicznych. Uczniowie zgłaszają swoje propozycje poprzez podniesienie ręki i uzasadniają podanie swojej odpowiedzi. Jeżeli padnie poprawna odpowiedź nauczyciel potwierdza ją lub podaje prawdziwą odpowiedź (86 pierwiastków metalicznych) korygując tym samym odpowiedzi uczniów.
2. Uczniowie samodzielnie zapoznają się z animacją dotyczącą powstawania wiązania metalicznego. Następnie sprawdzają, co zapamiętali, wykonując ćwiczenia dołączone do medium.
3. Uczniowie powracają do sekcji „Przeczytaj” i analizują treści dotyczące występowania wiązania metalicznego oraz zwracają uwagę na cechy wiązania metalicznego. Prowadzący wyświetla następnie model sieci krystalicznej metalicznego sodu z części „Przeczytaj”, a chętny uczeń omawia jego budowę. Nauczyciel wspiera ucznia.
4. Uczniowie pracują w parach z częścią „Sprawdź się”. Uczniowie wykonują zadania. Nauczyciel może wyświetlić treść poleceń na tablicy multimedialnej. Po każdym przeczytanym poleceniu nauczyciel daje uczniom określony czas na zastanowienie się, a następnie chętny uczeń z danej pary udziela odpowiedzi/prezentuje rozwiązanie na tablicy. Pozostali uczniowie ustosunkowują się do niej, proponując ewentualnie swoje pomysły. Nauczyciel w razie potrzeby koryguje odpowiedzi, dopowiada istotne informacje, udziela uczniom informacji zwrotnej. Ćwiczenia, których uczniowie nie zdążą wykonać podczas lekcji mogą być zlecone do wykonania w ramach pracy domowej.

Faza podsumowująca:

1. Tarcza strzelnicza. Celem tej metody jest bardzo szybkie uzyskanie informacji zwrotnej. Uczniowie na tarczy strzelniczej zawieszanej w sali lekcyjnej, z użyciem samoprzylepnych karteczek, zaznaczają w skali od 0 do 10 swoje „strzały”. Koło można podzielić na części, w których oceniać można różne aspekty pracy, np. przydatność, atrakcyjność, stopień trudności materiału, zaangażowanie uczniów, zainteresowanie tematem, stopień opanowania zagadnienia wynikający z zamierzonych do osiągnięcia celów lekcji, itp. Nauczyciel może odnieść się do tego ogólnie na podsumowanie.
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 nauczyłem/łam...
 - Co sprawiało mi trudność...

Praca domowa:

Dokończenie zadań z zestawu ćwiczeń interaktywnych – dla uczniów, którzy nie zdążyli wykonać na lekcji.

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania multimediu:

Medium w sekcji „Animacja” można wykorzystać na lekcji jako podsumowanie i utrwalenie wiedzy. Uczniowie mogą wykorzystać przygotowując się do lekcji lub pracy kontrolnej.

Materiały pomocnicze:

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

- Czym jest gaz elektronowy?
- Jak powstaje wiązanie metaliczne?
- Czy w stopach również występuje wiązanie metaliczne?

2. Nauczyciel przygotowuje: folię aluminiową, monetę, gwóźdź, łańcuszek.