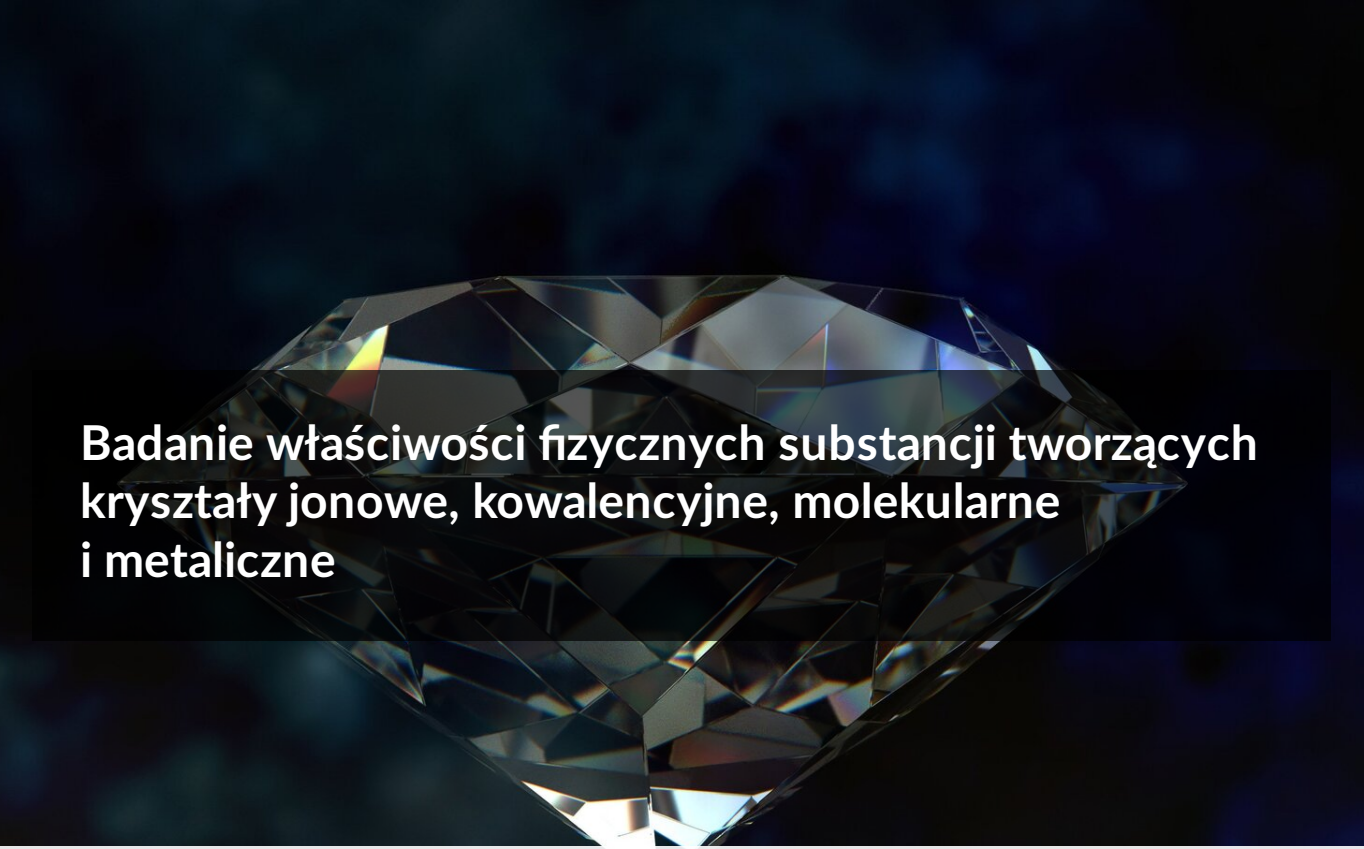




Badanie właściwości fizycznych substancji tworzących kryształy jonowe, kowalencyjne, molekularne i metaliczne

- [Wprowadzenie](#)
- [Przeczytaj](#)
- [Wirtualne laboratorium – S](#)
- [Sprawdź się](#)
- [Dla nauczyciela](#)



Badanie właściwości fizycznych substancji tworzących kryształy jonowe, kowalencyjne, molekularne i metaliczne

Czy wiesz, że kryształy jonowe soli kuchennej nie przewodzą prądu elektrycznego, ale roztwór wodny soli umożliwia jego przewodzenie?

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

Czy wiesz, że kryształ lodu jest kryształem molekularnym? Węglik krzemu (SiC) znany jako karborund ma strukturę bardzo podobną do diamentu. Wiesz, że nigdy nie zaobserwowano jego stopienia i wykazuje on ekstremalną twardość? Z kolei węglik wolframu (WC) jest jednym z najczęściej spotykanych ciał stałych o budowie kowalencyjnej. Czy wiesz, że jest on wykorzystywany do wytwarzania obracających się kul w długopisach kulkowych? Ma wysoką temperaturę topnienia (2870°C) i strukturę podobną do diamentu, chociaż jest nieco mniej twardy.

Twoje cele

- Wymienisz rodzaje kryształów.
- Poznasz właściwości fizykochemiczne substancji tworzących kryształy.
- Nauczysz się odróżniać od siebie związki o charakterze jonowym, metalicznym i kowalencyjnym.

Przeczytaj

Uwzględniając rodzaj wiązań, który decyduje o właściwościach fizycznych kryształów wyróżniamy:

Kryształy molekularne

Kryształy molekularne są zbudowane z odrębnych cząsteczek, które weszły w interakcję dzięki oddziaływaniom międzycząsteczkowym (van der Waalsa). Takie struktury tworzą związki organiczne lub zestalone gazy. Wspomniane oddziaływania między cząsteczkami są słabe, co skutkuje m.in. stosunkowo małą twardością kryształów molekularnych i niską temperaturą topnienia. Przykładowymi związkami chemicznymi, które tworzą analizowane kryształy są jod oraz naftalen (popularnie nazywany naftaliną). Dodatkowo warto wspomnieć, że kryształy molekularne:

- nie przewodzą prądu elektrycznego,
- nie ulegają dysocjacji jonowej,
- słabo rozpuszczają się w wodzie i innych rozpuszczalnikach polarnych,
- dobrze rozpuszczają się w niepolarnych rozpuszczalnikach (np. benzen, benzyna),
- mają niskie temperatury topnienia,
- są bardzo reaktywne.

Ciekawostka

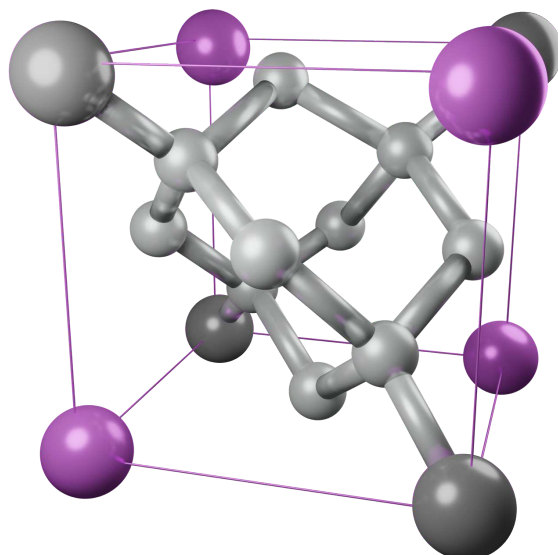
W kryształach molekularnych niektórych niepolarnych substancji, oddziaływania między drobinami są na tyle słabe, że pojedyncze cząsteczki mogą odrywać się od kryształu (ciała stałego), zmieniając tym samym stan skupienia na gazowy. Opisana przemiana to **sublimacja**. Przykładem substancji, która stosunkowo łatwo ulega sublimacji jest jod. Proces odwrotny do sublimacji to **resublimacja**.

Kryształy kowalencyjne

W kryształach kowalencyjnych (atomowych) atomy są ze sobą związane za pomocą wiązań kowalencyjnych. Podobnie jak w kryształach jonowych, także w kryształach atomowych traci sens pojęcie cząsteczki. W analizowanych układach nie można bowiem wyróżnić pojedynczych cząsteczek – cały kryształ kowalencyjny (atomowy) trzeba traktować jako jedną olbrzymią cząsteczkę. Sztandarowym przykładem kryształu kowalencyjnego jest diament. W sieci krystalicznej diamentu, każdy atom węgla łączy się z czterema innymi atomami węgla za pomocą wiązań kowalencyjnych. Regularna sieć przestrzenna diamentu sprawia, że jest on najtwardszą znaną substancją – przypisuje mu się twardość 10 w skali Mohsa. Wykorzystanie wszystkich elektronów walencyjnych atomów węgla do utworzenia wiązań kowalencyjnych powoduje, że diament jest izolatorem elektrycznym. Podobny układ występuje w krzemie i germanie.

Dodatkowo, kryształy kowalencyjne:

- nie ulegają dysocjacji jonowej,
- mają wysoką temperaturę topnienia,
- są niereaktywne.



Struktura krystaliczna diamentu

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



Ametyst – odmiana kwarcu o zabarwieniu fioletowym lub purpurowym. Barwa tego minerału jest wynikiem obecności jonów żelaza.

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

Kryształy jonowe są tworzone tylko przez związki chemiczne o budowie jonowej, m.in. tlenki i sole metali 1. i 2. grupy układu okresowego. W stanie stałym związki te tworzą jonowe sieci krystaliczne, w których na przemian rozmieszczone są jony dodatnie i ujemne.

Przykładowymi związkami chemicznymi, które tworzą [kryształy jonowe](#) są:

- tlenki metali alkalicznych, np.: tlenek sodu, tlenek potasu,
- wodorotlenki metali alkalicznych, np. wodorotlenek litu,
- sole metali alkalicznych, np.: chlorek sodu, jodek potasu.

Analizowane kryształy zbudowane są z jonów rozmieszczonych równomiernie w sieci krystalicznej. Jony te działają na siebie siłami przyciągania elektrostatycznego, których wartości są dość znaczne. Dlatego też kryształy związków o wiązaniu jonowym wykazują specyficzne właściwości fizyczne tj.:

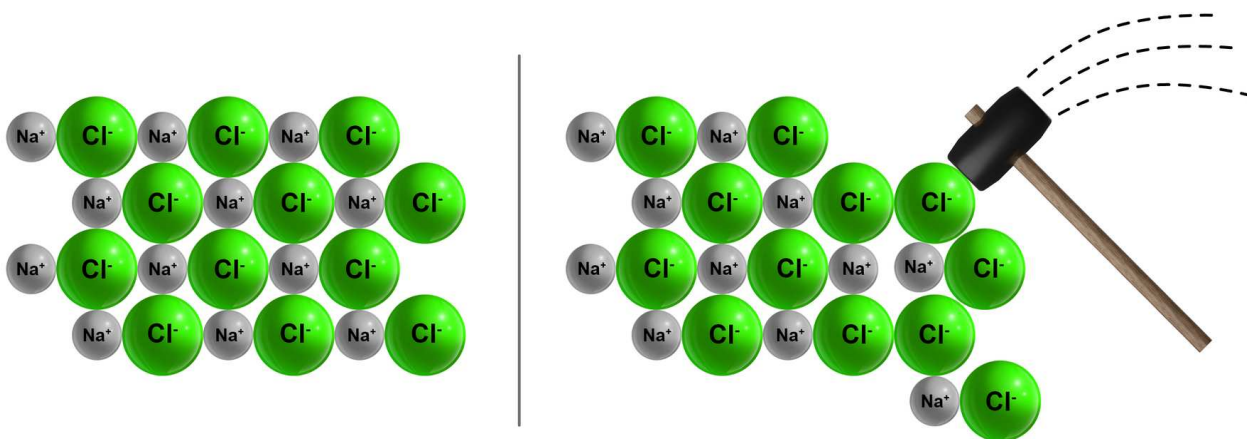
- posiadają wysokie temperatury wrzenia, np. chlorek sodu wrze w temperaturze 1413°C ,
- posiadają wysokie temperatury topnienia, np. chlorek sodu topi się w temperaturze 801°C (proces topienia związku jonowego wymaga użycia dużych ilości energii w celu zerwania wszystkich wiązań jonowych w kryształach),
- odznaczają się stosunkowo dużą twardością,
- w stanie stopionym i w roztworze wodnym przewodzą prąd,
- najczęściej dobrze rozpuszczają się w rozpuszczalnikach polarnych.



Kryształy halitu. Halit lub sól kamienna jest mineralną postacią chlorku sodu. Tworzy sześciennie kryształy. Występuje w minerałach odparowujących, które powstają w wyniku wysychania zamkniętych jezior i mórz.

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

Związki jonowe są na ogół twarde, ale kruche. Dlaczego? Potrzeba dużej siły mechanicznej, takiej jak np. uderzenie kryształu młotkiem, aby doprowadzić do przesunięcia jednej warstwy jonów budującej kryształ, względem drugiej warstwy. W takiej sytuacji, zbliżają się do siebie jony o tym samym ładunku (patrz rysunek poniżej). Jony te odpychają się, powodując tym samym rozbite (rozkruszenie) kryształu.



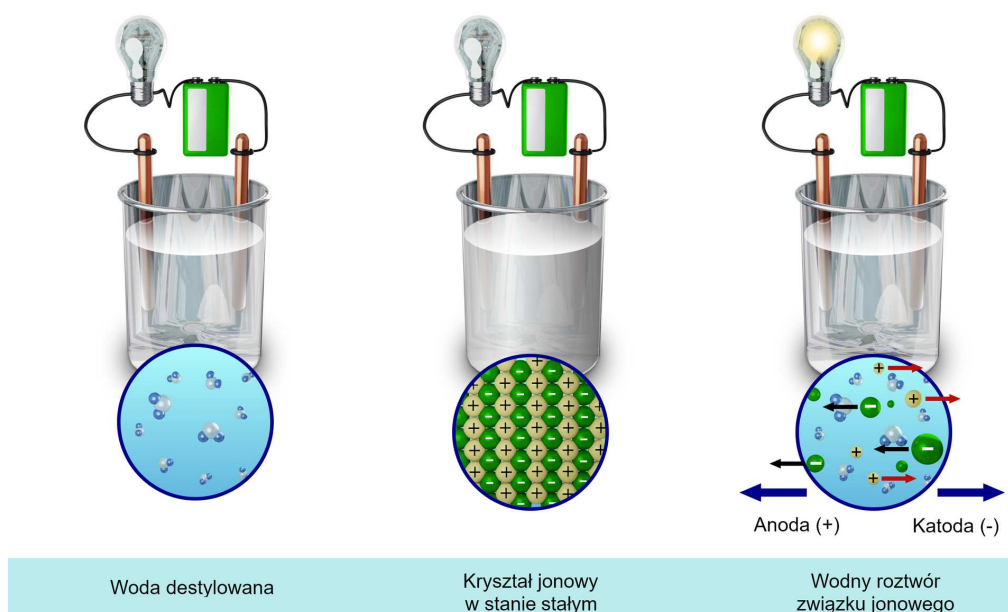
(A) Kryształ chlorku sodu pokazano w dwóch wymiarach. (B) Po uderzeniu młotem ujemnie naładowane jony chlorkowe zbliżają się do siebie, a siły odpychające między nimi powodują rozbięcie kryształu.

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

Polecenie 1

Badanie przewodnictwa kryształów jonowych

Inną charakterystyczną właściwością związków jonowych jest ich przewodnictwo elektryczne. Poniższy rysunek przedstawia trzy eksperymenty, w których dwie elektrody podłączone do żarówki są umieszczone w zlewkach zawierających trzy różne substancje. Przeanalizuj schemat i zapisz wynikające z niego obserwacje i wnioski.



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

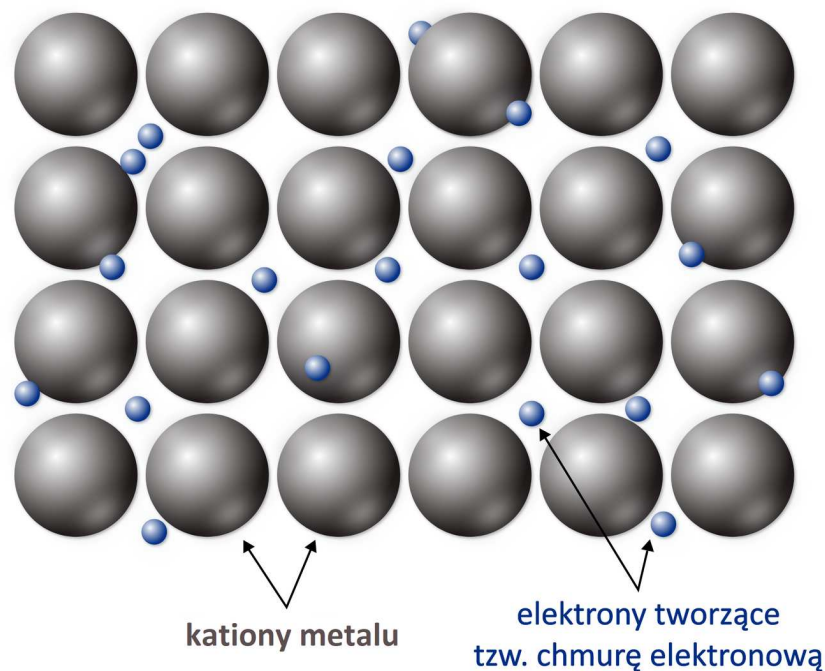
Rozpuszczalność kryształów

Kryształy jonowe, np. chlorku sodu, siarczanu(VI) miedzi(II) – CuSO_4 czy siarczanu(VI) żelaza(II) – FeSO_4 , są łatwo rozpuszczalne w rozpuszczalnikach polarnych

w przeciwieństwie do kryształów kowalencyjnych, np. kryształów diamentu.

Kryształy o wiąźaniach metalicznych

Kryształy metaliczne występują w czystych metalach i ich stopach. W sieci kryształu metalicznego węzły sieci przestrzennej są obsadzone przez gęsto upakowane dodatnie rdzenie atomowe pozbawione elektronów walencyjnych. Odłączone od rdzenia elektrony tworzą tzw. „gaz elektronowy”, czyli zdelokalizowaną chmurę ładunku ujemnego.

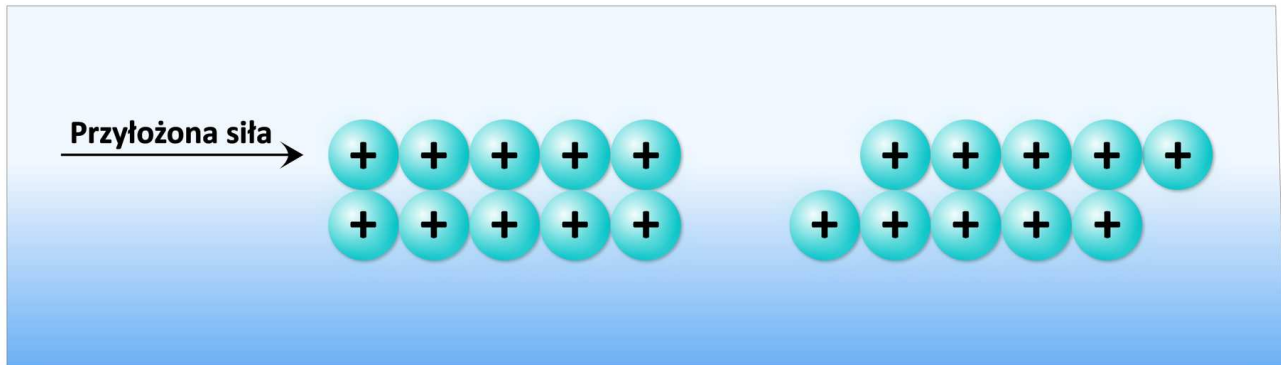


Schemat kryształu metalicznego

Źródło: GroMar Sp. z o. o. na podstawie: <https://epodreczniki.open.agh.edu.pl/tiki-index.php?page=Typy%20wi%C4%85za%C5%84%C2%82chemicznych>, licencja: CC BY-SA 3.0.

Obecność „chmury elektronowej” zapewnia kryształom metalicznym przewodnictwo elektronowe. Z kolei kationowa budowa sieci krystalicznej zapewnia metalom plastyczność, której nie mają kryształy jonowe. Sieć taka charakteryzuje się m.in. dobrą przewodnością cieplną i elektryczną oraz kowalnością (zdolnością do przyjmowania przez metal dowolnych kształtów, co jest wynikiem braku ukierunkowania wiązań

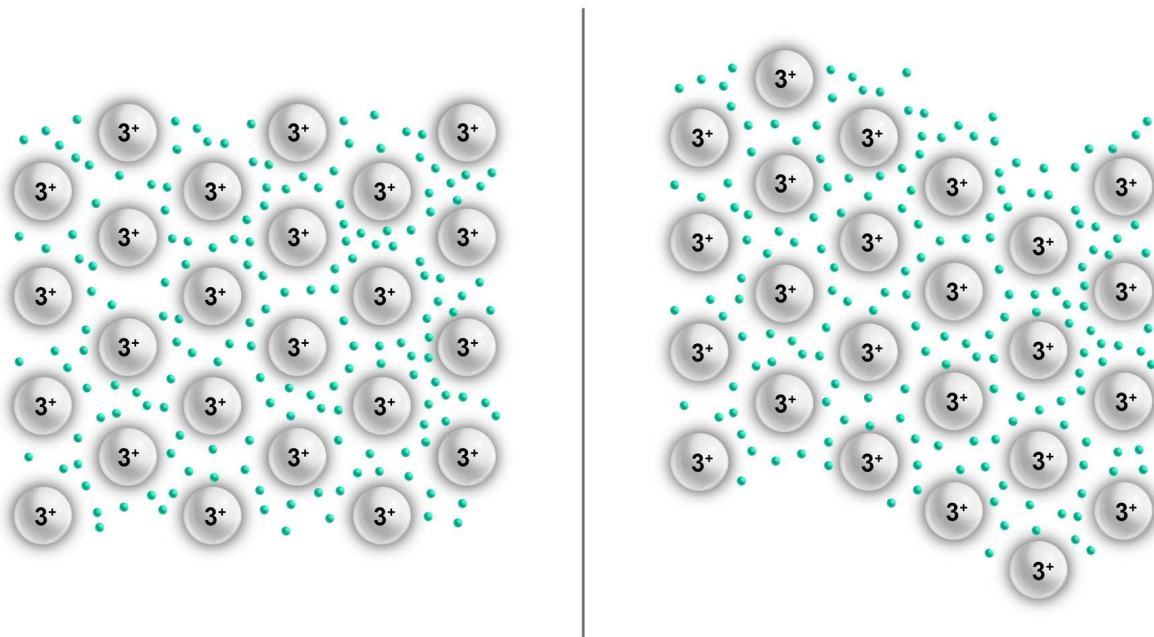
metalicznych). Przeszczepianie się kationów w sieci krystalicznej metalu, w wyniku działania siły zewnętrznej, nieznacznie wpływa na oddziaływania między elementami struktury kryształu (kationami) – jądra atomowe w tym typie kryształów przeszczepiają się łatwo względem siebie nawzajem.



Przeszczepianie się kationów w sieci krystalicznej metalu w wyniku działania siły zewnętrznej.

Źródło: GroMar Sp. z o. o. na podstawie:

https://zasoby1.open.agh.edu.pl/dydaktyka/chemia/a_e_chemia/2_stany_skupienia/04_01_04.htm, licencja: CC BY-SA 3.0.



(A) Kryształ aluminium pokazano w dwóch wymiarach. (B) Po uderzeniu młotem, dodatkowo naładowane jony zbliżają się do siebie razem z chmurą elektronową, dzięki czemu nie następuje rozbięcie kryształu, a jedynie jego deformacja.

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

Kryształy metaliczne charakteryzuje:

- połysk metaliczny;
- dobre przewodnictwo cieplne dzięki zrębom atomowym, które drgając przekazują sobie energię;
- dobre przewodnictwo elektryczne;
- ciągliwość;
- wysokie temperatury topnienia (wyjątek: litowce, gal, ind, rtęć).



Kryształy złota o czystości 99,99% wytworzone metodą reakcji transportu chemicznego w atmosferze chloru.

Źródło: Alchemist-hp (talk) [www.pse-mendelejew.de](https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=7611254), dostępny w internecie: <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=7611254>, licencja: CC BY-SA 3.0.

Podsumowanie właściwości kryształów

Właściwości kryształów

rodzaj właściwości	kowalencyjne (atomowe)	jonowe	metaliczne	molekula (cząstecz
-----------------------	---------------------------	--------	------------	-----------------------

rodzaj właściwości	kowalencyjne (atomowe)	jonowe	metaliczne	molekularne (cząstecz
właściwości mechaniczne	duża wytrzymałość, duża twardość	duża wytrzymałość, duża twardość	wytrzymałość różna dla różnych metali, na ogół duża, ciągłość	mała twardość mała wytrzymałość
właściwości termiczne	temperatury topnienia wysokie, mały współczynnik rozszerzalności cieplnej	temperatury topnienia wysokie, mały współczynnik rozszerzalności cieplnej	temperatury topnienia różne, duży współczynnik rozszerzalności cieplnej	temperatury topnienia niskie, duży współczynnik rozszerzalności cieplnej
przewodnictwo elektryczne	w stanie czystym nie przewodzą prądu elektrycznego	w stanie stałym nie przewodzą prądu elektryczny, w stanie stopionym i roztworach wodnych wykazują przewodnictwo	przewodniki prądu elektrycznego	nie przewodzą prądu elektrycznego (izolatory)

Słownik

komórka elementarna

kryształ; równoległościan stanowiący podstawowy, powtarzający się okresowo w przestrzeni element sieci przestrzennej

kryształ molekularny, kryształ cząsteczkowy

kryształ, w którym sieć krystaliczną tworzą dobrze zdefiniowane cząsteczki powiązane słabymi oddziaływaniami międzycząsteczkowymi (np. siłami van der

Waalsa), natomiast nie występują w niej wiązania jonowe ani wodorowe

kryształy kowalencyjne, atomowe

kryształy mające w węzłach sieci krystalicznej obojętne elektrycznie atomy; wiązania tworzą pary elektronów walencyjnych pochodzących od dwóch sąsiednich atomów, elektrony te stanowią wspólną własność obydwu atomów; takie wiązania przejawiają wyraźną kierunkowość, a typowym przykładem jest diament; cechy kryształów kowalencyjnych to duża twardość oraz małe przewodnictwo elektryczne

kryształy jonowe

kryształy, w których węzły sieci krystalicznej są obsadzone przez jony – kationy i aniony, o równoważnej ilości ładunków elektrycznych (dzięki czemu kryształ jonowy jako całość jest elektrycznie obojętny); tworzą je głównie sole składające się z pierwiastków o dużej różnicy elektroujemności, np. NaCl, KF – związki o dominującym charakterze jonowym wiązań

kryształy metaliczne

kryształy, w których elektrony walencyjne są wspólne dla wszystkich jonów w kryształach i tworzą gaz elektronowy, wypełniający przestrzeń pomiędzy dodatnimi jonami; kryształy metaliczne są doskonałymi przewodnikami elektryczności i ciepła; przykładem kryształów metalicznych są kryształy tworzone przez metale alkaliczne

Bibliografia

Bielański A., *Podstawy chemii nieorganicznej*, Warszawa 1987.

Bogdańska-Zarembina A., Matuszewicz E. I., Matuszewicz J., *Chemia dla szkół średnich*, Warszawa 1993.

Kaczyński J., Czaplicki A., *Chemia ogólna*, Warszawa 1974.

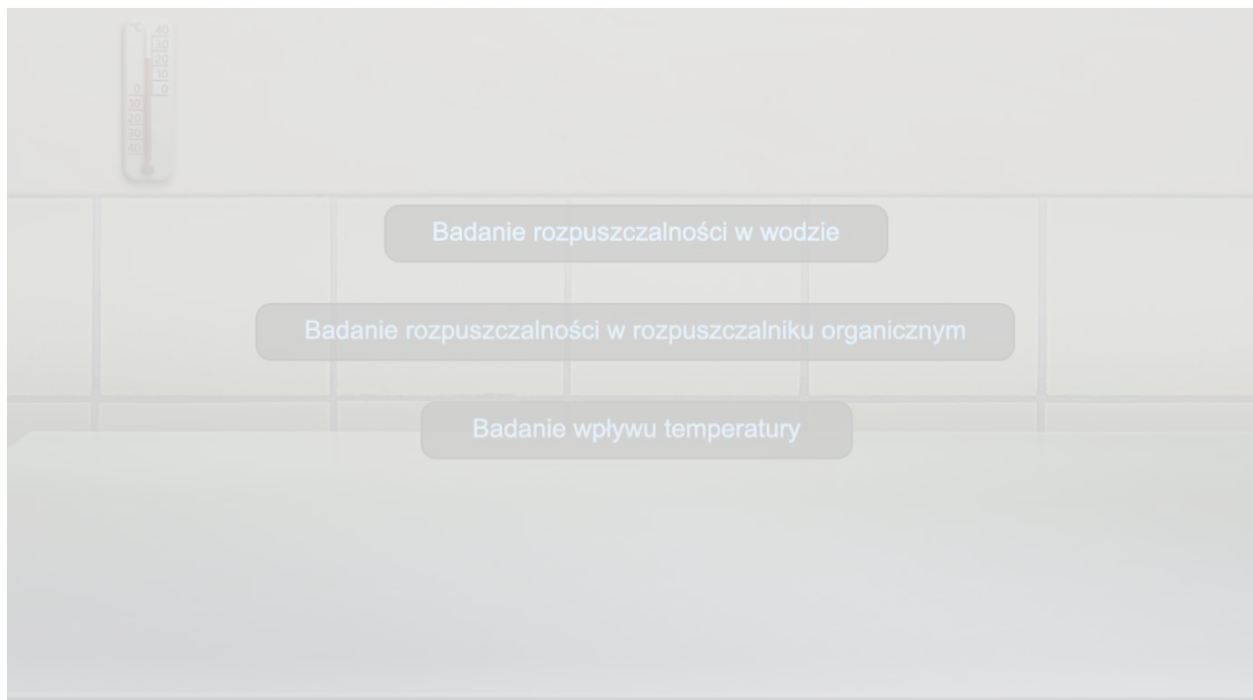
Litwin M., Styka-Wlazło S., Szymońska J., *Chemia ogólna i nieorganiczna*, Warszawa 2002.

Pazdro K. M., *Chemia. Podręcznik do kształcenia rozszerzonego w liceach. Część 1. Chemia ogólna*, Warszawa 2009.

Wirtualne laboratorium – S

Laboratorium 1

Przeprowadź eksperyment w laboratorium chemicznym. Sformułuj własną hipotezę. W formularzu zanotuj swoje obserwacje, a następnie sformułuj wyniki i wnioski.



Zasób interaktywny dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/DoNX703lv>

Wirtualne laboratorium pt. „Badanie właściwości fizycznych substancji tworzących kryształy jonowe, kowalencyjne, molekularne i metaliczne”

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

Analiza eksperymentu: Badanie właściwości fizycznych substancji, które tworzą kryształy jonowe, kowalencyjne, molekularne i metaliczne.

Problem badawczy:

1. Czy kryształy jonowe, kowalencyjne, molekularne i metaliczne rozpuszczają się w wodzie?
 2. Czy kryształy jonowe, kowalencyjne, molekularne i metaliczne rozpuszczają się w rozpuszczalniku organicznym?
 3. Czy kryształy jonowe, kowalencyjne, molekularne i metaliczne charakteryzują się takimi samymi temperaturami topnienia?
-

Hipoteza:

Sprzęt laboratoryjny:

Odczynniki chemiczne:

Przebieg eksperymentu:

Obserwacje:

Wyniki:

Wnioski:

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Wskaż zdania prawdziwe.

- ☐ Kryształy metaliczne dobrze rozpuszczają się w wodzie.
- ☐ Kryształy molekularne są bierne chemicznie.
- ☐ Kryształy metaliczne odbijają światło.
- ☐ Kryształy molekularne nie przewodzą prądu elektrycznego.

Ćwiczenie 2



Ilustracja do ćwiczenia

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

Dzięki której z podanych niżej właściwości możliwe jest przedstawione na zdjęciu wykuwanie przedmiotów metalowych? Zaznacz poprawną odpowiedź.

- ☐ Wysokie temperatury topnienia kryształów kowalencyjnych
- ☐ Plastyczność kryształów kowalencyjnych
- ☐ Wysokie temperatury topnienia kryształów metalicznych
- ☐ Kowalność kryształów metalicznych

Ćwiczenie 3



Wskaż zbiór, w którym zapisano nazwy wyłącznie tych substancji, które tworzą kryształy jonowe.

☐ metan, tlen, azot

☐ diament, grafit, krzem

☐ chlorek potasu, chlorek sodu, siarczan(VI) miedzi(II)

Ćwiczenie 4



Uzupełnij poniższe zdania wybierając właściwe określenia.

Możemy wyróżnić następujące rodzaje kryształów: kryształ metaliczny, kryształ kowalencyjny, i kryształ jonowy. Kryształy molekularne dobrze rozpuszczają się w rozpuszczalnikach oraz wykazują wysoką chemiczną. Kryształy metaliczne cechuje ze względu na ruch elektronów walencyjnych pod wpływem światła oraz dobre przewodnictwo . Kryształy kowalencyjne wykazują bardzo wysokie temperatury oraz w większości . Z kolei kryształy jonowe mają temperatury topnienia i wrzenia, są twarde, ale . Kryształy jonowe jedynie w stanie stałym prądu elektrycznego.

topnienia

kruche

połysk

elektryczne

przewodzą prąd elektryczny

niepolarnych

nie przewodzą

niskie

nie przewodzą prądu elektrycznego

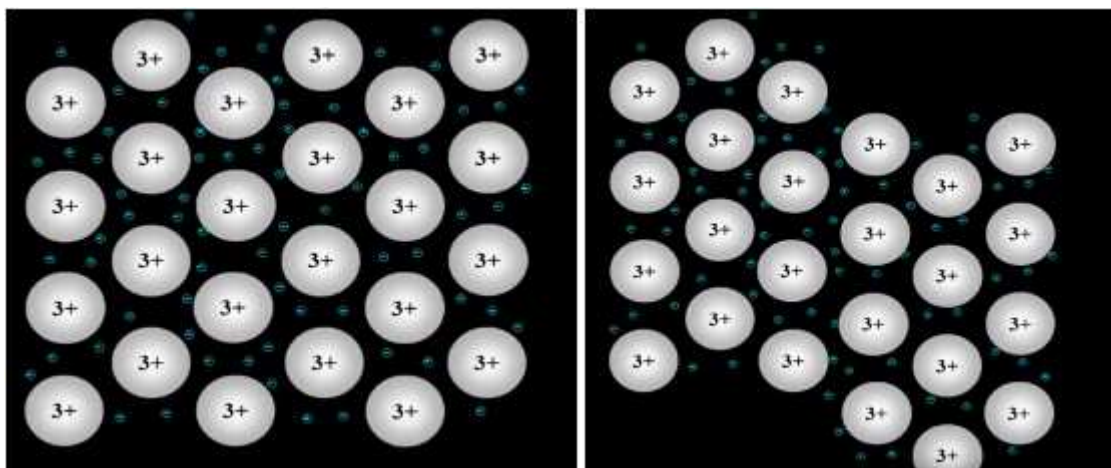
wysokie

polarnych

reaktywność

kryształ molekularny

Ćwiczenie 5



Ilustracja do ćwiczenia

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

Wskaż poprawne dokończenie zdania. Poniższy rysunek przedstawia strukturę kryształu

☐ kowalencyjnego.

☐ molekularnego.

☐ metalicznego.

☐ jonowego.

Ćwiczenie 6



Z podanych właściwości wybierz te, które pozwolą odróżnić kryształ jonowy od kryształu kowalencyjnego.

- ☐ Bierność chemiczna w przypadku kryształów jonowych.
- ☐ Przewodzenie prądu elektrycznego w przypadku stopionych kryształów jonowych lub ich roztworów.
- ☐ Brak dysocjacji elektrolitycznej w przypadku kryształów kowalencyjnych.
- ☐ Bierność chemiczna w przypadku kryształów kowalencyjnych.

Ćwiczenie 7



Uzupełnij poniższą tabelę oraz napisz wyjaśnienie swoich odpowiedzi.

Substancja	Temperatura topnienia	Rozpuszczalność w wodzie (tak lub nie)	Przewodnictwo elektryczne wodnego roztworu (tak lub nie)	Tworzenie jonów w wodzie (tak lub nie)
Woda destylowana	0 °C	-	nie	-
NaCl	801 °C			
cukier $C_{12}H_{22}O_{11}$	185–187 °C			

Ćwiczenie 8



Wskaż, które z wymienionych poniżej związków chemicznych przewodzą prąd elektryczny w stanie stałym lub po stopieniu. Uzasadnij swoją odpowiedź.

- jodek sodu (NaI)
- amoniak (NH_3)
- metan (CH_4)
- glukoza ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$)
- chlorek wapnia (CaCl_2)
- kwas oleinowy ($\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COOH}$)

Dla nauczyciela

Scenariusz zajęć

Autor: Marcin Maćkiewicz, Krzysztof Błaszczak

Przedmiot: chemia

Temat: Badanie właściwości fizycznych substancji tworzących kryształy jonowe, kowalencyjne, molekularne i metaliczne.

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

Podstawa programowa:

Zakres podstawowy

III. Wiązania chemiczne. Oddziaływania międzycząsteczkowe. Uczeń:

6) porównuje właściwości fizyczne substancji tworzących kryształy jonowe, kowalencyjne, molekularne oraz metaliczne.

Zakres rozszerzony

III. Wiązania chemiczne. Oddziaływania międzycząsteczkowe. Uczeń:

8) porównuje właściwości fizyczne substancji tworzących kryształy jonowe, kowalencyjne, molekularne oraz metaliczne.

Kształtowane kompetencje kluczowe:

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

Cele operacyjne

Uczeń

- wymienia rodzaje kryształów;
- omawia właściwości fizykochemiczne substancji tworzących kryształy;
- odróżnia od siebie związki o charakterze jonowym, metalicznym i kowalencyjnym.

Strategie nauczania:

- asocjacyjna;
- problemowa.

Metody i techniki nauczania:

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

Formy pracy:

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

Środki dydaktyczne:

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

Przebieg zajęć

Faza wstępna:

1. Zaciekawienie i dyskusja. Nauczyciel zadaje uczniom przykładowe pytania: Jakie związki przewodzą prąd elektryczny? Jakie związki mają wysokie temperatury topnienia? Dlaczego metale mają połysk?
2. Rozpoznawanie wiedzy wyjściowej uczniów. Burza mózgów wokół właściwości związków jonowych, kowalencyjnych, metalicznych i molekularnych.
3. Ustalenie celów lekcji. Nauczyciel podaje temat zajęć i wspólnie z uczniami ustala cele lekcji, które uczniowie zapisują w portfolio.

Faza realizacyjna:

1. Uczniowie pracują z wykorzystaniem wirtualnego laboratorium – „Badanie właściwości fizycznych substancji tworzących kryształy jonowe, kowalencyjne, molekularne i metaliczne”. Uczniowie w czasie pracy z wirtualnym laboratorium, uzupełniają dziennik laboratoryjny - formułują hipotezę, wymieniają niezbędny sprzęt laboratoryjny oraz odczynniki chemiczne, planują przebieg eksperymentu, zapisują obserwacje, wyniki oraz wnioski.

2. Nauczyciel losowo dzieli uczniów na cztery grupy zadaniowe, rozdaje arkusze papieru A3, mazaki. Zadaniem uczniów jest opisanie typowych właściwości fizycznych kryształów:

- I grupa – molekularnych;
- II grupa – kowalencyjnych;
- III grupa – jonowych;
- IV grupa – o wiązaniach metalicznych.

Uczniowie mogą korzystać z e-materiału i dostępnych źródeł informacji. Po ustalonym czasie, przedstawiciele poszczególnych grup prezentują efekty pracy na forum z wykorzystaniem techniki gadająca ściana.

3. Uczniowie pracują w tych samych grupach. Zadaniem każdej grupy będzie uzupełnienie poniższej tabeli, na podstawie znajomości nazw systematycznych związków chemicznych i ich temperatur topnienia. Uczniowie mogą korzystać z dostępnych źródeł informacji.

Plik o rozmiarze 59.67 KB w języku polskim

Plik o rozmiarze 67.25 KB w języku polskim

4. Doświadczenie chemiczne – „Badanie przewodnictwa elektrycznego kryształów jonowych” (patrz materiały pomocnicze). Nauczyciel wyznacza uczniów do roli asystentów przeprowadzających doświadczenie. Uczniowie otrzymują odpowiedni sprzęt i szkło laboratoryjne oraz odczynniki chemiczne i przeprowadzają doświadczenie. W trakcie doświadczenia uczniowie wypełniają kartę pracy. Proponują problem badawczy oraz stawiają hipotezę, zapisują obserwacje i wnioski. Po zakończeniu doświadczenia chętni uczniowie prezentują na forum klasy wyniki pracy, po czym wspólnie ustalają poprawność zapisów. Efektem przeprowadzonego doświadczenia ma być poznanie przewodnictwa elektrycznego kryształów jonowych.

5. Uczniowie samodzielnie sprawdzają swoją wiedzę, wykonując ćwiczenia zawarte w e-materiale – „Sprawdź się”.

Faza podsumowująca:

1. Nauczyciel sprawdza wiedzę uczniów zadając przykładowe pytania: Jakie właściwości mają kryształy molekularne? Jakie właściwości mają kryształy kowalencyjne? Jakimi właściwościami charakteryzują się kryształy jonowe? Jakimi właściwościami charakteryzują się kryształy o wiązaniach metalicznych?
2. Jako podsumowanie lekcji, nauczyciel może wykorzystać zdania do uzupełnienia, które uczniowie zamieszczają w swoim portfolio:

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

Praca domowa:

Uczniowie wykonują pozostałe ćwiczenia w e-materiale – „Sprawdź się”.

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania multimedium:

Multimedium może być wykorzystane przez ucznia w fazie przygotowania do lekcji.

Materiały pomocnicze:

1. Polecenia podsumowujące (nauczyciel przed lekcją zapisuje je na niewielkich kartkach):
 - Jakie właściwości mają kryształy molekularne?
 - Jakie właściwości mają kryształy kowalencyjne?
 - Jakimi właściwościami charakteryzują się kryształy jonowe?
 - Jakimi właściwościami charakteryzują się kryształy o wiązaniach metalicznych?

2. Nauczyciel przygotowuje:

- arkusze papieru A3, mazaki, glutaki.

3. Doświadczenie chemiczne „Badanie przewodnictwa elektrycznego kryształów jonowych”

Szkło i sprzęt laboratoryjny: zlewki, zestaw do badania przewodnictwa elektrycznego.

Odczynniki chemiczne: woda destylowana, stały chlorek sodu, roztwór chlorku sodu.

Instrukcja wykonania:

- Elektrody zestawu do badania przewodnictwa elektrycznego umieść kolejno w zlewkach z różnymi substancjami o budowie jonowej (np. z chlorkiem sodu, chlorkiem potasu, azotanem(V) sodu itp.).
- Niewielką próbkę każdej z badanych substancji o budowie jonowej rozpuść w wodzie destylowanej, a następnie w uzyskanych roztworach zanurz elektrody zestawu do badania przewodnictwa elektrycznego.
- Obserwuj zmiany.