

Czy odmiana alotropowa pierwiastka ma wpływ na jego zastosowanie?

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



Czy odmiana alotropowa pierwiastka ma wpływ na jego zastosowanie?

Zdjęcie przedstawia pudełko zapalek z widoczną draską. W jej składzie wykorzystuje się fosfor czerwony – jedną z odmian alotropowych fosforu.

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

Wiele pierwiastków, które w określonych warunkach mogą występować w różnych formach i posiadać różne właściwości, wykazuje alotropię. Wiele odmian alotropowych posiada np. węgiel. Do tych najczęściej wymienianych należą: diament, grafit, fulleren, grafen oraz cyklokarbon. Każda z nich posiada swoje charakterystyczne cechy i może być wykorzystywana w innym celu. W tej części dowiesz się, jaki wpływ ma odmiana alotropowa pierwiastka na jego zastosowanie.

Twoje cele

- Opiszysz wpływ odmiany alotropowej na zastosowanie pierwiastka.
- Zastanowisz się, gdzie wykorzystywane są odmiany alotropowe pierwiastków.
- Wykorzystasz znajomość właściwości odmian alotropowych do przewidywania ich zastosowania.

Przeczytaj

Odmiiany alotropowe węgla oraz ich zastosowanie

Już wiesz

Termin „alotropia” oznacza występowanie w tym samym stanie fizycznym jednej lub więcej form pierwiastka chemicznego. Różne formy powstają na podstawie różnych sposobów łączenia atomów. Odmiiany alotropowe mogą wykazywać bardzo różne właściwości chemiczne i fizyczne. Mogą mieć inną strukturę krystaliczną lub różnić się liczbą atomów w cząsteczkach.

Odmiiany alotropowe węgla, ze względu na swoje właściwości, są powszechnie wykorzystywane w wielu dziedzinach. Najbardziej popularne to diament i grafit, jednak zastosowanie znajdują również fulleren, grafen czy cyklokarbon.

Diament

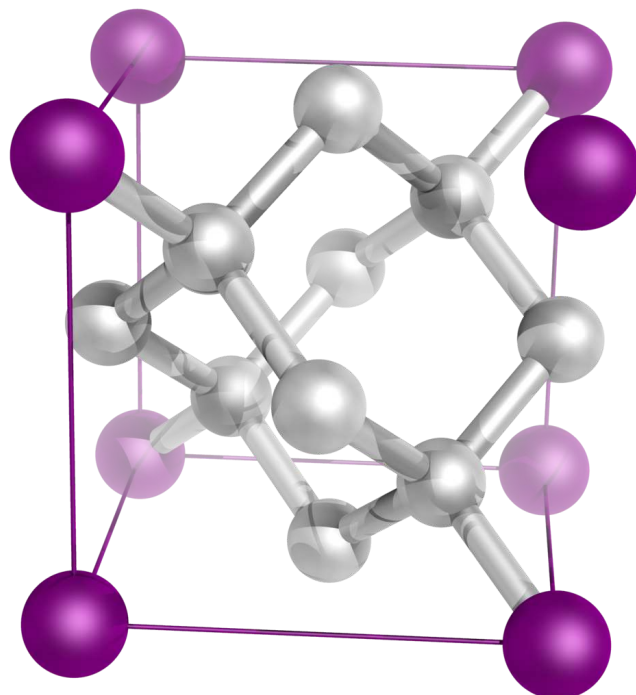


Oszlifowane diamenty są używane w jubilerstwie.

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

Odpowiednio oszlifowane kryształy diamentów stosowane są w jubilerstwie jako kamienie ozdobne do pierścionków,

kolczyków czy łańcuszków. Można je znaleźć również w nożach do cięcia szkła, materiałach ściernych, twardościomierzach czy reaktorach ciśnieniowych. Ich zastosowanie wynika z niezwykle wysokiej twardości tego minerału (w dziesięciostopniowej skali Mohsa, twardość diamentu przyjmuje wartość 10), za którą odpowiedzialna jest jego krystaliczna budowa. Każdy atom węgla w strukturze diamentu otoczony jest przez cztery inne atomy węgla i powiązany silnym wiązaniem kowalencyjnym. Dzięki jego wysokiej temperaturze topnienia (3500°C), odporności chemicznej oraz właściwościom półprzewodnikowym, diament używany jest w elektronice. Jednak ze względu na swoją wysoką cenę ma głównie zastosowanie w urządzeniach pracujących w wysokich temperaturach (powyżej 500°C).

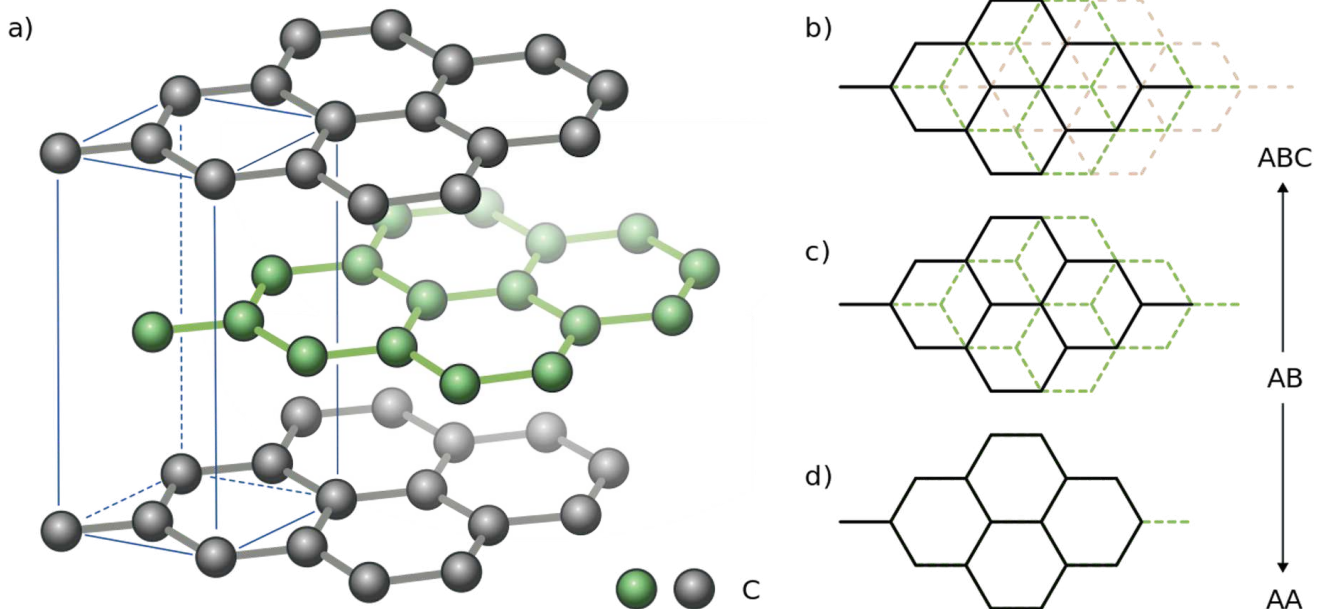


Struktura diamentu – każdy z atomów węgla jest połączony z czterema sąsiednimi, a sama struktura jest trójwymiarowa. Fioletowe kulki oznaczają atomy węgla wyznaczające naroża komórki elementarnej diamentu.

Źródło: dostępny w internecie: ca.m.wikipedia.org, domena publiczna.

Grafit

Diament i grafit różnią się między sobą twardością. Struktura grafitu jest warstwowa, oddziaływania pomiędzy warstwami są słabsze, a każdy atom węgla jest połączony z trzema sąsiednimi atomami węgla, co powoduje kruchość tego materiału. Posiada również właściwości smarujące, a także, ze względu na występujące pomiędzy jego warstwami wolne elektrony, przewodzi prąd elektryczny. Jednak z powodu swojej niesymetrycznej budowy przewodzi prąd tylko w określonym kierunku. Dzięki tej właściwości używa się go w produkcji elektrod grafitowych, wykorzystywanych np. w elektrochemii. Rozdrobniony grafit, zmieszany z odpowiednim [lepiszczem](#), może posłużyć jako smar grafitowy, np. w kuchenkach gazowych. Swoją popularność zdobył przede wszystkim z zastosowania w ołówkach – podczas pisania grafit ściera się, pozostawiając cienką warstwę na powierzchni kartki.



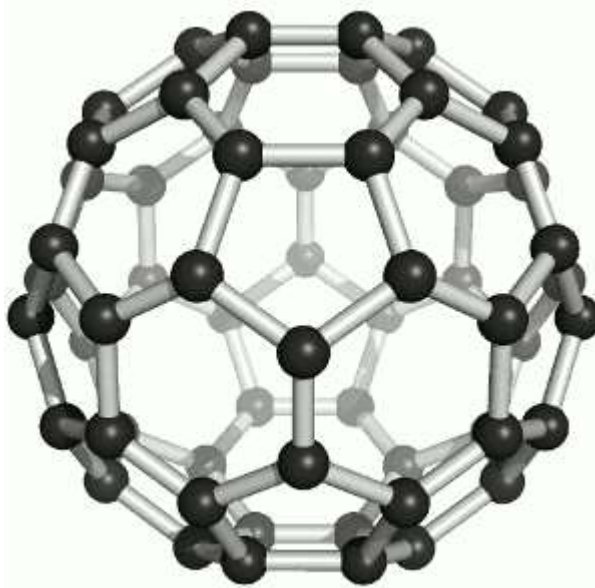
Model struktury krystalicznej grafitu (a) wraz ze schematycznym zobrazowaniem różnych konfiguracji nakładania się warstw grafitu (b-d). Ułożenie warstw według schematu AB (c) jest najbardziej stabilne.

Źródło: Jozef Sivek, licencja: CC BY-SA 4.0.

Fulleren

Fullereny oraz ich modyfikacje znalazły zastosowanie w [chemii supramolekularnej](#), a także w medycynie jako kontrast przy badaniu rezonansem magnetycznym czy jako nośnik leków. Wynika to z ich specyficznej budowy. Cząsteczki fullerenów są zbudowane z parzystej liczby atomów węgla C_n , gdzie $n = 2 \cdot (16 + m)$, a $m = 1, 2, 3, \dots$

Ich powierzchnia złożona jest z układu sprzężonych pierścieni sześci- i pięcioczłonowych. Sferyczny kształt fullerenów pozwala na umieszczanie w ich wnętrzu małych cząsteczek lub atomów pierwiastków.

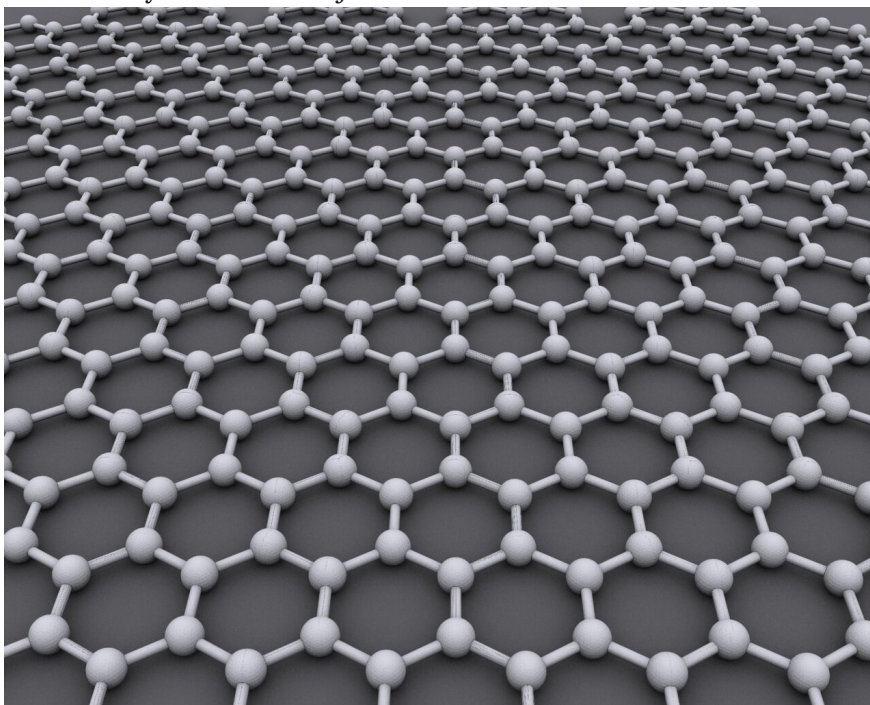


Fulleren C_{60}

Źródło: Spok (talk), dostępny w internecie: commons.wikimedia.org, licencja: CC BY-SA 3.0.

Grafen

Wykorzystywany jest w elektronice oraz przy oczyszczaniu niektórych związków (np. alkoholu etylowego z wody). Posiada również właściwości przewodzące prąd oraz ciepło, dlatego w przyszłości planuje się nim zastąpić krzem. W tym wypadku również jest to zasługa specyficznej budowy, ponieważ grafen składa się z pojedynczych warstw grafitu o szerokości jednego atomu. Sześciocząłonowe pierścienie połączone są ze sobą w taki sposób, że przypominają kształtem plastry miodu, a każdy z atomów węgla ma hybrydyzację sp^2 . Warstwa grafenu może służyć jako membrana przy filtracji, ze względu na przepuszczalność niektórych substancji.



Warstwa grafenowa

Źródło: AlexanderAIUS, dostępny w internecie: commons.wikimedia.org, licencja: CC BY-SA 3.0.

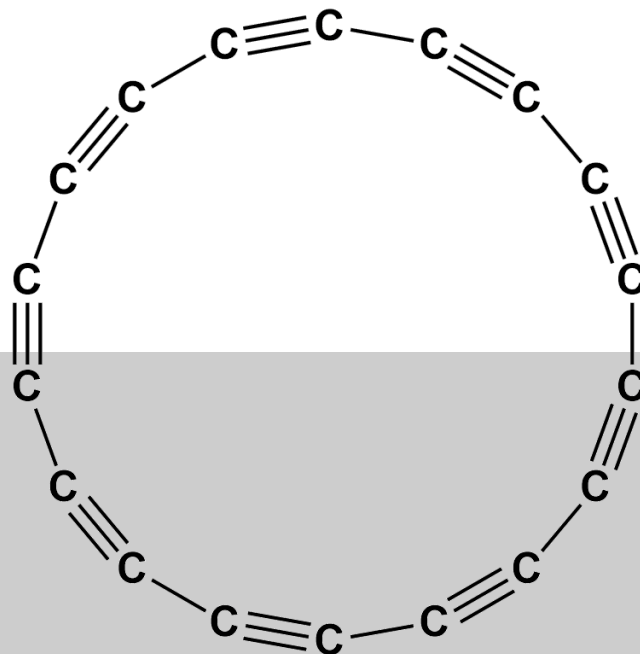
Ciekawostka

Czy wiesz, że grafen jest najtrwalszym dotychczas poznanym materiałem? Jako idealny kryształ, miałyby niezwykle wielką trwałość. Aby przerwać warstwę grafenu o szerokości folii spożywczej, musiałyby na niej stanąć ołówek, a na nim słoń.

Cyklokarbon

Cyklokarbon (cyklo[18]karbon, cyklooktadekawęgiel, C_{18}) jest cząsteczką o budowie pierścieniowej, która składa się z 18 atomów węgla. Analiza cyklokarbonu, wykonana przy pomocy mikroskopu sił atomowych (AFM), wykazała, że cyklokarbon ma strukturę poliny. Z uwagi na naprzemiennie występujące pomiędzy

atomami węgla wiązania potrójne i pojedyncze, cyklo[18]karbon może mieć charakter półprzewodnika. Jednak z uwagi na brak informacji o stabilności cząsteczki w skali makroskopowej, jego zastosowanie nie zostało przebadane.



Cyklokarbon o strukturze poliynu.

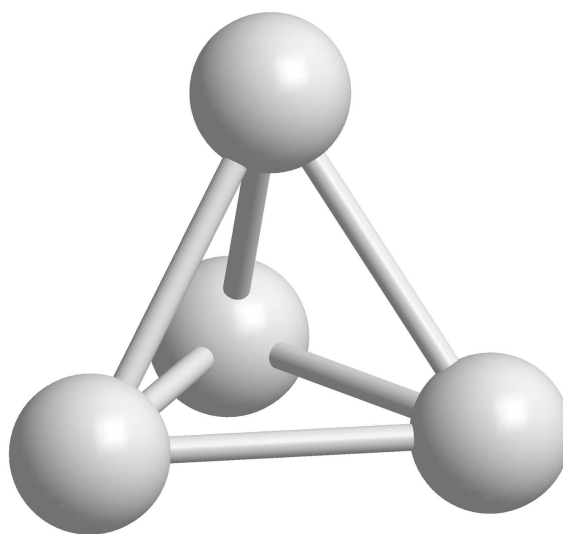
Źródło: Michał Sobkowski, dostępny w internecie: wikipedia.org, domena publiczna.

Fosfor i jego odmiany alotropowe

Fosfor posiada cztery odmiany alotropowe: dwie najbardziej popularne: biała i czerwona, a także dwie rzadziej spotykane: czarna oraz fioletowa.

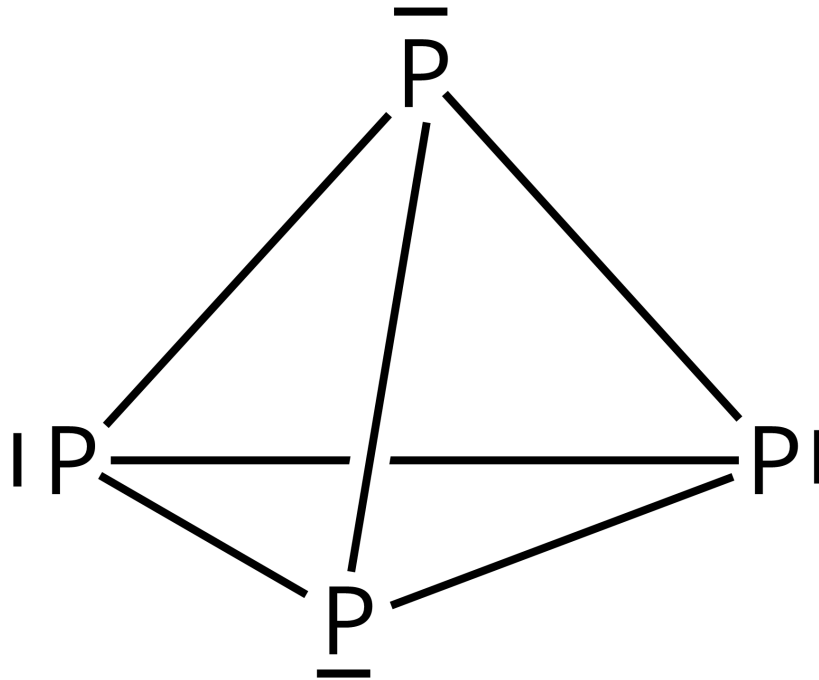
Fosfor biały

Dawniej był wykorzystywany w produkcji zapalek. Umieszczony w ich łebkach i zabezpieczony odpowiednią warstwą ochronną, z łatwością zapalał się przy potarciu o dowolną powierzchnię. Wycofano produkcję tych zapalek ze względów bezpieczeństwa. Obecnie fosfor biały jest używany w syntezie tlenków fosforu, kwasów fosforowych oraz ich soli. Stosuje się go również jako środek zapalający w środkach wybuchowych. Wysoka reaktywność wynika z jego budowy. Cząsteczka fosforu składa się z czterech atomów ułożonych w czworościan foremny (tetraedr).



Model cząsteczki fosforu białego

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

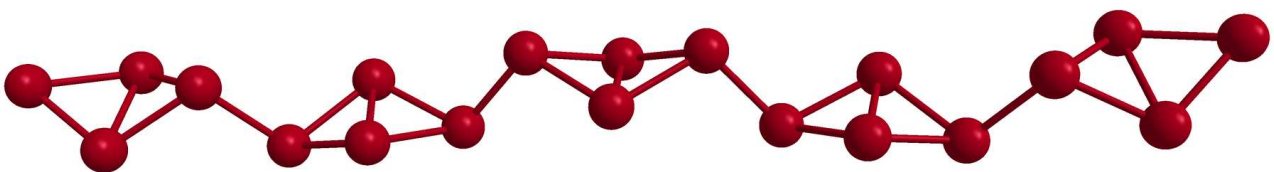


Wzór Lewisa fosforu białego

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

Fosfor czerwony

Fosfor czerwony ma niższą reaktywność oraz toksyczność w przeciwieństwie do fosforu białego i dlatego jest powszechnie stosowany w naszym życiu codziennym. Mieszanina fosforu czerwonego, chloranów oraz szkła używana jest w produkcji drasek do zapalek. Reaktywność czerwonego fosforu także wynika jego budowy, która jest polimeryczną formą fosforu białego.



Struktura fosforu czerwonego

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

Tlen i jego odmiany alotropowe

W warunkach normalnych tlen występuje w dwóch odmianach alotropowych: O_2 i O_3 (powszechnie zwaną ozonem). Przy wysokim ciśnieniu (około 20 GPa) obserwuje się kolejną odmianę alotropową, czyli tlen czerwony O_4 .

Ditlen O_2

Wiązanie podwójne w O_2 jest znacznie słabsze niż inne wiązania podwójne lub pary wiązań pojedynczych. Dlatego podczas spalania dowolnej substancji organicznej, tworzenie silniejszych wiązań w CO_2 powoduje uwolnienie energii, która jest oddawana w postaci ciepła. Stąd mówi się, że reakcja pomiędzy tlenem, a wszystkimi cząsteczkami organicznymi jest silnie egzoenergetyczna. Właściwość ta pozwala na zastosowanie tlenu np. w palnikach acetylenowo-tlenowych. W wyniku reakcji spalania acetylenu w tlenie uzyskuje się bardzo duże ilości ciepła oraz wysoką temperaturę. Egzotermiczny charakter reakcji spalania pozwala również na wykorzystanie tlenu w procesach biegnących w komórkach organizmów żywych, np. w procesie oddychania komórkowego. W wyniku utleniania cukru (glukozy) w obecności tlenu, uwalniana jest energia, która może być wykorzystana do reakcji chemicznych zachodzących w komórce lub do poruszania się organizmu, np. w tkance mięśniowej.

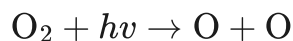


Działający palnik acetylenowo-tlenowy

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

Tritlen (ozon) O_3

Ozon powstaje w stratosferze i mezosferze na skutek działania na cząsteczki tlenu O_2 promieniowania UV (o długości fali mniejszej niż 242 nm). W wyniku tego procesu cząsteczki tlenu rozpadają się na atomy tlenu, a te następnie reagują z tlenem cząsteczkowym. Omówione procesy można zapisać następująco:



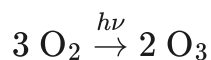
gdzie M oznacza trzecie ciało, które przenosi nadmiar energii reakcji.

Utworzona w wyniku powyższych reakcji warstwa ozonowa, stanowi osłonę dla człowieka przed szkodliwym promieniowaniem UV (o długościach fal od 280 do 320 nm).

Ozon to także jeden z najsilniejszych znanych utleniaczy. Fakt ten sprawia, że ma silne właściwości bakteriobójcze i można go używać do dezynfekcji w szpitalach lub do oczyszczania wody. W chemii, z uwagi na wysoką reaktywność oraz właściwości utleniające, stosowany jest do przeprowadzania reakcji [ozonolizy](#).

Ciekawostka

Czy wiesz, dlaczego mleko pozostawione w temperaturze pokojowej kwaśnieje po burzy? Odpowiedzialny jest za to właśnie ozon. W wyniku wyładowań atmosferycznych zachodzi reakcja syntezy ozonu z tlenu.



Ozon wchodzi w reakcję z mlekiem, zakwaszając je.



W wyniku wyładowań atmosferycznych powstaje ozon.

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

Reasumując, pomimo różnorodności odmian alotropowych pierwiastków, każdy z nich ma taki sam skład chemiczny, jednak ich odmienne właściwości w strukturze powodują, że zmieniają się właściwości fizyczne oraz chemiczne, a tym samym zastosowanie oraz reaktywność.

Słownik

alotropia

(gr. *állos* „obcy”, „inny”, *trópos* „sposób”, „postać”) występowanie tego samego pierwiastka chemicznego w dwóch lub więcej odmianach, znajdujących się w tym samym stanie skupienia

chemia supramolekularna

chemia „ponad cząsteczką”; interdyscyplinarna dziedzina nauki zajmująca się syntezą złożonych układów molekularnych, które powstają w wyniku tworzenia się niekowalencyjnych połączeń międzycząsteczkowych (tzw. supercząsteczek), oraz badaniem ich struktury i właściwości

ozonoliza

zachodzący pod działaniem ozonu rozpad cząsteczek związków organicznych, które zawierają wiązania podwójne

lepiszcze

rodzaj spoiwa łączącego materiały sypkie w jednolitą masę

Bibliografia

Biełański A., *Chemia ogólna i nieorganiczna*, Warszawa 2010.

Encyklopedia PWN

Kaiser K., Scriven L.M., Schulz F., Gawel P., Gross L., Anderson H.L., *An sp-hybridized molecular carbon allotrope, cyclo[18]carbon*, „Science” 2019, s. 1299-1301.

Lee, G. H. et al., *High-strength chemical-vapor-deposited graphene and grain boundaries*. „Science” 2013, s. 1073-1076.

Schmidt-Rohr K., *Why Combustions Are Always Exothermic, Yielding About 418 kJ per Mole of O₂*, „J. Chem. Educ.” 2015, t. 92, nr 12, s. 2094-2099.

Film edukacyjny

Polecenie 1

Czy odmiana alotropowa pierwiastka wpływa na jego zastosowanie? Jak różne właściwości odmian alotropowych węgla wpływają na ich zastosowania?



CZY ODMIANA ALOTROPOWA PIERWIASTKA MA WPŁYW NA JEGO ZASTOSOWANIE?

opowiada dr Dawid Myśliwiec

Film dostępny pod adresem </preview/resource/R1cnjrwmAulDy>

Film edukacyjny pt. „Czy odmiana alotropowa pierwiastka wpływa na jego zastosowanie?”

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

Film nawiązujący do treści materiału, dotyczącej odmian alotropowych pierwiastka i ich zastosowań.

Ćwiczenie 1

Połącz w pary pojęcia z definicjami.

Polimorfizm to

występowanie różnych odmian krystalograficznych tej samej substancji chemicznej.

Alotropia to

występowanie w tym samym stanie skupienia różnych odmian tego samego pierwiastka chemicznego, które różnią się od siebie właściwościami fizycznymi i chemicznymi.

Ćwiczenie 2

Uzupełnij tabelę.

	Tlen trypletowy	Tritlen (ozon)
Wiązania	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Oddziaływanie z promieniowaniem ultrafioletowym	<input type="text"/>	<input type="text"/>

absorbuje promieniowanie ultrafioletowe w szerszym zakresie

wiązanie podwójne

absorbuje promieniowanie ultrafioletowe w węższym zakresie

wiązania zdelokalizowane

Ćwiczenie 3

Uzupełnij tabelę.

	Diamant	Grafit	Grafen
Wygląd			
Przewodnictwo			
Twardość			-
Zastosowania			

jest minerałem bardzo miękkim

mniej gęsty niż diament, ciemnoszary, o delikatnym połysku

jest wykorzystywany w jubilerstwie, a także do produkcji materiałów ściernych, bardzo twardych wiertel oraz (w postaci silnie rozdrobnionej) do wyrobu past termoprzewodzących

jest dobrym przewodnikiem ciepła i bardzo dobrym przewodnikiem elektryczności

w przyszłości może mieć bardzo szerokie zastosowanie, np. w elektronice (jako zastępstwo krzemu w półprzewodnikach), w technologii niskotemperaturowych nadprzewodników, w sitach molekularnych do oczyszczania wody

tworzy naturalnie bezbarwne kryształy, które silnie załamują światło

bardzo dobry przewodnik ciepła oraz elektryczności

dwuwymiarowa struktura zbudowana z atomów węgla ułożonych w heksagony

jest najtwardszą substancją naturalnie występującą w przyrodzie

jest dobrym izolatorem

stosuje się go do wyrobu ołówków, suchych smarów, tygli odpornych na wysokie temperatury oraz elektrod

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Wybierz, które z zastosowań dotyczą fosforu białego.

jubilerstwo

elektronika

środki zapalające

kowalstwo

produkcja tlenków fosforu

Wyjaśnij, dlaczego fosfor biały jest bardziej reaktywny od fosforu czerwonego?

Odpowiedź:

Ćwiczenie 2



Dlaczego grafit wykorzystywany jest w rysikach ołówków?

Ze względu na kolor.

Ze względu na swoją kruchość.

Ze względu na przewodność elektryczną.

Ze względu na twardość.

Ćwiczenie 6



Wybierz odpowiednie słowo.

Do cięcia szkła używane są rysiki diamentowe / grafitowe . Dzięki tetraedrycznemu / oktaedrycznemu ułożeniu i hybrydyzacji sp^3 / sp^2 atomów węgla w diamencie, jest on niezwykle miękki / twardy . Inną naturalnie występującą odmianą alotropową węgla jest fulleren / grafit . Jest bardzo kruchy / twardy , w związku z czym używany jest w rysikach ołówków. Ponadto przewodzi / nie przewodzi prąd elektryczny. Pojedyncza warstwa grafitu o szerokości jednego atomu nazywana jest grafenem / cyklokarbenem . Substancja ta jest jedną z najbardziej trwałych / nietrwałych substancji. W fullerenach liczba atomów węgla musi być liczbą parzystą / nieparzystą . Dzięki swojej charakterystycznej zamkniętej / otwartej budowie może służyć jako kapsuła do przechowywania pojedynczych atomów lub małych cząsteczek.

Ćwiczenie 7



Porównaj strukturę diamentu oraz grafitu i określ jej wpływ na ich właściwości.

Odpowiedź:

Ćwiczenie 8



W pewnym laboratorium przeprowadzono eksperyment. Na warstwę grafitu przyklejono taśmę klejącą, którą następnie szybko odklejono. Pod mikroskopem zauważono pojedynczą warstwę atomów, układających się w kształt plastra miodu. Co zostało otrzymane w ten sposób?

Odpowiedź uzasadnij.

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: Marcin Małecki, Krzysztof Błaszczak

Przedmiot: chemia

Temat: Czy odmiana alotropowa pierwiastka ma wpływ na jego zastosowanie?

Grupa odbiorcza: 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:

7) wyjaśnia pojęcie alotropii pierwiastków; na podstawie znajomości budowy diamentu, grafitu, grafenu i fullerenów tłumaczy ich właściwości i zastosowania.

Zakres rozszerzony

III. Wiązania chemiczne. Oddziaływania międzycząsteczkowe. Uczeń:

9) wyjaśnia pojęcie alotropii pierwiastków; na podstawie znajomości budowy diamentu, grafitu, grafenu i fullerenów tłumaczy ich właściwości i zastosowania.

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:

- określa wpływ odmiany alotropowej na zastosowanie pierwiastka;
- wymienia zastosowanie odmian alotropowych wybranych pierwiastków;

- przewiduje zastosowania odmian alotropowych pierwiastków na podstawie znajomości ich właściwości.

Strategie nauczania:

- asocjacyjna.

Metody i techniki nauczania:

- dyskusja dydaktyczna;
- burza mózgów;
- ćwiczenia uczniowskie;
- analiza materiału źródłowego;
- film edukacyjny;
- technika zdań podsumowujących;

Formy pracy:

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

Środki dydaktyczne:

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

Przebieg zajęć

Faza wstępna:

1. Zaciekawienie i dyskusja. Nauczyciel wyświetla okładkę e-materiału, na której przedstawione jest pudełko zapalek z widoczną draską i zadaje uczniom pytania: Jaki jest skład draski? Jakie znacie inne odmiany fosforu? Jakie znacie inne pierwiastki posiadające odmiany alotropowe?
2. Rozpoznawanie wiedzy potocznej uczniów. Burza mózgów wokół zjawiska alotropii.
3. Ustalenie celów lekcji. Nauczyciel podaje temat zajęć i wspólnie z uczniami ustala cele lekcji, które uczniowie zapisują w portfolio.

Faza realizacyjna:

1. Nauczyciel wyświetla film edukacyjny, który przedstawia ogólne omówienie odmian alotropowych, strukturę odmian, zestawienie właściwości. Zadaniem uczniów jest ułożenie pytań do treści filmu i zaprezentowanie ich na forum klasy po projekcji.

2. Uczniowie dobierają się w trzy grupy zadaniowe:

- grupa I – odmiany alotropowe węgla i ich zastosowanie;
- grupa II – odmiany alotropowe fosforu i ich zastosowanie;
- grupa III – odmiany alotropowe tlenu i ich zastosowanie.

Nauczyciel rozdaje arkusze papieru A4, mazaki. Zadaniem uczniów jest przypisanie właściwości odmian alotropowych poszczególnych pierwiastków chemicznych do ich zastosowań. Uczniowie mogą korzystać z dostępnych źródeł informacji, w tym z e-materiału. Wybrani uczniowie prezentują efekty pracy grup na forum. Pozostali uczniowie i nauczyciel weryfikują poprawność merytoryczną wypowiedzi uczniów.

3. Burza mózgów do pytania „Z czego wynikają inne właściwości fizyczne odmian alotropowych pierwiastków, skoro z punktu widzenia chemii to jest ta sama substancja, ten sam pierwiastek?”. Powrót do pracy w grupach – próba przypisania poszczególnych właściwości fizycznych odpowiedniej budowie wewnętrznej. Wybrani uczniowie prezentują efekty pracy grup na forum. Pozostali uczniowie weryfikują poprawność merytoryczną wypowiedzi uczniów.

4. Uczniowie samodzielnie sprawdzają swoją wiedzę, wykonując ćwiczenia zawarte w e-materiale – „Sprawdź się”. Uczniowie mogą wykorzystać treści zawarte w e-materiale.

Faza podsumowująca:

1. Na zakończenie zajęć nauczyciel zadaje uczniom pytania: Czym jest alotropia? Jakie znasz odmiany alotropowe węgla, fosforu i siarki? Wymień zastosowanie odmian alotropowych węgla, fosforu i siarki.
2. Jako podsumowanie lekcji, nauczyciel może wykorzystać zdania do uzupełnienia, które uczniowie gromadzą w swoim portfolio:

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

Praca domowa:

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

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania multimedium:

Film edukacyjny może być wykorzystany przez uczniów podczas wykonywania pracy domowej oraz podczas przygotowywania się do lekcji.

Materiały pomocnicze:

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

- Czym jest alotropia?
- Jakie znasz odmiany alotropowe węgla, fosforu i siarki?
- Wymień zastosowanie odmian alotropowych węgla, fosforu i siarki.

2. Nauczyciel przygotowuje:

- arkusze papieru A4, mazaki.