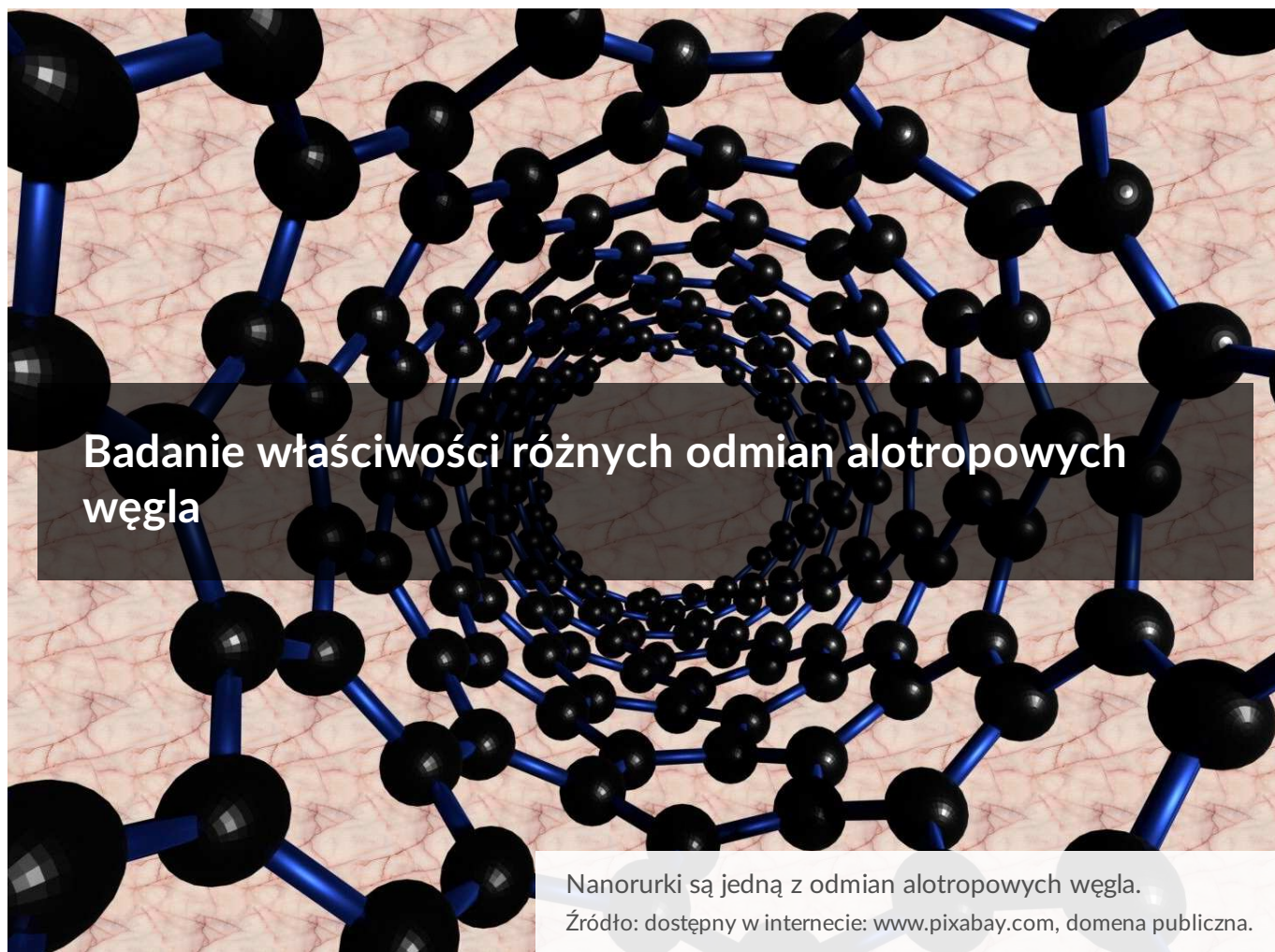




Badanie właściwości różnych odmian alotropowych węgla

- [Wprowadzenie](#)
- [Przeczytaj](#)
- [Symulacja interaktywna](#)
- [Sprawdź się](#)
- [Dla nauczyciela](#)



Pierwiastki chemiczne to zadziwiające substancje. Zdolność do występowania tego samego pierwiastka w różnych postaciach jest Ci pewnie znana. Jednak istnieje pierwiastek bardzo interesujący ze względu na swoje specyficzne właściwości w różnych odmianach alotropowych. Mowa o węglu i jego alotropach. Pierwiastek ten ma odmianę alotropową, która jest najtwardszym w skali Mohsa znanym materiałem i występuje wówczas w postaci diamentów oraz inną formę alotropową, która jest bardzo miękka i jest nią grafit. Znasz inne odmiany alotropowe węgla? A czy wiesz jakie wykazują właściwości?

Twoje cele

- Porównasz właściwości poszczególnych odmian alotropowych węgla.
- Wskażesz różnice w zdolności przewodzenia prądu i ciepła przez odmiany alotropowe węgla.
- Zaproponujesz zastosowania odmian alotropowych węgla wynikające z ich budowy.

Przeczytaj

Budowa odmian alotropowych węgla

[Alotropia](#) to zjawisko polegające na występowaniu różnych odmian tego samego pierwiastka, różniących się między sobą strukturą krystaliczną. Wszystkie odmiany składają się wyłącznie z **atomów jednego pierwiastka**, a zatem wszelkie różnice fizyczne i chemiczne muszą wynikać z połączeń atomów w strukturach.

W przypadku węgla w różnych jego odmianach alotropowych atomy wiążą się ze sobą na różne sposoby. Odmianami alotropowymi węgla są: grafit, diament, grafen, nanorurki węglowe oraz fullereny.

Grafit posiada strukturę zbudowaną z dwuwymiarowej jednostki heksagonalnej, w której każdy atom węgla jest połączony z trzema innymi atomami węgla **wiązaniami kowalencyjnymi** w tej samej warstwie. Między sobą warstwy układają się równolegle i związane są przez słabe siły Van der Waalsa. Dlatego grafit jest bardzo miękką odmianą węgla i potrafi pozostawić smugę na papierze.

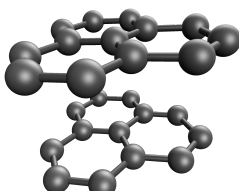
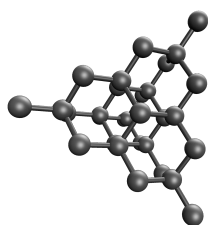
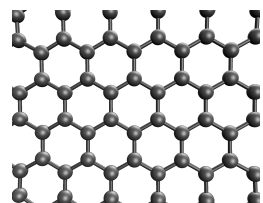
W **diamentach** wszystkie atomy węgla w strukturze, o regularnej sieci przestrzennej o kształcie czworościanu foremnego (tetraedru), są połączone z czterema innymi atomami węgla za pomocą **wiązań kowalencyjnych**. Równomiernie rozłożone, krótkie i mocne wiązania kowalencyjne wpływają na bardzo dużą twardość, dlatego diament jest najtwardszą odmianą alotropową węgla.

Grafen jest to pojedyncza warstwa grafitu o hybrydyzacji orbitali walencyjnych atomów węgla sp^2 . Jest to pierwszy materiał dwuwymiarowy jaki odkryto oraz jest to jeden z najtrwalszych materiałów na świecie (wytrzymałość na rozciąganie 130 GPa – gigapaskali).

Fullereny to jednowarstwowe cząsteczki o strukturze przypominającej kształt kuli, zbudowane z od 28 do 1500 atomów węgla. **Nanorurki węglowe** to cylindryczne cząsteczki składające się ze zwiniętych arkuszy jednowarstwowych atomów węgla (grafenu), których orbitalom walencyjnym przypisujemy hybrydyzację sp^2 .

Ważne!

Różnice w budowie wewnętrznej poszczególnych odmian alotropowych węgla skutkują zróżnicowanymi właściwościami tych odmian – m.in. właściwościami elektrycznymi, termicznymi oraz fizycznymi.

Nazwa	Grafit	Diamant	Grafen	Fullereny
Struktura	 Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.	 Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY 3.0.	 Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.	
Przewodność elektryczna	tak	nie	tak	nie
Przewodność cieplna	stosunkowo niska	wysoka	wysoka	wysoka
Typ hybrydyzacji orbitali walencyjnych atomów węgla	sp^2	sp^3	sp^2	sp
Wygląd	ciemnoszary z metalicznym połyskiem	bezbarwny lub barwny (zanieczyszczony)	bezbarwny	czarna

Nazwa	Grafit	Diament	Grafen	Fu
Właściwości	nierozpuszczalny w wodzie i miękki	nierozpuszczalny w wodzie, kruchy i bardzo twardy	elastyczny i przezroczysty	ni w ro w ni ro n
Zastosowanie	wkład do ołówków, smar i materiał ogniotrwały	w jubilerstwie, półprzewodnikach i jako narzędzie do cięcia	elektronika, półprzewodniki i filtracja wody	w i v nc

Diament



Antoine Lavoisier był pierwszą osobą, która udowodniła, że diament jest czystym węglem.

Diament to minerał, naturalnie występujący w postaci przezroczystych (mogą mieć kolory w zależności od zanieczyszczeń), silnie załamujących światło kryształów, które charakteryzują się bardzo dużą twardością. Ma on dobre właściwości optyczne – przepuszcza promieniowanie od podczerwieni do nadfioletu. Na jego twardość ma wpływ wysoka energia wiązań C—C, która wynosi $348 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$. Ponadto diament ma właściwości izolatora elektrycznego. Jest bardzo dobrym przewodnikiem ciepła, odpornym na działanie stężonych zasad i nieutleniających kwasów. Diament ulega spalaniu w temperaturze wyższej od $826,85^{\circ}\text{C}$. Te właściwości czynią go niezwykle ważnym i drogim surowcem w wielu branżach.

Grafit



W 1812 roku ruszyła pierwsza przemysłowa produkcja ołówków, które znamy obecnie – cienkie drewnianka z dziurką w środku wypełnioną grafitem.

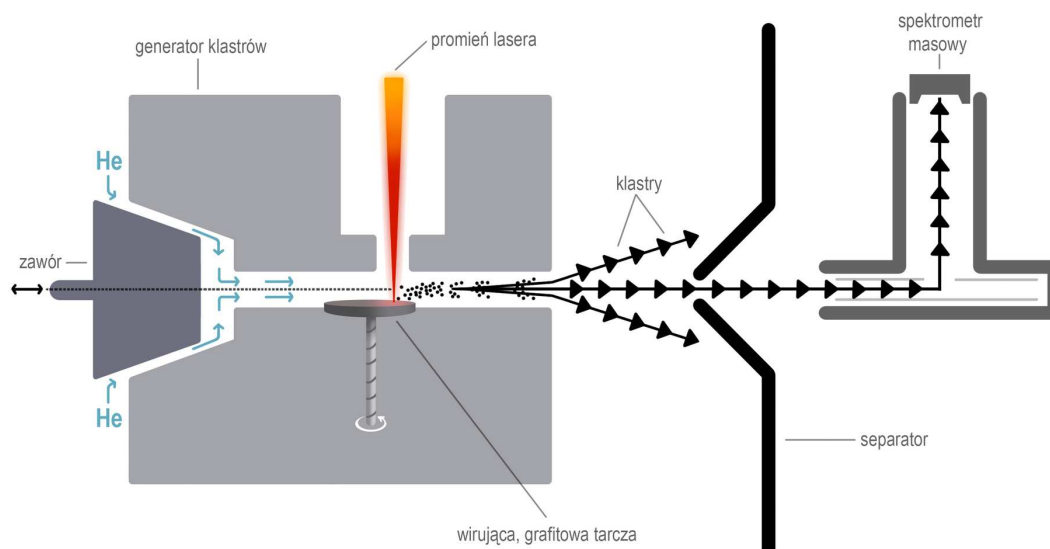
Źródło: dostępny w internecie: pixabay.com, domena publiczna.

Grafit ma strukturę zbudowaną z regularnych sześciokątów o wspólnych bokach. Atomy węgla w strukturze grafitu połączone są silnymi wiązaniami kowalencyjnymi w obrębie każdej warstwy z trzema sąsiednimi atomami tego pierwiastka, natomiast słabe siły van der Waalsa pomiędzy jego warstwami ułatwiają poślizg w płaszczyznach. Grafit charakteryzuje się wysoką przewodnością elektryczną (dzięki zdelokalizowanym elektronom) i ciepłą, większą niż żelazo i stal, lecz mniejszą niż miedź i aluminium. Dzięki temu zyskuje zastosowanie jako element uszczelniający czy ślizgowy (służący do ruchomego połączenia elementów). Ma on niską reaktywność, jest ogniotrwały (topi się w temperaturze około 3500°C) i odporny chemicznie (jest odporny na działanie wielu kwasów i zasad).

Fullereny

Fullereny to cząsteczki zbudowane z parzystej liczby atomów węgla (od 28 do około 1500 atomów węgla). Mają one metaliczny połysk, własności [nadprzewodzące](#) i półprzewodnikowe. Pod względem chemicznym mają właściwości zbliżone do sprzężonych węglowodorów aromatycznych, ponieważ składają się z układu sprzężonych pierścieni o pięciu i sześciu atomach węgla.

Zostały odkryte w 1985 roku przez Roberta Curla, Richarda Smalleya oraz Harolda Kroto. Eksperyment prowadzący do odkrycia kolejnej odmiany alotropowej węgla polegał na zastosowaniu laserowego naddźwiękowego generatora klastrow.



Schemat odparowywania grafitu przy użyciu ablacji laserowej w celu generowania klastrow węgla.

Źródło: GroMar Sp. z o.o. (na podstawie www.fizyka.uni.opole.pl), licencja: CC BY-SA 3.0.

Promień [lasera](#) kierowany był na wolno obracającą się tarczę grafitową w obecności helu. Następnie węgiel w postaci gazowej kierowany był na spektrometr masowy (urządzenie pozwalające analizować masy jonów), który pozwalał zarejestrować masę nowo powstałych cząsteczek fullerenów.

Kolejne lata dostarczyły wielu innych technik syntezy fullerenów jednak najbardziej standardową metodą ich otrzymywania jest **metoda płomieniowa**. Polega ona na spalaniu acetyleny lub benzenu w tlenie. Wydajność tej metody jest niska (9%) jednak ma istotne zalety jak ciągłość procesu, łatwość kontroli oraz możliwość zwiększenia skali produkcji.

Ciekawostka

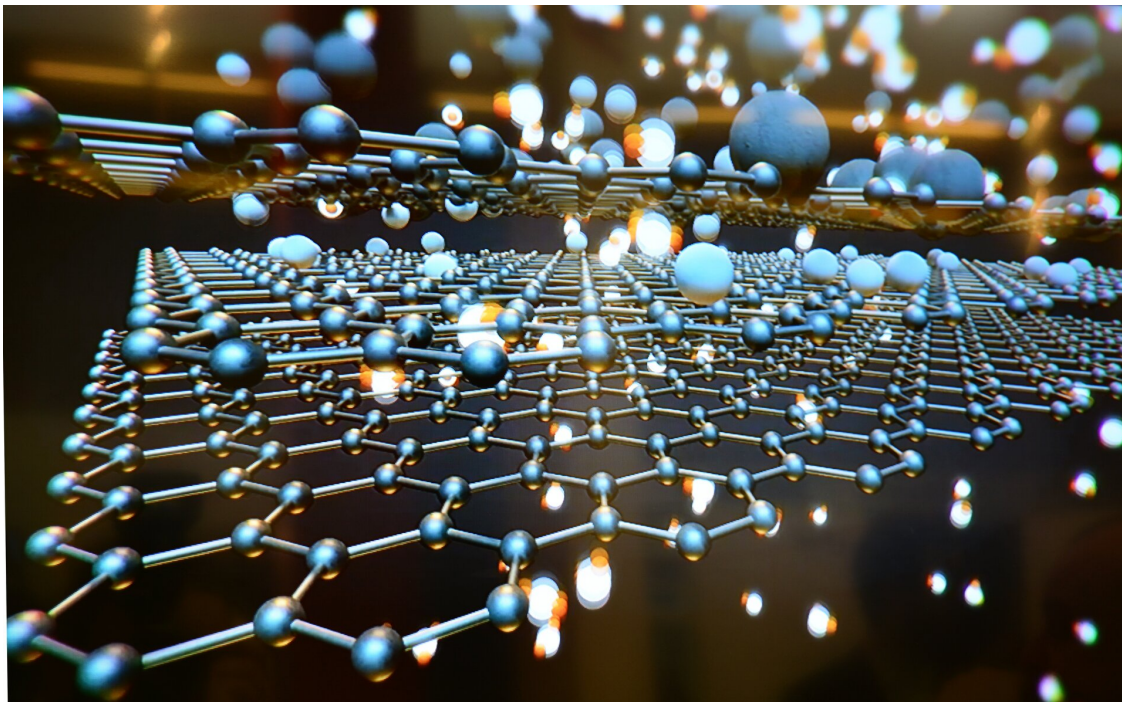
Fullereny i nanorurki węglowe to jedyny przykład czystej węglowej odmiany alotropowej węgla, ponieważ wiązania brzegowe w diamencie i graficie są „wysycone” innymi pierwiastkami.

Nanorurki węglowe to szczególny przykład [izomerów](#) fullerenów, mający doskonałe właściwości mechaniczne i elektryczne. Są to bardzo sprężyste i elastyczne materiały ([moduł Younga](#) 1012 Pa), mają dobrą wytrzymałość przy rozciąganiu oraz zginaniu. Co ciekawe mają 100–krotnie większą wytrzymałość na rozciąganie od stali i 1000 razy większą gęstość prądu od miedzi. Są odporne na działanie wysokiej temperatury sięgającej nawet do 2800 °C.

Nanorurki otrzymuje się na skutek **powolnej kondensacji gorących par atomów węgla**. Struktura zamknięta nanorurek powstaje na skutek łączenia się niestabilnych, płaskich warstw węglowych (na brzegach płaskich płaszczyzn występują nienasycone wiązania o wysokiej energii).

Ze względu na swoje właściwości chemiczne, mechaniczne i elektryczne nanorurki znajdują zastosowanie w różnych gałęziach gospodarki jako bioczuJNIki, tranzystory, akumulatory litowo-jonowe oraz materiały magazynujące wodór.

Grafen



Andriej Gejm i Konstantin Nowosiółow z Uniwersytetu w Manchesterze otrzymali grafen w 2004 roku przyklejając, a następnie odrywając od grafitu kawałek taśmy klejącej. Za swoje odkrycie otrzymali w 2010 roku Nagrodę Nobla w dziedzinie fizyki.

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

Grafen to przezroczysty materiał i dobry przewodnik prądu. Elektrony poruszają się w nim 100 razy szybciej niż w krzemie. Jest również dobrym przewodnikiem ciepła i bardzo wytrzymałym materiałem (100 razy bardziej wytrzymały od stali).

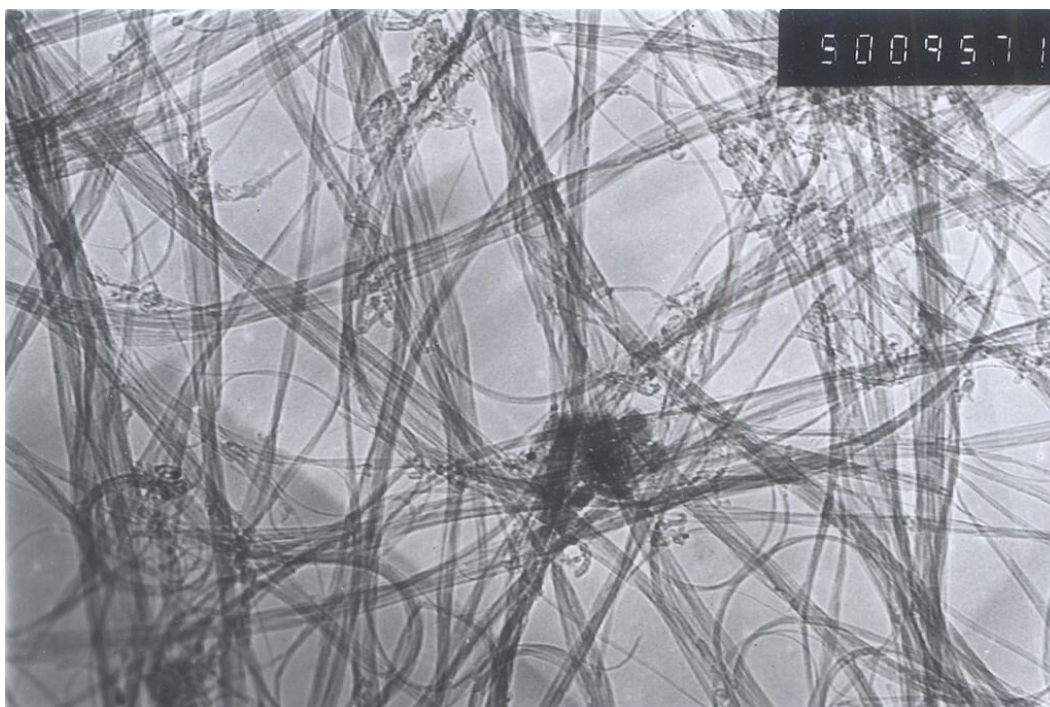
Grafen można otrzymać w wyniku **metody taśmy klejącej**. Metoda ta polega na odrywaniu kolejnych warstw grafenu od grafitu, do momentu uzyskania pojedynczej warstwy grafenu. Obecnie do otrzymywania grafenu stosowana jest **metoda osadzania chemicznego** z fazy gazowej. Jest to metoda obróbki cieplno-chemicznej materiałów, która pozwala na nanoszenie cienkich powłok materiału.

Badania odmian alotropowych węgla

Jakość i czystość alotropów węgla można badać przy użyciu **spektroskopii ramanowskiej**. Jest to technika spektroskopowa, polegająca na pomiarze

promieniowania nieelastycznego rozpraszania [fotonów](#). Zastosowanie jej i analiza otrzymanych pasm na widmie, pozwala sprawdzić np. czy grafen jest zanieczyszczony lub czy występują w nim nieuporządkowania sieci krystalicznej, które mogą mieć istotny wpływ na uzyskanie przerwy energetycznej w jego strukturze.

Właściwości wynikające ze specyficznej budowy związków można badać i obserwować poprzez wykorzystanie **transmisyjnego mikroskopu elektronowego (TEM)**.



Obraz TEM przedstawiający nanorurki węglowe.

Źródło: Cheaptubes, commons.wikimedia.org, licencja: CC BY 3.0.

Inną znaną metodą pozwalającą potwierdzić identyfikację fullerenów w materiale doświadczalnym jest **spektroskopia magnetycznego rezonansu jądrowego (NMR)**. Jest to metoda, która wyczuwa zmiany struktury elektronowej wokół jądra atomowego i obecność innych jąder, dlatego NMR jest bardzo ważnym narzędziem analizy strukturalnej. Widma węglowe otrzymane w wyniku tej metody pozwalają potwierdzić symetryczną i złożoną budowę tych form alotropowych węgla.

Słownik

alotropia

(gr. *állos* „obcy”, „inny”, *trópos* „sposób”, „postać”) – zjawisko występowania tego samego pierwiastka chemicznego w dwóch lub więcej odmianach, znajdujących się w tym samym stanie skupienia, różniących się budową wewnętrzną (sposobem połączenia atomów lub ich liczbą)

przewodnictwo cieplne

to proces polegający na przepływie ciepła i tym samym na przekazywaniu energii kinetycznej bezładnego ruchu cząsteczek ośrodka, z części układu o wyższej temperaturze do cząsteczek z części układu o temperaturze niższej

przewodnictwo elektryczne

zjawisko przepływu prądu elektrycznego przez dany ośrodek pod wpływem zewnętrznego pola elektrycznego. Wartości przewodności elektrycznej właściwej σ ciała stałe na: przewodniki ($\sigma > 10^6 \Omega^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$), półprzewodniki ($10^{-8} < \sigma < 10^6 \Omega^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$) i izolatory ($\sigma < 10^{-8} \Omega^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$)

skala Mohsa

jest to dziesięciostopniowa skala określająca twardość minerałów. Została stworzona przez Friedricha Mohsa w 1812 roku

nadprzewodnictwo

właściwość niektórych ciał stałych, będących nadprzewodnikami polegająca na zaniku oporu elektrycznego po oziębieniu ich do temperatury T , niższej od temperatury krytycznej T_c

ablacja laserowa

to usuwanie materiału z powierzchni w wyniku oddziaływania impulsów laserowych o odpowiedniej gęstości energii (napromienieniu wyrażanym w $\frac{\text{J}}{\text{cm}^2}$)

izomery

są to związki chemiczne o cząsteczkach nieróżniących się od siebie ani masą, ani liczbą atomów, ani rodzajem, natomiast mające różny sposób lub kolejność połączeń tych atomów lub też rozmieszczeniem ich w przestrzeni

moduł Younga

inaczej współczynnik sprężystości podłużnej lub moduł sprężystości podłużnej – jest to wielkość określająca własności sprężyste ciała stałego, oznaczana symbolem E , charakteryzująca podatność materiału na odkształcenia podłużne przy rozciąganiu, ściskaniu lub zginaniu

foton

jest to cząstka elementarna nie mająca ładunku elektrycznego

Bibliografia

Encyklopedia PWN,

Bielański A., *Podstawy chemii nieorganicznej*, Warszawa 1994.

Hejwowska S., Marcinkowski R., *Chemia ogólna i nieorganiczna*, Gdynia 2005.

Tohidinia M., Noroozifar M., *Investigation of Carbon Allotropes for Simultaneous Determination of Ascorbic Acid, Epinephrine, Uric Acid, Nitrite and Xanthine*, International Journal of ELECTROCHEMICAL SCIENCE, vol. 13, 2018.

Kroto H., Heath J., O'Brien S., Curl R., Smalley R., *C60: Buckminsterfullerene*, Nature 318, str. 162–163, 1985.

Howard J., McKinnon J., Johnson M., Makarovskiy Y., Lafleur A., *Production of C60 and C70 fullerenes in benzene-oxygen flames*, Journal of Physical Chemistry 96, str. 6657–6662, 1992.

Szadkowski B., Pingot M., *Nanorurki węglowe – materiał przyszłości*, Eliksir, nr 1(3), 2016.

Marczak J., *Zagadnienie wykorzystania ablacji laserowej w usuwaniu wtórnych nawarstwień z powierzchni dzieł sztuki i obiektów zabytkowych w architekturze*, Ochrona Zabytków 54/3 (214), 233–251, 2001.

Symulacja interaktywna

Symulacja 1

Węgiel występuje w różnych odmianach alotropowych, które różnią się określonymi właściwościami fizycznymi. Na podstawie poniższej symulacji dokonaj analizy wybranych właściwości grafitu, diamentu, grafenu, fullerenu i nanorurek węglowych, zwróć uwagę na poszczególne różnice i rozwiąż zadania.



Zasób interaktywny dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/D1Ce8V7pi>

Symulacja interaktywna pt. *Badanie właściwości odmian alotropowych węgla*

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

Ćwiczenie 1

Wyjaśnij, co oznacza, że diamentowi przypisuje się twardość równą 10 w skali Mohsa.

Odpowiedź:

Ćwiczenie 2

Wymień alotropowe odmiany węgla, które przewodzą prąd elektryczny.

Odpowiedź:

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Uzupełnij luki w tekście podanymi wyrazami, przenosząc wybrane elementy we właściwe miejsca (nie musisz wykorzystać wszystkich wyrazów).

Odmianami alotropowymi węgla są: grafit, diament, , fullereny.

Diament jest najtwardszym materiałem w skali Mohsa ze względu na wiązania występujące pomiędzy atomami węgla. Diament jest też prądu i dobrym ciepła. Grafit to odmiana alotropowa węgla mająca twardość 0,5 w skali Mohsa, dlatego jest bardzo miękki. Charakteryzuje go przewodność elektryczna i cieplna. Ponadto ma niską i jest . Fullereny mają metaliczny połysk i właściwości półprzewodnikowe i . Są w niepolanych rozpuszczalnikach organicznych i w wodzie. Specyficznym przykładem fullerenów są . Charakteryzują je dobre właściwości i elektryczne. Innym przykładem alotropu węgla jest grafen. To materiał i doskonały .

nadprzewodzące ogniotrwały reaktywność grafen elektryczne grafit

izomeru palny przezroczysty nanorurki węglowe przewodnikiem monomeru

przewodnik prądu jonowe kowalencyjne wysoka nierozpuszczalne

izolatorem niska *sp* mechaniczne rozpuszczalne

Ćwiczenie 2



Wybierz odpowiedź, która zawiera nazwy wszystkich znanych odmian alotropowych węgla.

Odmianami alotropowymi węgla są:

- ☐ fullereny, nanorurki węglowe, grafen, diament
- ☐ diament, grafit, fullereny, grafen
- ☐ grafit, diament, nanorurki węglowe, fullereny, grafen
- ☐ nanorurki węglowe, grafit, diament, grafen

Ćwiczenie 3



Uzupełnij zdanie wybierając jedną z poniższych odpowiedzi.

... ma najniższą przewodność cieplną wśród odmian alotropowych węgla.

- ☐ Grafit
- ☐ Diament
- ☐ Grafen
- ☐ Fullereny

Ćwiczenie 4



Zaznacz wszystkie prawidłowe odpowiedzi. Dokończ zdanie.

Grafen ma ...

- ☐ wysoką przewodność cieplną.
- ☐ wysoką przewodność elektryczną.
- ☐ niską przewodność elektryczną.
- ☐ niską przewodność cieplną.

Ćwiczenie 5



Zaznacz poprawną odpowiedź.

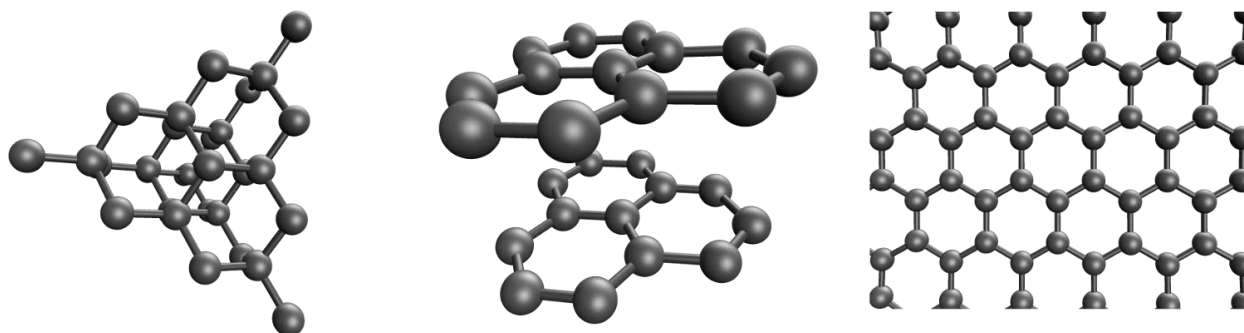
Które odmiany alotropowe węgla nie przewodzą prądu elektrycznego?

- ☐ Diament i grafen.
- ☐ Fullereny i grafit.
- ☐ Grafen i grafit.
- ☐ Diament i fullereny.

Ćwiczenie 6



Ilustracje przedstawiają uproszczone modele sieci krystalicznych diamentu, grafitu i grafenu.



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

Oceń prawdziwość zdań, zaznaczając prawdę lub fałsz. W celu rozwiązania tego zadania, skorzystaj również z innych źródeł informacji.

Zdanie	Prawda	Fałsz
Atomy węgla w graficie, diamencie i grafenie mają taką samą hybrydyzację orbitali walencyjnych.	☐	☐
Grafen to pojedyncza warstwa grafitu. Orbitale walencyjne atomów węgla w grafenie mają hybrydyzację sp^2 .	☐	☐
Diamant jest najtwardszym materiałem w skali Mohsa, ze względu na wiązania jonowe i hybrydyzację sp^2 orbitali walencyjnych atomów węgla.	☐	☐
Grafit, grafen i diamant mają różne właściwości fizyczne, ale takie same właściwości chemiczne.	☐	☐

Ćwiczenie 7



Oblicz, jaką objętość ma rysik węglowy o masie 11,3 g. Przyjmij, że gęstość grafitu wynosi $2,25 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$. Wynik podaj z dokładnością do drugiego miejsca po przecinku.

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 8



Uzupełnij zdania, wpisując w luki właściwe wyrazy. Wartości liczbowe zapisz słownie.

Grafen - odmiana alotropowa węgla. Każdy atom węgla jest związany tylko z innymi atomami , tworzącymi warstwy pierścieni.

Właściwości grafitu:

1. Warstwy grafitu układają się równolegle i związane są przez słabe siły .
2. Charakteryzuje się wysoką dzięki zdelokalizowanym elektronom.



Poniżej przedstawiono diagram fazowy węgla, który przedstawia zależność ciśnienia od temperatury, w których węgiel trwale występuje w różnych fazach.

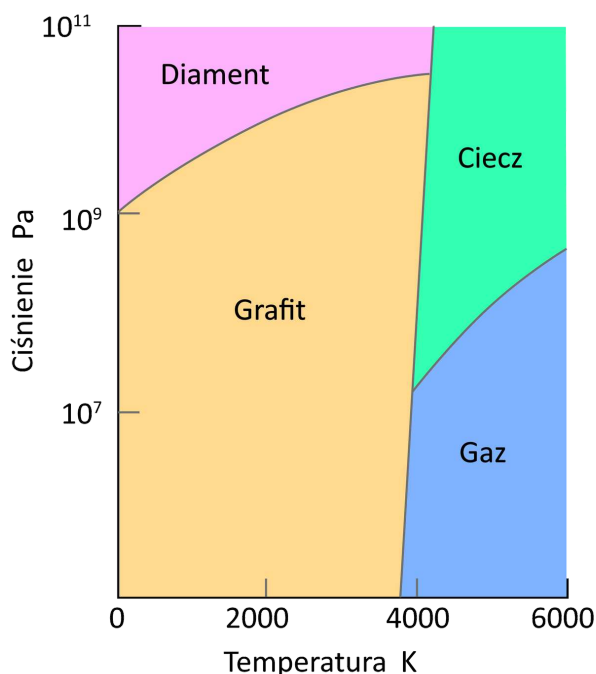


Diagram fazowy węgla

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

1. Dla jakiej wartości ciśnienia w temperaturze 2000 K węgiel trwale współistnieje w postaci grafitu i diamentu jednocześnie?
2. Ustal, w jakich warunkach ciśnienia i temperatury węgiel współistnieje w trzech trwałych fazach, z których jedną z nich stanowi jego odmiana alotropowa o wysokiej przewodności cieplnej.
3. Sprawdź na diagramie, w jakiej fazie występuje węgiel w warunkach normalnych. Jak wytłumaczysz fakt istnienia diamentów stosowanych m.in. w jubilerstwie do wyrobu biżuterii?

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 10



W oparciu o właściwości diamentu zaproponuj doświadczenie, w którym wykażesz czy masz do czynienia z cyrkonią czy diamentem?

Odpowiedź:

Dla nauczyciela

Scenariusz zajęć

Autor: Aleksandra Marszałek-Harych, Krzysztof Błaszczak

Przedmiot: chemia

Temat: Badanie właściwości różnych odmian alotropowych węgla

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

Podstawa programowa:

Poziom 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.

Poziom 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:

- rozróżnia odmiany alotropowe węgla;
- analizuje podobieństwa i różnice we właściwościach odmian alotropowych węgla;
- analizuje właściwości odmian alotropowych węgla w oparciu o wybrane techniki analizy.

Strategie nauczania:

- asocjacyjna;
- problemowa.

Metody i techniki nauczania:

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

Formy pracy:

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

Środki dydaktyczne:

- komputery z głośnikami i dostępem do internetu;
- słuchawki;
- zasoby multimedialne zawarte w e-materiale;
- tablica interaktywna/tablica;

Przebieg zajęć

Faza wstępna:

1. Zainteresowanie i dyskusja. Nauczyciel w oparciu o wprowadzenie do e-materiału wzbudza ciekawość uczniów i tym samym rozpoczyna dyskusję, pytając: Jakże znasz odmiany alotropowe węgla? Czy wiesz, jakie mają właściwości?
2. Ustalenie celów lekcji. Nauczyciel podaje temat i wraz z uczniami ustala cele.
3. Rozpoznanie wiedzy wyjściowej uczniów. Burza mózgów wokół odmian alotropowych węgla.

Faza realizacyjna:

1. Efektem burzy mózgów jest zapisanie nazw odmian alotropowych w postaci haseł na tablicy. Następnie uczniowie, w oparciu o dostępne źródła, mają za zadanie zweryfikować, czy podane odmiany są trafne i czy wyczerpane zostało polecenie. Jeśli nie, muszą zadanie poprawić i uzupełnić listę.

2. Uczniowie w parach proszeni są o wyjaśnienie pojęć: przewodnictwo cieplne i przewodnictwo elektryczne. Chętni lub wskazani uczniowie wyjaśniają pojęcia na forum klasy. Nauczyciel weryfikuje podane wyjaśnienia i ewentualnie uzupełnia luki.
3. Eksperyment chemiczny. Nauczyciel dzieli uczniów losowo na grupy, rozdaje uczniom karty pracy, przygotowuje odpowiednie szkło i sprzęt laboratoryjny. Uczniowie wykonują kolejno czynności podane w instrukcji (patrz materiały pomocnicze). Uczniowie samodzielnie formułują pytanie badawcze i hipotezę, rysują schemat doświadczenia, obserwują zmiany podczas eksperymentu, wyciągają wnioski (wszystko zapisują w kartach pracy). Prowadzący zajęcia monitoruje przebieg pracy uczniów, wspiera ich. Następnie na forum całej klasy następuje weryfikacja pod względem merytorycznym zaprezentowanych przez chętnych uczniów efektów pracy. Nauczyciel wyjaśnia niezrozumiałe kwestie.
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.
5. Uczniowie analizują medium bazowe w e-materiale i sprawdzają swoją wiedzę indywidualnie, wykonując zaproponowane ćwiczenia.

Faza podsumowująca:

1. Nauczyciel sprawdza stan wiedzy uczniów po przeprowadzonej lekcji, wykorzystując swoje pytania oraz pytania znajdujące się w e-materiale:
 - Jakie są odmiany alotropowe węgla?
 - Wyjaśnij, dlaczego grafit przewodzi prąd elektryczny?
 - Jak wytłumaczysz brak przewodnictwa elektrycznego przez diament i jednocześnie jego dobre jego przewodnictwo cieplne?
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:

Nauczyciel prosi uczniów o wykonanie ćwiczeń zawartych zestawie ćwiczeń w e-materiale.

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania multimedium:

Medium bazowe może zostać wykorzystane przez uczniów podczas przygotowywania się do zajęć lub sprawdzianu wiedzy.

Materiały pomocnicze:

1. Mazaki, arkusze papieru, glutaki.
2. Polecenia podsumowujące (nauczyciel przed lekcją zapisuje je na niewielkich kartkach):
 - Jakie są odmiany alotropowe węgla?
 - Wyjaśnij, dlaczego grafit przewodzi prąd elektryczny?
 - Jak wytłumaczysz brak przewodnictwa elektrycznego przez diament i jednocześnie jego dobre przewodnictwo cieplne?
3. Doświadczenie nr 1 – Badanie właściwości grafitu.

Sprzęt laboratoryjny: wkład grafitowy do ołówków, dioda typu LED, przewody z zaciskami typu krokodylki, bateria 9V, kartka papieru, ołówek, palnik spirytusowy, termometr, szczypce.

Instrukcja:

- ZADANIE 1. Zbuduj obwód elektryczny składający się z baterii, diody, przewodów elektrycznych zakończonych krokodylkami. Umieść w nim wkład grafitowy do ołówków. Sprawdź, czy po zamknięciu obwodu płynie prąd elektryczny.
 - ZADANIE 2. Na kartce papieru narysuj grubą kreskę ołówkiem (najlepiej miękkim – typu „B”). Na tak narysowanej kresce połóż krokodylki wcześniej zmontowanego obwodu elektrycznego. Czy dioda się zaświeciła?
 - ZADANIE 3. Jeden koniec pręcika grafitowego umieść w płomieniu palnika i ogrzewaj przez około 2 minuty. Po tym czasie zmierz temperaturę drugiego końca elektrody, przykładając do niego termometr. Zwróć też uwagę na to, jak szybko grafit się ochładza.
4. Karta pracy ucznia:

Plik o rozmiarze 67.27 KB w języku polskim