



Co to jest alotropia?

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

A large, faceted diamond is centered against a dark, blurred background. The diamond's facets are highly reflective, showing a spectrum of colors from blue to yellow. A semi-transparent black rectangle is overlaid on the center of the diamond, containing the text 'Co to jest alotropia?' in white.

Co to jest alotropia?

Czy wiesz, że diament jest jedną z odmian alotropowych węgla?

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

Czy kiedykolwiek spotkałeś osobę, która wyglądałaby bardzo podobnie jak ktoś ci znajomy, a może nawet jak ty? A przecież to byli zupełnie inni ludzie! Właśnie tak samo dzieje się w przypadku odmian alotropowych. Jeden pierwiastek chemiczny może występować w kilku postaciach i przy tym mieć różne właściwości fizyczne oraz inną aktywność chemiczną. W tym rozdziale omówimy odmiany alotropowe różnych pierwiastków i przyjrzymy się ich formom i właściwościom.

Twoje cele

- Poznasz zjawisko alotropii, obejmujące pierwiastki oraz zjawiska polimorfizmu i izomorfizmu, dotyczące związków chemicznych.
- Scharakteryzujesz odmiany alotropowe pierwiastków.
- Porównasz właściwości oraz zastosowania różnych form tego samego pierwiastka chemicznego.
- Zdecydujesz, jaką budowę mają odmiany alotropowe pierwiastków.

Przeczytaj

Zjawiska zarówno alotropii pierwiastków, jak i polimorfizmu czy izomorfizmu bezpośrednio związane są z budową substancji chemicznych. Można powiedzieć, że w pewnym sensie zależą od struktur krystalograficznych.

Pojęcie izomorfizmu

Różne substancje o bardzo podobnej lub identycznej postaci krystalicznej, o tym samym typie wzoru chemicznego, wykazujące takie same lub bardzo zbliżone rozmiary komórki elementarnej, noszą nazwę **substancji izomorficznych**. Zjawisko izomorfizmu polega na tym, że z roztworu lub stopu, zawierającego dwie izomorficzne ze sobą substancje, wydzielają się w czasie krystalizacji kryształy homogeniczne, które składają się z tych obydwu substancji. Skład takich kryształów zależy od składu roztworu, z którego krystalizowały. Cechą charakterystyczną substancji izomorficznych jest zdolność do tworzenia roztworów stałych, czyli kryształów mieszanych, poprzez poddanie ich krystalizacji.

Przykładem mogą być związki KBr i KCl. Mają identyczne sieci przestrzenne, a promienie ich jonów: Cl^- (167 pm) i Br^- (182 pm) niezbyt różnią się od siebie. Tworzenie **kryształów mieszanych** polega na tym, że atomy czy jony, wykazujące taki sam ładunek oraz zbliżone wymiary, mogą się wzajemnie zastępować w sieci przestrzennej.

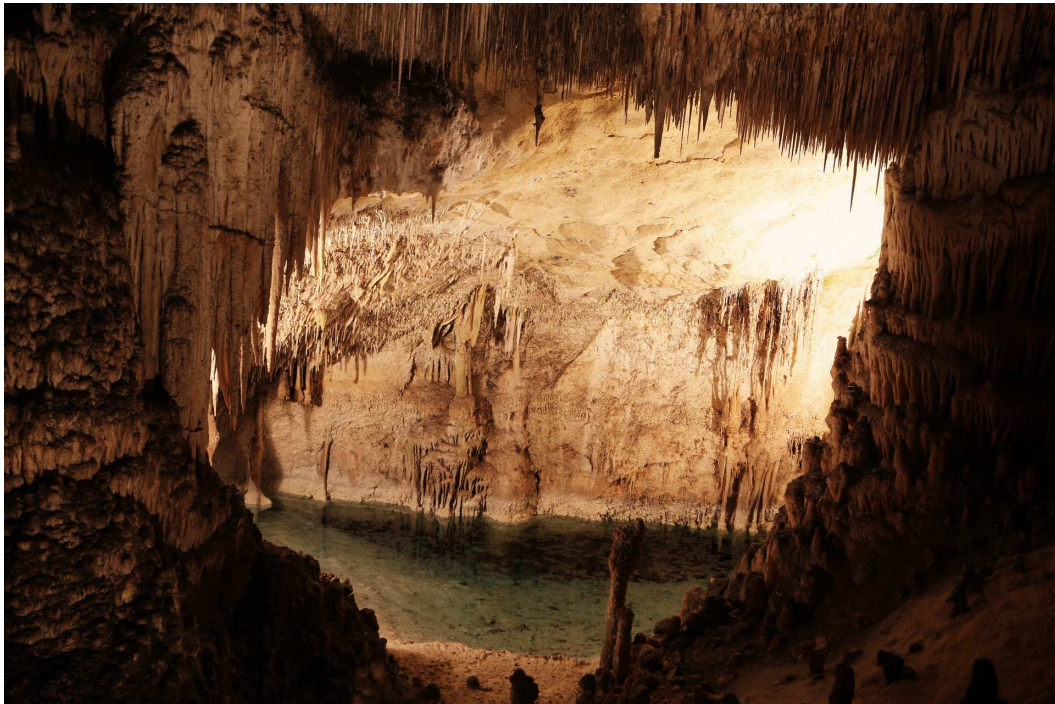
W przypadkach KCl i NaCl lub NaCl i NaI nie występuje zjawisko izomorfizmu, ponieważ promienie jonowe wykazują zbyt duże różnice, by jony te mogły się zastępować w sieci przestrzennej kryształu mieszanego. W przyrodzie w postaci roztworów stałych mieszanych występuje większość minerałów. Na zdjęciu poniżej przedstawiono kryształ chlorku potasu (KCl).



Kryształ chlorku potasu, KCl. Preparaty chlorku potasu są używane jako leki w niedoborze jonów potasu
Źródło: Eligiusz Szełęg, dostępny w internecie: www.scholaris.pl, licencja: CC BY-SA 3.0.

Pojęcie polimorfizmu

Inne zjawisko zachodzi, gdy jedna i ta sama substancja, w zależności od warunków, występuje w dwóch lub więcej odmianach. Odmiany te różnią się postacią krystaliczną i strukturą sieci przestrzennej. Mówimy wtedy o **polimorfizmie**. Substancje te różnią się właściwościami fizycznymi, a czasami również chemicznymi. Typowym przykładem polimorfizmu jest występowanie węglanu wapnia CaCO_3 w przyrodzie w postaci kalcytu (struktura trygonalna) i aragonitu (struktura rombowa). Przykładem kalcytu są stalaktyty jaskiniowe, które zostały przedstawione na zdjęciu poniżej.



Stalaktyty kalcytowe. Jaskinia w Parku Narodowym Carlsbad Caverns (ang. Carlsbad Caverns National Park), położonego w południowo-wschodniej części stanu Nowy Meksyk w Stanach Zjednoczonych
Źródło: www.pixabay.com, domena publiczna.

Minerały te różnią się również twardością. Drugi przykład polimorfizmu to dwie odmiany siarczku cynku ZnS . Odmiana tworząca minerał wurreyt krystalizuje w układzie heksagonalnym, a odmiana tworząca minerał zwany blendą cynkową (sfaleryt) – w układzie regularnym. Substancje polimorficzne nie są różnymi stanami skupienia, ale są różnymi fazami materii. Przejścia z jednej odmiany do drugiej są przemianami fazowymi pierwszego rzędu. Nie zachodzą one jednak w ściśle określonych temperaturach, lecz są zależne od termicznej historii próbek. Skutkiem tego, dany związek może występować w dwóch różnych odmianach polimorficznych w tej samej temperaturze.



Fotografia przedstawia kryształy kalcytu. Okaz pochodzi z Brazylii. Rozmiar: 13,4 x 10,5 x 6,5 cm
Źródło: Rob Lavinsky, iRocks, licencja: CC BY-SA 3.0.



Fotografia przedstawia kryształy argonitu. Okaz pochodzi z Mine d'Or de Salsigne we Francji. Rozmiar: 30 x 30 x 20 cm

Źródło: Didier Descouens, Wikimedia Commons, licencja: CC BY-SA 3.0.



Fotografia przedstawia kryształy wurcytu. Okaz pochodzi z kopalni San José Mine w Boliwii. Składa się z kilku ostrych, błyszczących ciemnych czerwono-brązowych kryształów na matrycy. Ważnym aspektem jest fakt, że są to rzeczywiste kryształy, a nie małe masywne „pęcherzyki”.

Rozmiar: 5,2 x 3,1 x 3,0 cm

Źródło: Rob Lavinsky, iRocks, licencja: CC BY-SA 3.0.



Kryształy sfalerytu

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

Pojęcie alotropii

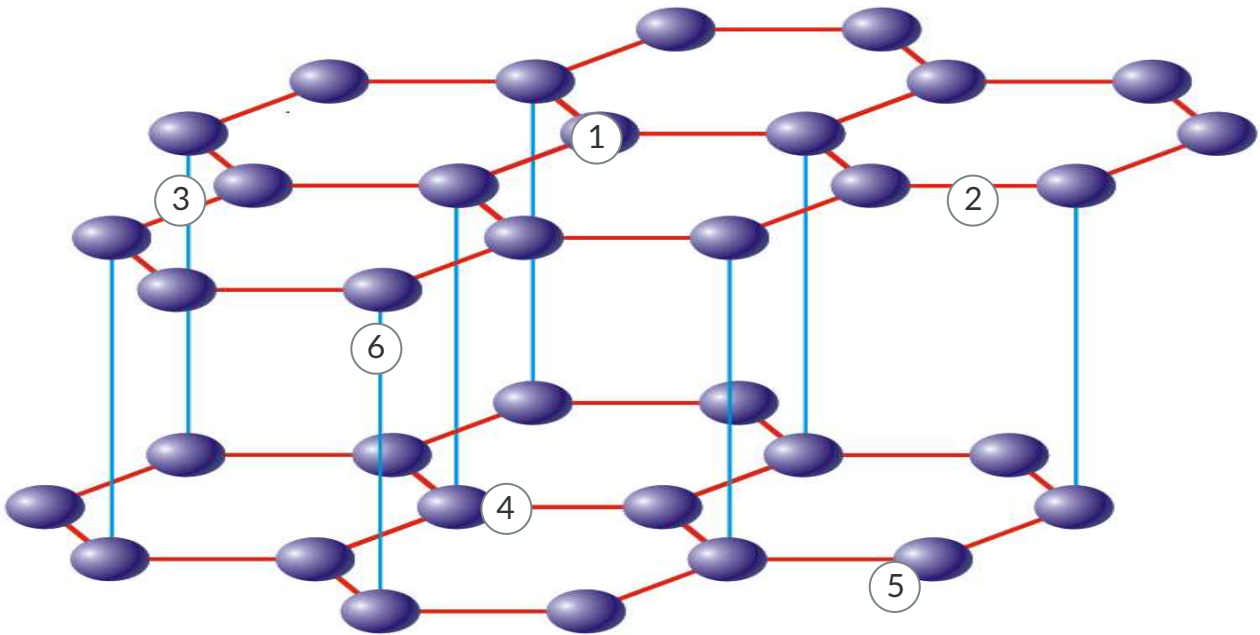
Termin „alotropia” oznacza występowanie w tym samym stanie fizycznym jednej lub więcej form pierwiastka chemicznego. Różne formy powstają na podstawie różnych sposobów łączenia atomów. Odmiany alotropowe mogą wykazywać bardzo różne właściwości chemiczne i fizyczne. Mogą mieć inną strukturę krystaliczną lub różnić się liczbą atomów w cząsteczkach. Na przykład grafit i diament są alotropami węgla, które występują w stanie stałym. Grafit jest miękki, a diament niezwykle twardy. Zjawisko alotropii jest dość powszechne w świecie pierwiastków. Wykazują ją na przykład: węgiel, fosfor, siarka czy tlen, a także mniej znane pierwiastki, takie jak: arsen, antymon, cyna, mangan, selen, uran, żelazo.



Koncepcja alotropii została zaproponowana przez szwedzkiego naukowca Jönsa Jakoba Berzeliusa w 1841 r.

Alotropia węgla

Węgiel jest pierwiastkiem grupy 14., należy do niemetalu. Wchodzi on w skład wielu nieorganicznych i organicznych związków chemicznych. Wykazuje kilka odmian alotropowych, które znane są z życia codziennego. Na grafice poniżej przedstawiono schematycznie struktury atomowe odmian alotropowych węgla.



1

atom węgla przyjmuje hybrydyzację sp_2

2

wiązania kowalencyjne

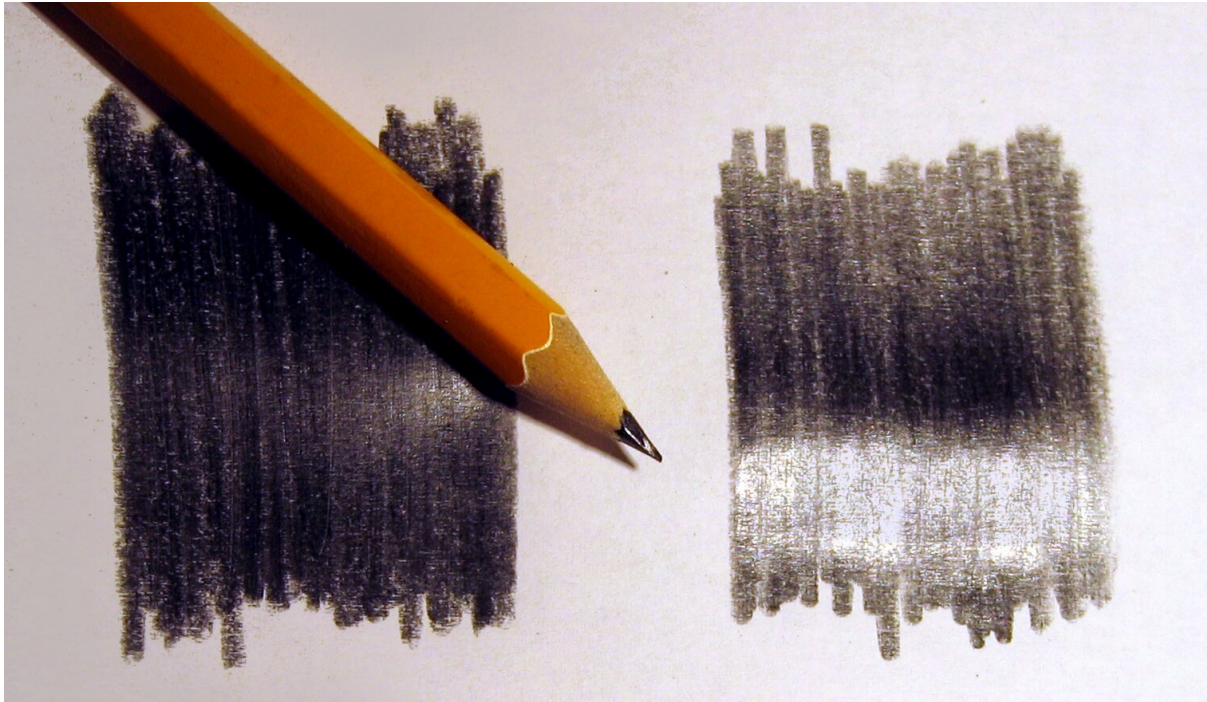
3

składa się z warstw, w których występują sprzężone, sześciocząłkowe układy aromatyczne

4

dobrze przewodzi prąd elektryczny i ciepło, odporny na wysoką temperaturę, kruchy

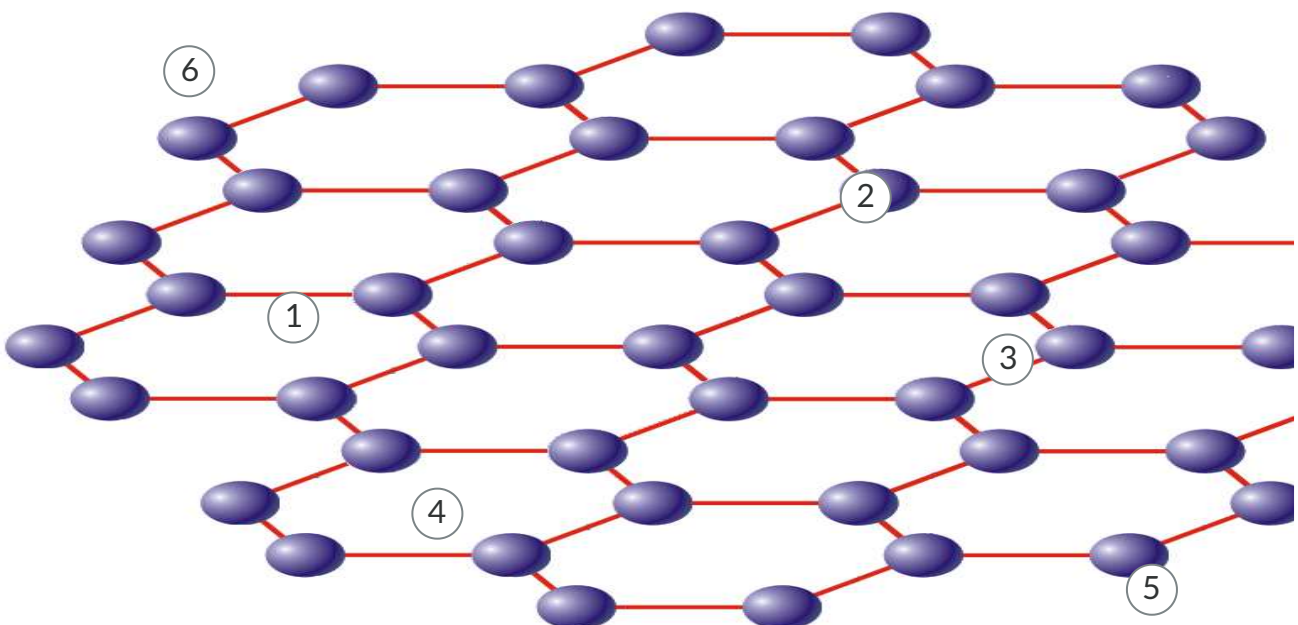
służy do określania genezy skał metamorficznych, do wyrobu suchych smarów, wykorzystywany do produkcji ołówków i elektrod



oddziaływania van der Waalsa

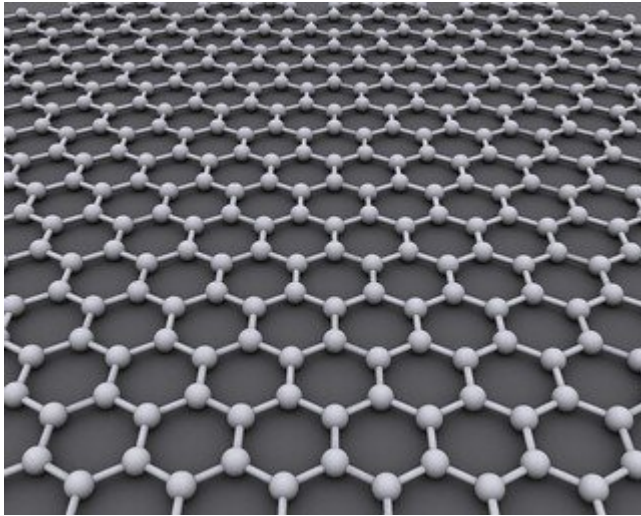
Schemat przedstawia wzór struktury krystalicznej grafitu

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



1

płaska struktura złożona z atomów węgla, połączonych w sześciokąty, swoim kształtem przypomina plaster miodu



2

atomy węgla połączone wiązaniami o hybrydyzacji sp_2

3

wiązania kowalencyjne

4

czy w przyszłości grafen będzie stosowany do wytwarzania przezrzystych, zwijanych w rolkę wyświetlaczy dotykowych?



5

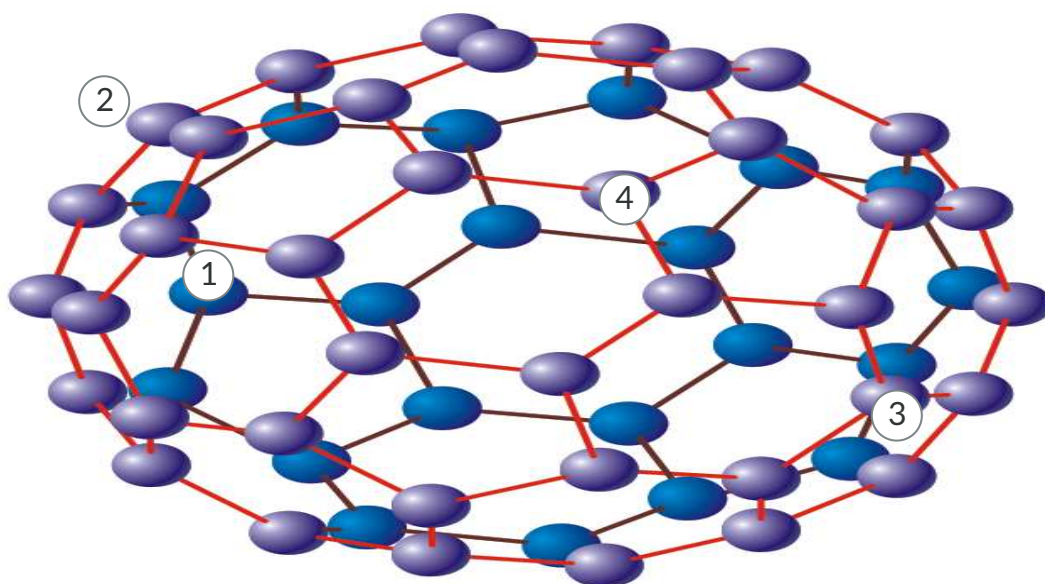
bardzo dobry przewodnik ciepła oraz elektryczności

6

znajduje zastosowanie w elektronice, akumulatorach, czujnikach szkodliwych substancji

Schemat przedstawia wzór struktury krystalicznej grafenu

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



1

cząsteczki składające się z parzystej liczby atomów węgla, tworzące zamkniętą, pustą w środku bryłę geometryczną

2

cząsteczki fulerenów zawierają od 28 do około 1500 atomów węgla

3

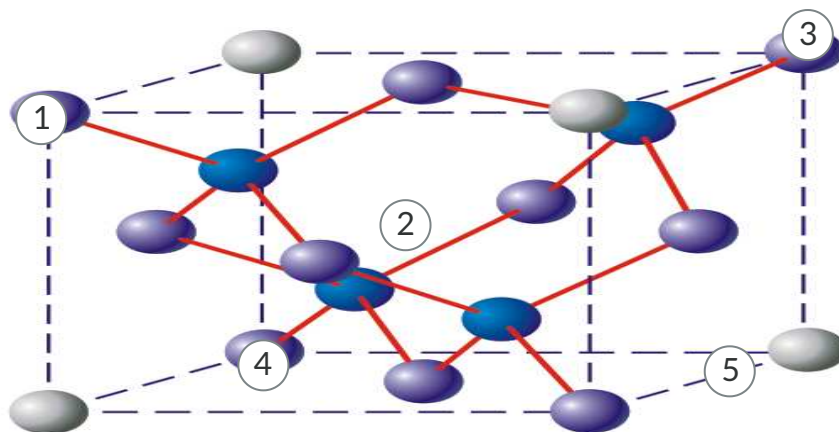
posiadają własności nadprzewodzące i półprzewodnikowe

4

składają się z parzystej liczby atomów węgla

Schemat przedstawia wzór struktury krystalicznej jednej z odmian alotropowych węgla – fulerenu.

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



1

atom węgla przyjmuje hybrydyzację sp_3

2

jest najtwardszym z minerałów spotykanych w przyrodzie

3

jego twardość spowodowana jest tworzeniem kryształów, w którym występują wiązania kowalencyjne

4

szerokie zastosowanie m.in. w jubilerstwie, aparaturze naukowej i medycznej o raz materiałach ściernych



5

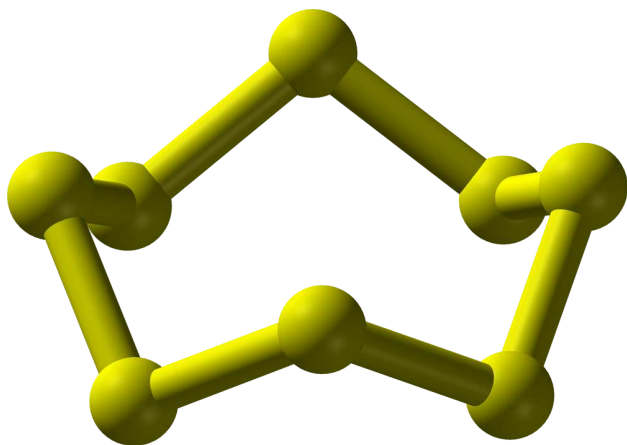
zarys komórki elementarnej sieci krystalicznej

Wzór struktury krystalicznej diamentu

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

Alotropia siarki

Siarka jest pierwiastkiem chemicznym z grupy 16. układu okresowego, należy do niemetalu. Jest to jasnożółta, krucha, stała substancja bez zapachu i smaku. Żaden inny pierwiastek nie tworzy więcej odmian alotropowych od siarki. Obecnie znanych



Schemat przedstawia strukturalny wzór molekularny pierścienia siarki S₈. Dwie podstawowe odmiany alotropowe siarki to siarka rombowa (siarka-α) i siarka jednoskośna (siarka-β), obie zbudowane z ośmioczłonowych pierścieni S₈, różniące się sposobem upakowania w kryształ.

Źródło: Wikimedia Commons, domena publiczna.

i dobrze scharakteryzowanych jest około 30, z których najczęstszą postacią występującą w przyrodzie jest zielono-żółta rombowa siarka α, zawierająca pomarszczone pierścienie S₈, którą przedstawiono na schemacie obok. Drugą dobrze znaną formą jest siarka jednoskośna β. Siarka rombowa jest trwała w warunkach normalnych, a ogrzewanie jej do temperatury 95,6 °C powoduje przekształcenie się w siarkę jednoskośną. Obydwie odmiany są rozpuszczalne w dwusiarczku węgla (CS₂).



Schemat przedstawia przejścia odmian alotropowych siarki

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



Fotografia przedstawia Wulkan Dallol na terenie Pustyni Danakilskiej w Etiopii. Cechą charakterystyczną Dallol są gorące, kolorowe baseny solankowe wypełniające kratery wulkanu. Tworzą je gorące źródła, które wypływają związki siarki i żelaza z magmy.

Źródło: dostępny w internecie: pl.wikipedia.org, domena publiczna.

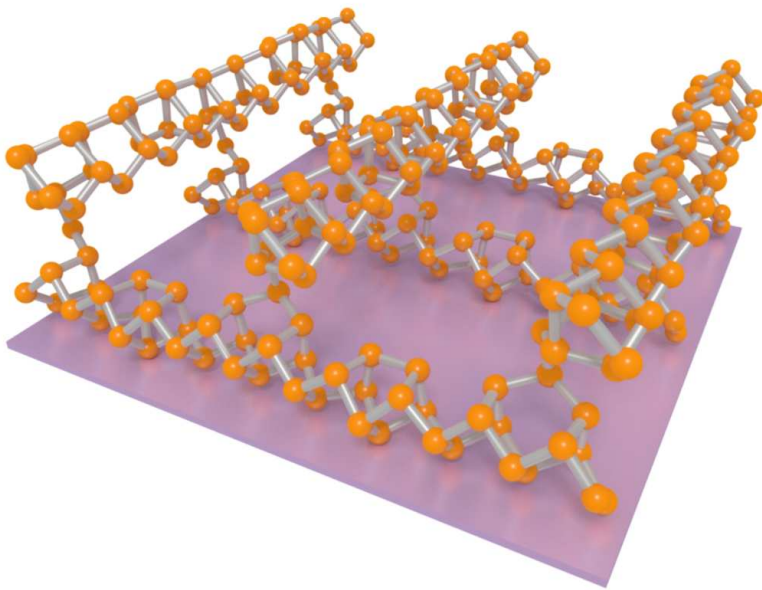
Alotropia fosforu

Fosfor to pierwiastek chemiczny należący do 15. grupy układu okresowego. Po raz pierwszy został wyizolowany (jako biały fosfor) w 1669. Nazwa pierwiastka pochodzi od zjawiska emisji słabego światła po wystawieniu na działanie tlenu. Fosfor występuje w kilku odmianach alotropowych, najpopularniejsze z nich to: biała, czerwona, fioletowa i czarna.



1

Fioletowa odmiana fosforu
Struktura krystaliczna



2

Fioletowa odmiana fosforu
powstaje w wyniku ogrzewania fosforu czerwonego w próżni w temperaturze około 530 °C

3

Fioletowa odmiana fosforu
nierozpuszczalna w żadnej substancji

4

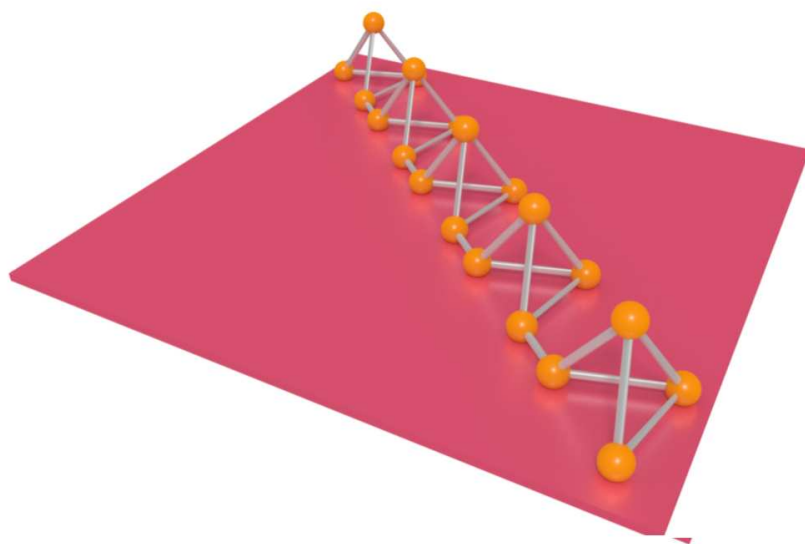
Fioletowa odmiana fosforu
odmiana mało reaktywna chemicznie

Źródło: dostępny w internecie: pl.wikipedia.org, domena publiczna.



1

Czerwona odmiana fosforu
Struktura krystaliczna



2

Czerwona odmiana fosforu
jest nietoksyczna

3

Czerwona odmiana fosforu
bezwonna i nierozpuszczalna w wodzie

4

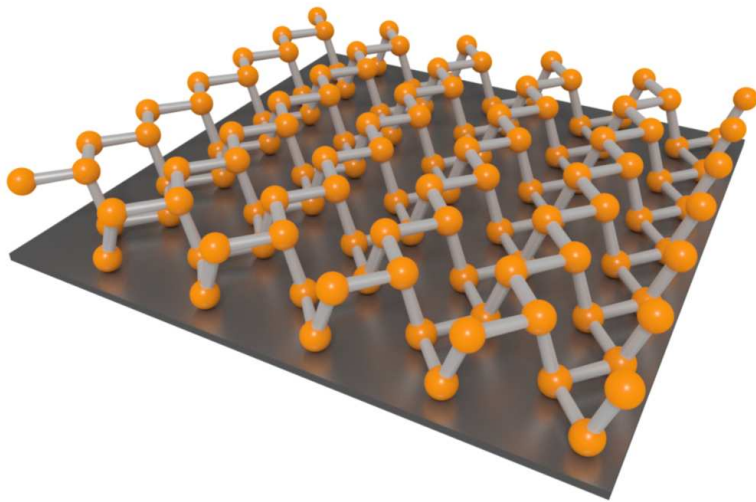
Czerwona odmiana fosforu
mniej reaktywna od fosforu białego, zapala się powyżej 400°C

Źródło: Dnn87, dostępny w internecie: pl.wikipedia.org, licencja: CC BY-SA 3.0.



1

Czarna odmiana fosforu
Struktura krystaliczna



2

Czarna odmiana fosforu
potencjalny materiał do zastosowania w optoelektronice i elektronice

3

Czarna odmiana fosforu
ma metaliczny połysk

4

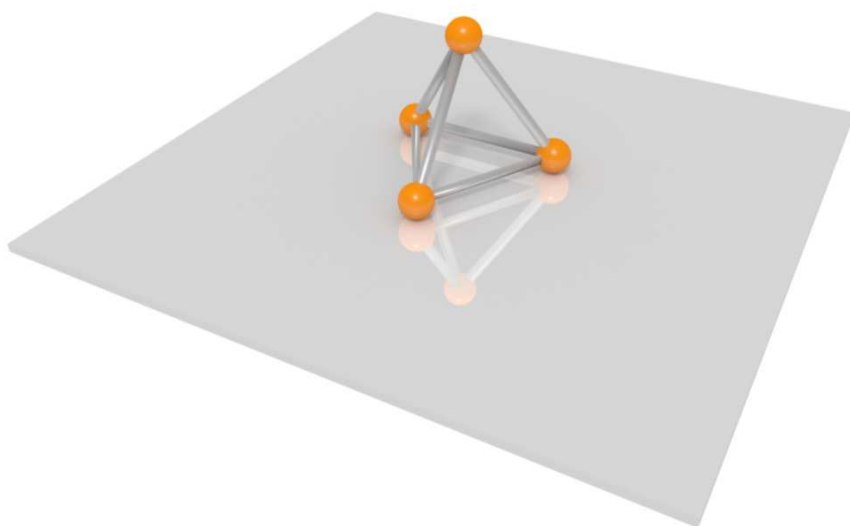
Czarna odmiana fosforu
najmniej reaktywna z form alotropowych fosforu, posiada własności półprzewodnikowe
i topi się w temperaturze 610°C

Źródło: Alshaer666, dostępny w internecie: commons.wikimedia.org, licencja: CC BY-SA 3.0.



1

Biała odmiana fosforu
Struktura krystaliczna



2

Biała odmiana fosforu
woskowe i półprzezroczyste ciało stałe, nierozpuszczalne w wodzie

3

Biała odmiana fosforu

łatwo ulega samozapłonowi, więc przechowywana jest pod wodą

4

Biała odmiana fosforu

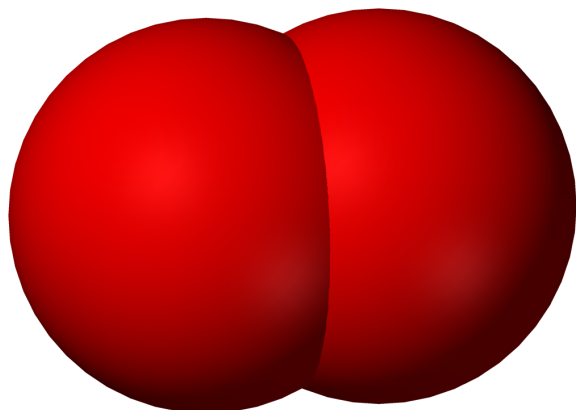
stosowana jako broń zapalająca i trutka na szczury

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

Alotropia tlenu

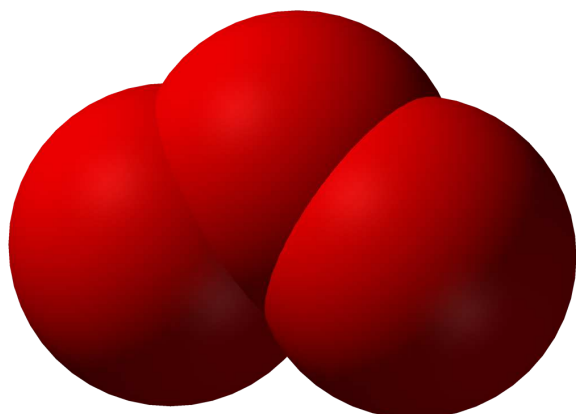
Tlen jest pierwiastkiem chemicznym reprezentowanym przez symbol „O” i ma liczbę atomową 8. To pierwszy element w grupie 16. układu okresowego. Jest najobficiej występującym pierwiastkiem w skorupie ziemskiej i stanowi około jednej piątej ziemskiej atmosfery. Alotropia tlenu jest jedynym przykładem alotropii w stanie gazowym. Przykłady form alotropowych tlenu przedstawiono poniżej.

O₂ (ditlen)



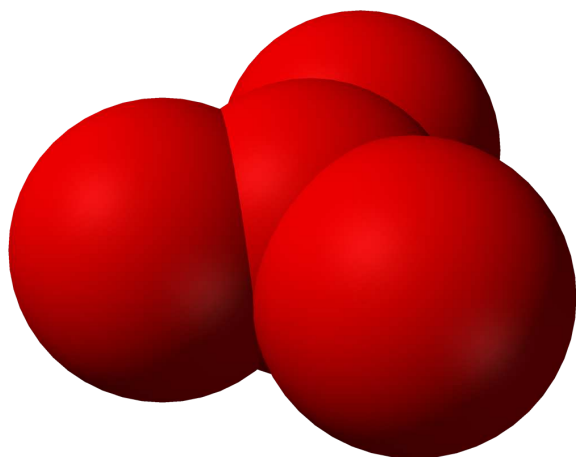
Tlen w stanie wolnym występuje w postaci cząsteczek dwuatomowych O₂ oraz trójatomowych – ozonu O₃

O₃ (tritlen)



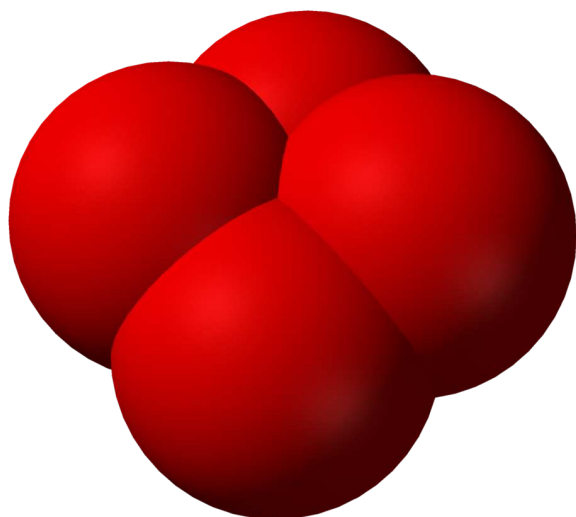
Cząsteczka o budowie trójkąta równoramiennego ma dwa wiązania sigma i jeden orbital pi rozciągający się na wszystkie trzy atomy. Każdy atom ma hybrydyzację sp^2 .

O₄ (tetratlen, struktura D_{3h})



Obliczenia teoretyczne przewidują istnienie metastabilnych molekuł O₄ o dwóch różnych kształtach: jeden z nich przypomina trójkąt równoramienny, w którym atom centralny otoczony jest trzema atomami tlenu.

O₄ (tetratlen, struktura D_{2h})



Drugi przypomina „pomarszczony” kwadrat. Tetratlen powstaje przy ciśnieniu ok. 20 GPa, kiedy cząsteczki tlenu O₂ zaczynają przechodzić w czteroatomową odmianę O₄.

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

Słownik

izomorfizm

występowanie różnych substancji w tym samym typie struktury krystalicznej, przy jednoczesnej zdolności tworzenia przez te substancje kryształów mieszanych

polimorfizm

występowanie substancji o tym samym składzie chemicznym w dwu lub więcej odmianach krystalicznych

alotropia

(gr. *állos* „obcy”, „inny”; *trópos* „sposób”, „postać”) – występowanie tego samego pierwiastka chemicznego w wielu odmianach znajdujących się w tym samym stanie

skupienia

odmiana alotropowa

odmiany pierwiastków różniące się budową krystaliczną (np. grafit i diament są odmianami alotropowymi węgla C) lub liczbą atomów występujących w cząsteczce pierwiastka (np. tlen tworzy cząsteczki dwuatomowe O_2 – ditlen, i trójatomowe O_3 – ozon, tritlen). Każda odmiana alotropowa jest trwała w pewnym zakresie temperatury i ciśnienia. Odpowiednia zmiana tych warunków może spowodować określoną przemianę alotropową. Odmiany alotropowe tworzą także m.in.: arsen, cyna, fosfor, selen, siarka

Bibliografia

Encyklopedia PWN

Bielański A., *Chemia ogólna i nieorganiczna*, Warszawa 1970.

Grafika interaktywna

Polecenie 1

Zapoznaj się z mapą pojęciową i grafiką interaktywną, a następnie wykonaj ćwiczenia.

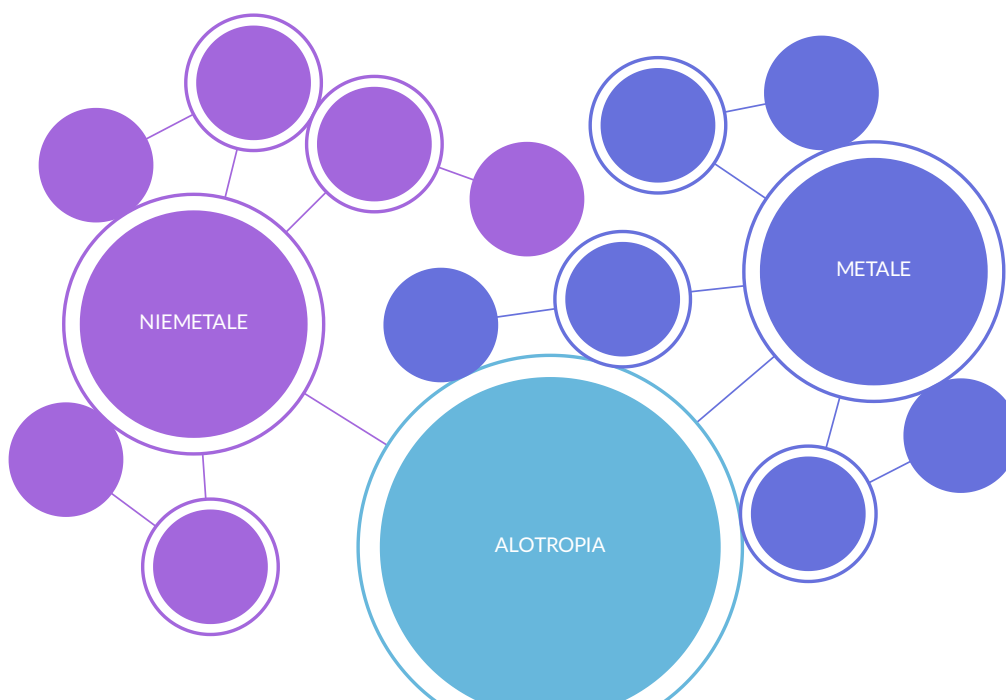
Przykłady odmian alotropowych metali i niemetalu:



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

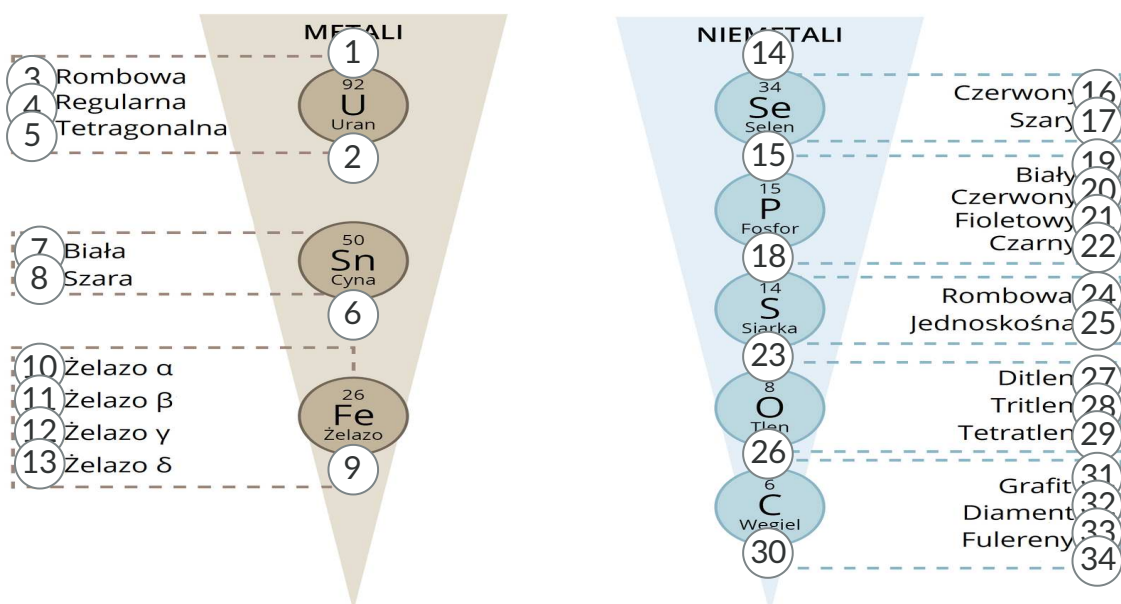
Polecenie 2

Stwórz własną mapę myśli, za pomocą której uporządkujesz swoją wiedzę na temat odmian alotropowych metali i niemetalu. W dostępnych źródłach odszukaj nazwy pierwiastków chemicznych i występujących w przyrodzie ich form krystalicznych.



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

ALOTROPIA W PRZYRODZIE



1

Metale

W układzie okresowym większość pierwiastków to metale, które charakteryzują się określonymi właściwościami.

2

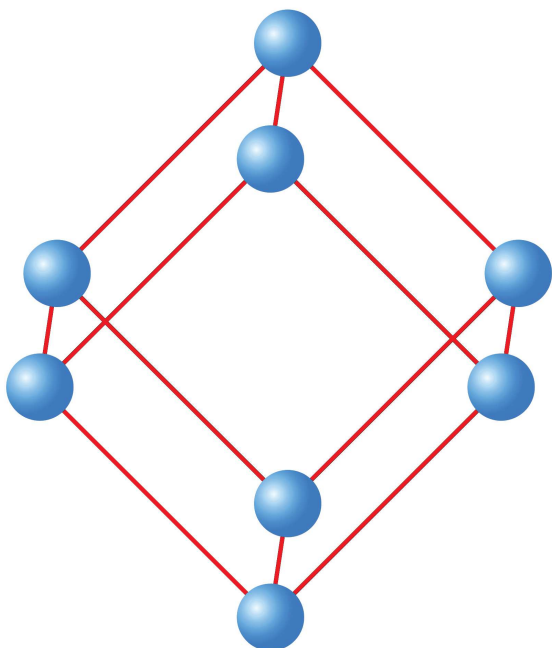
Uran



Pierwiastek chemiczny z grupy aktynowców w układzie okresowym. Wśród pierwiastków występujących naturalnie na Ziemi ma największą liczbę atomową – 92. Naturalnie występuję w postaci słabo promieniującego izotopu $U - 238$.

3

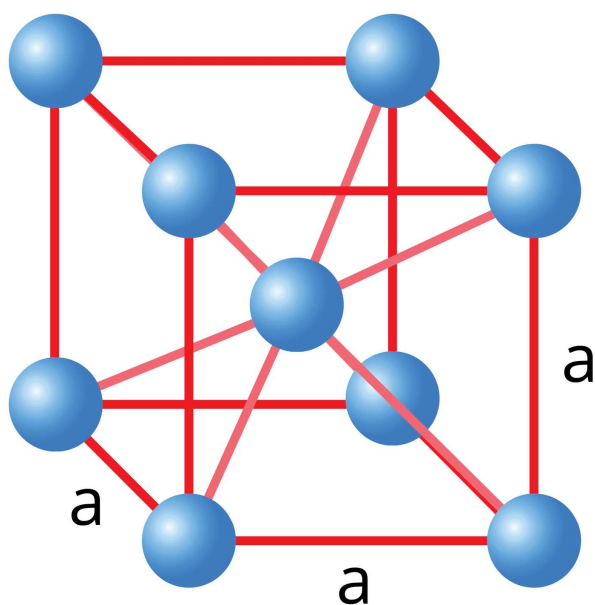
Odmiana rombowa



Ta odmiana alotropowa uranu jest stabilna do 668° C.

4

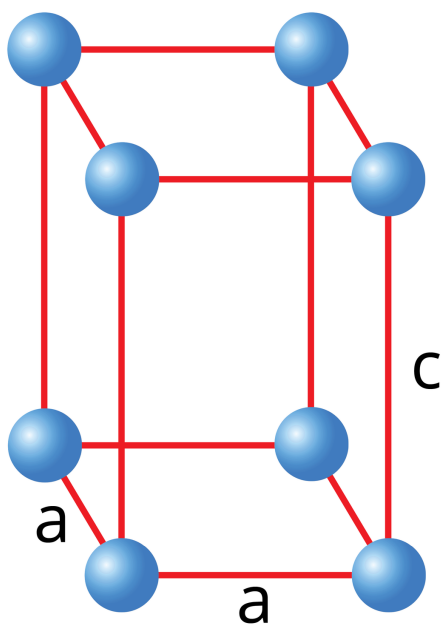
Odmiana regularna



Ta odmiana alotropowa uranu występuje od 775°C do temperatury topnienia.

5

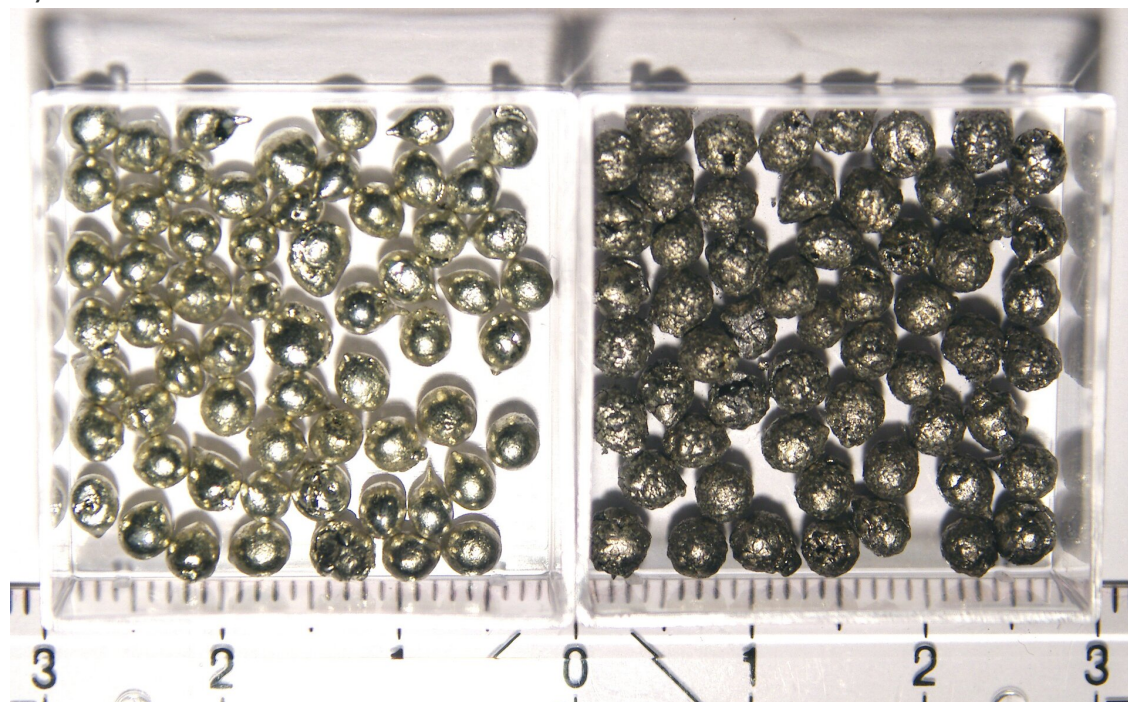
Odmiana tetragonalna



Ta odmiana alotropowa uranu jest stabilna w temperaturze od 668°C do 775°C .

6

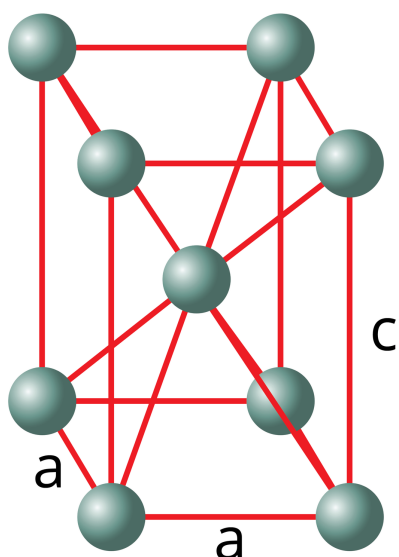
Cyna



Jest metalem z bloku p i ze względu na swoje właściwości mechaniczne, charakteryzujące się łatwością obróbki. Stosowana była do produktów użytku codziennego, jako stop z miedzią zwany brązem.

7

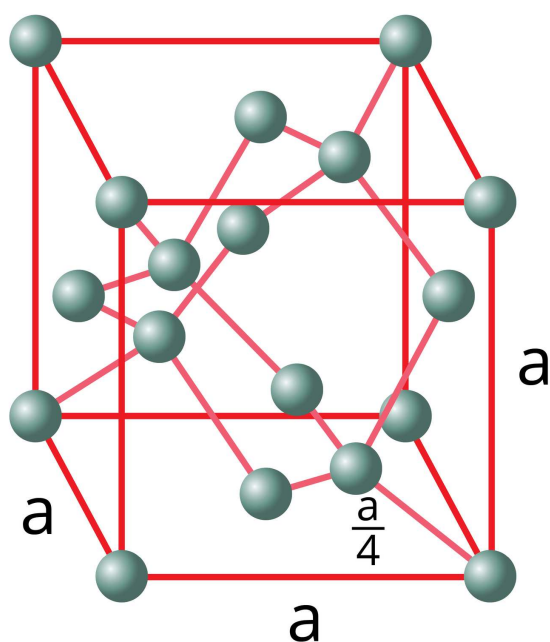
Cyna biała (cyna β)



Jest stabilną, o srebrzystobiałym kolorze odmianą alotropową cyny. Jest to miękki, kowalny i ciągliwy metal, podlegający łatwej obróbce oraz posiada niewielką wytrzymałość mechaniczną.

8

Cyna szara (cyna α)



Powstaje z przekształcenia cyny białej pod wpływem zmiany temperatury do wartości poniżej $13,2^{\circ}\text{C}$. Tą przemianę można zaobserwować na postaci krystalicznej cyny białej, która początkowo objawia się jako lekkie wybrzuszenie które potem przechodzą w ubytki w strukturze tego metalu.

9

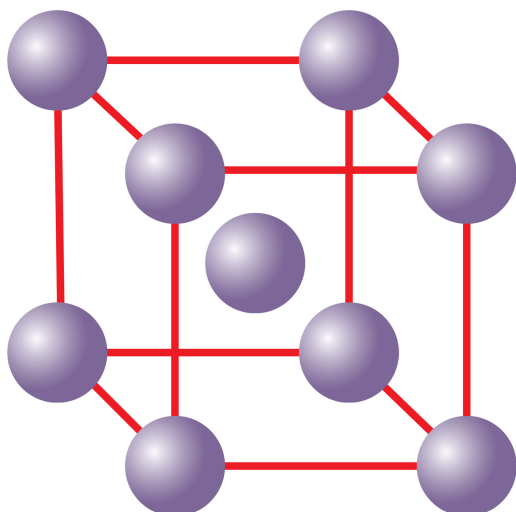
Żelazo



Żelazo pierwiastek chemiczny o liczbie atomowej 26. Pod względem masy żelazo jest najczęściej występującym pierwiastkiem chemicznym na Ziemi. Stanowi większość składu jej jądra zewnętrznego i wewnętrznego. Jest także czwartym najbardziej powszechnym pierwiastkiem w skorupie ziemskiej.

10

Żelazo α



Jest formą trwałą do temperatury 911°C , tworzy stopy z węglem o nazwie ferryt posiada właściwości magnetyczne do temperatury 768°C ma sieć regularną przestrzennie centrowaną. Jest również najbardziej stabilną formą żelaza występującą w temperaturze pokojowej. Oznacza to, że większość żelaza wydobywanego lub znajdowanego naturalnie byłaby w postaci żelaza alfa.

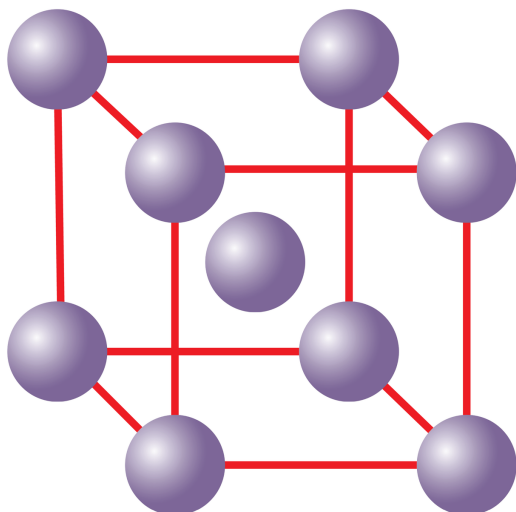
11

Żelazo β

Ta odmiana alotropowa istnieje w temperaturach od 768°C - 911°C i nie wykazuje właściwości magnetycznych. Ma taką samą budowę jak żelazo α .

12

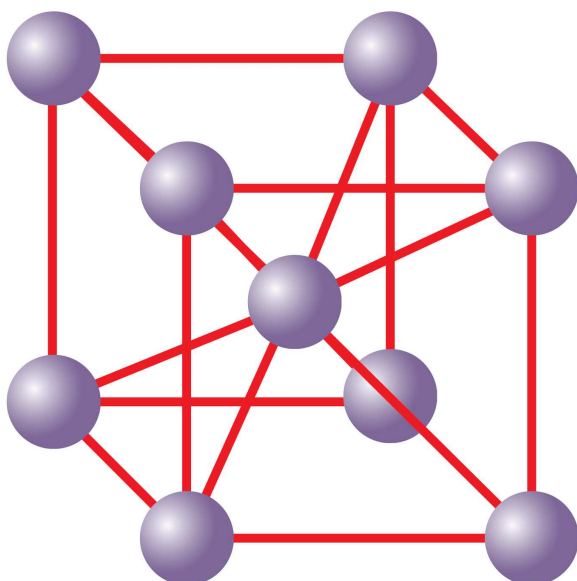
Żelazo γ



Żelazo γ tworzy stopy z węglem o nazwie Austenit. Przyjmuje formę trwałą w temperaturze od 911°C do 1392°C , nie wykazuje właściwości magnetycznych oraz ma strukturę sieci regularnej ściennie centrowanej.

13

Żelazo δ



Żelazo δ jest formą trwałą od temperatury 1392°C do temperatury topnienia. Tworzy ferryt wysokotemperaturowy, który nie wykazuje właściwości magnetycznych. Żelazo δ ma strukturę identyczną jak żelazo α .

14

Niemetale

Niemetale stanowią około 20% wszystkich pierwiastków chemicznych. Pod względem właściwości stanowią najbardziej zróżnicowaną grupę pierwiastków.

15

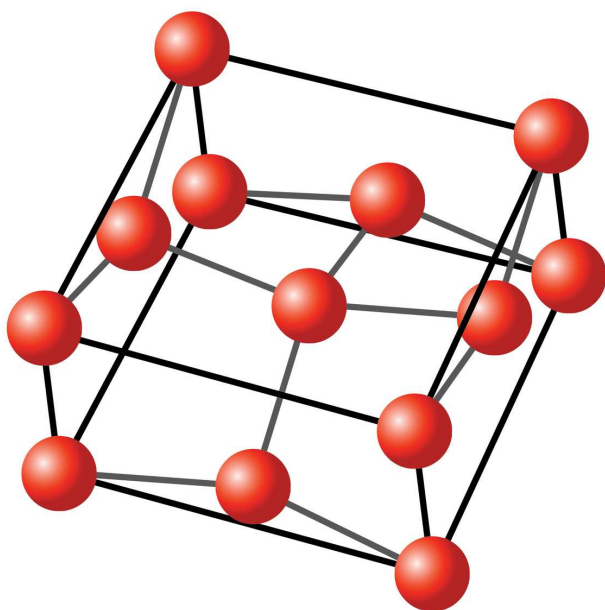
Selen



Selen występuje w skorupie ziemskiej, pozyskiwany z zanieczyszczeń niektórych rud. Tworzy kilka odmian alotropowych, które powstają w zależności od szybkości zmiany temperatury otoczenia. Obecnie wykorzystywany jest m.in. do produkcji ogniw słonecznych.

16

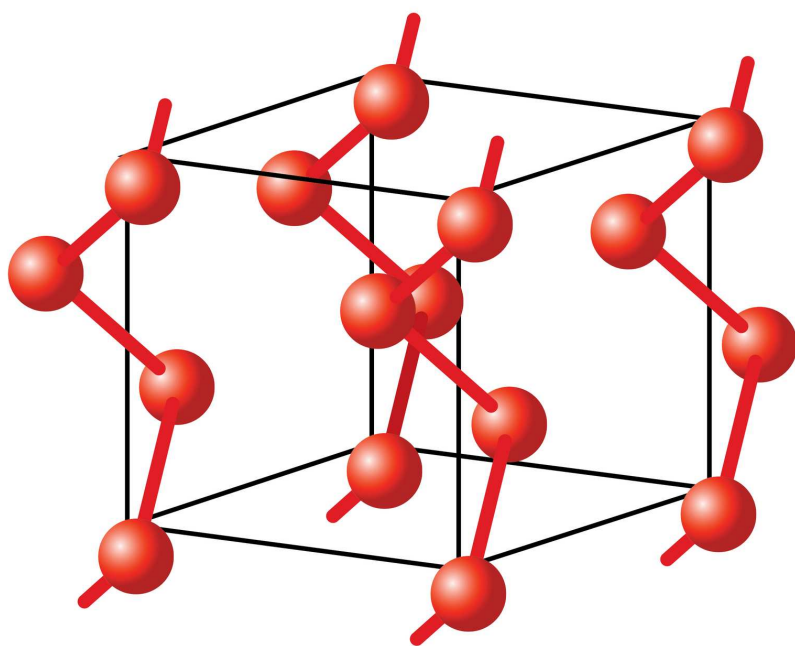
Selen czerwony



Selen czerwony (odmiana β) to czerwone ciało amorficzne. Jest bardzo reaktywny, pali się na powietrzu i gwałtownie reaguje z wodą.

17

Selen szary



Odmiana α to tzw. selen szary lub metaliczny, o kolorze srebrzystoszarym, kruchy. Utlenia się on na powietrzu powoli, nie reaguje z wodą, lecz reaguje zarówno z kwasami, jak i zasadami.

18

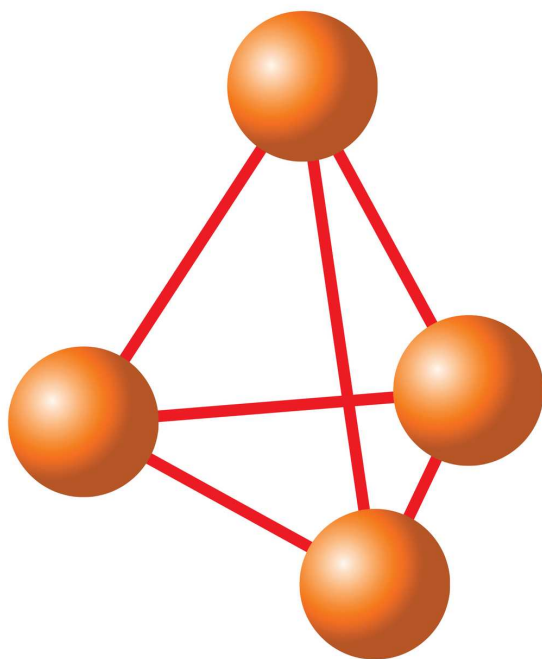
Fosfor



Nazwa pierwiastka pochodzi od zjawiska emisji słabego światła po wystawieniu na działanie tlenu. Fosfor występuje w kilku odmianach alotropowych, najpopularniejsze z nich to: biała, czerwona, fioletowa i czarna.

19

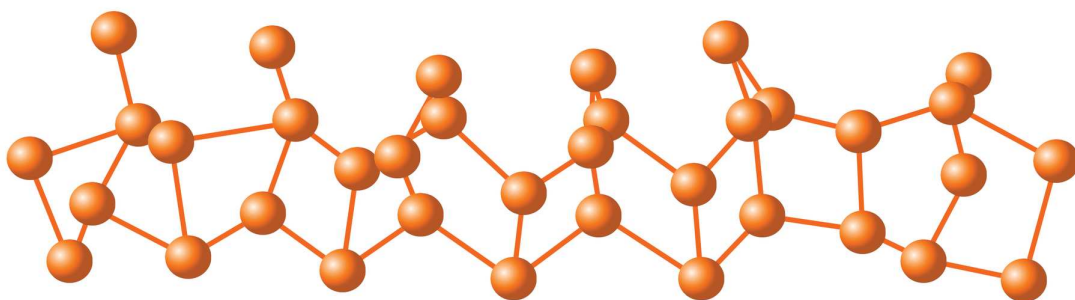
Fosfor biały



Jest to odmiana, która tworzy materiał o białym kolorze i woskowej konsystencji, który wykazuje właściwości łatwopalne, przez co ze względów bezpieczeństwa przechowywany jest pod wodą. Stosowany jest jako broń zapalająca oraz trutka na szczury.

20

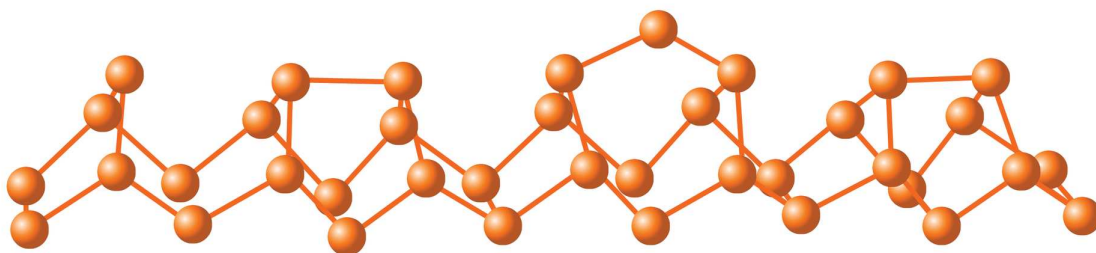
Fosfor czerwony



Występuje pod postaci nierozpuszczalnego w wodzie ciemnoczerwonego proszku, charakteryzuje się brakiem zapachu oraz właściwości toksycznych. Stosowana jest jako jeden ze składników draski na pudełkach od zapalek.

21

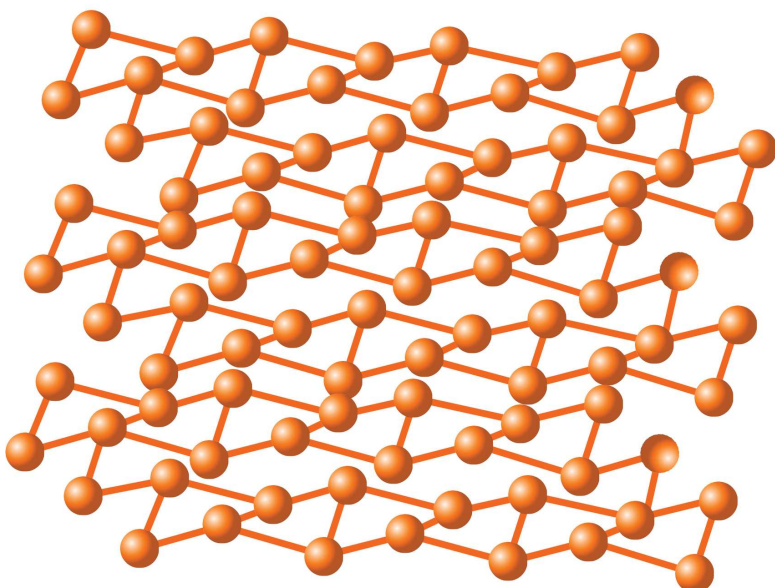
Fosfor fioletowy



Mało reaktywna odmiana, nierozpuszczalna w żadnym znanym rozpuszczalniku, powstająca w wyniku podgrzania w próżni czerwonej odmiany alotropowej fosforu do temperatury około 530°C .

22

Fosfor czarny



Najmniej reaktywna z odmian alotropowych fosforu o metalicznym połysku, posiada właściwości półprzewodnikowe przez co znajduje potencjalne zastosowanie jako materiał do zastosowania w optoelektronice i elektronice.

23

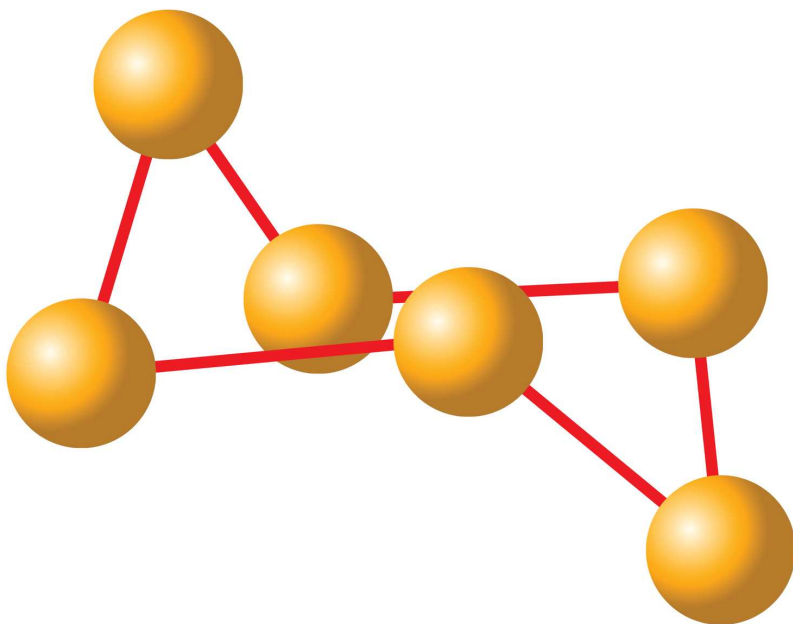
Siarka



Żaden inny pierwiastek nie tworzy więcej odmian alotropowych od siarki. Obecnie znanych i dobrze scharakteryzowanych jest około 30, z których najczęstszą postacią występującą w przyrodzie jest zielono-żółta rombowa siarka α .

24

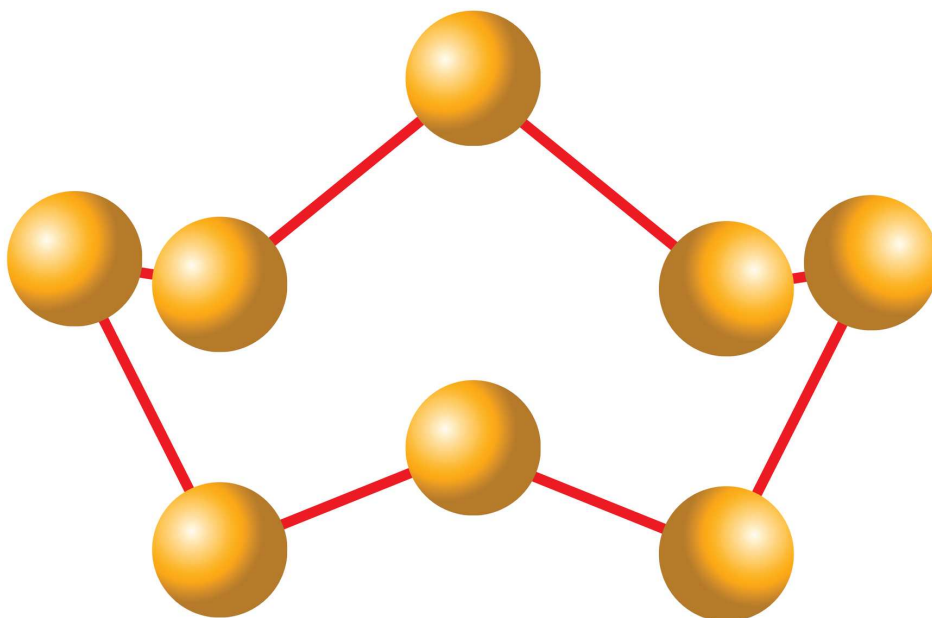
Siarka rombowa



Najbardziej popularna odmiana w naturalnym środowisku. Jest żółtą substancją krystaliczną, w czystej postaci ma zielonkawo-żółty odcień. Jest praktycznie nierozpuszczalna w wodzie i jest dobrym izolatorem elektrycznym.

25

siarka jednoskośna



β -Siarka tworzy jasnożółtą substancję krystaliczną. Po przekroczeniu temperatury 118,9° C następuje zmiana skupienia do stanu ciekłego.

26

Tlen



Tlen jest najobficiej występującym pierwiastkiem w skorupie ziemskiej i stanowi około jedną piątą ziemskiej atmosfery. Alotropia tlenu jest jedynym przykładem alotropii pierwiastka w stanie gazowym, jednakże tlen również występuje w alotropowych odmianach w stanie stałym.

27

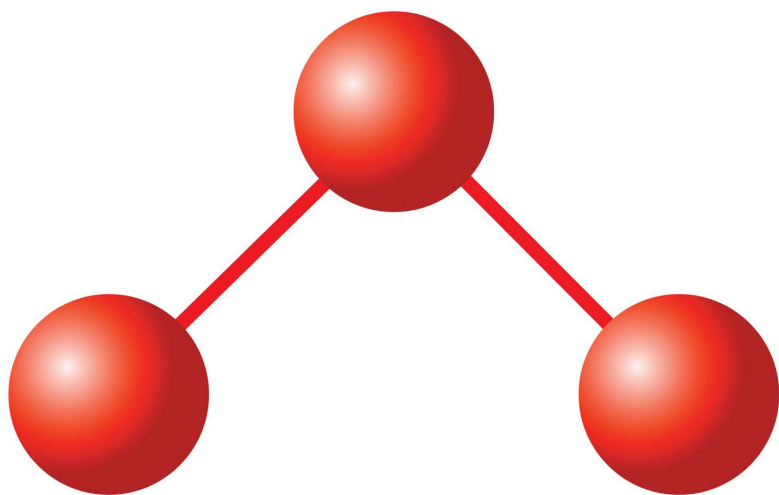
Ditlen



Odmiana, która występuje w stanie wolnym w powietrzu. Występuje jako dwa związane ze sobą atomu tlenu.

28

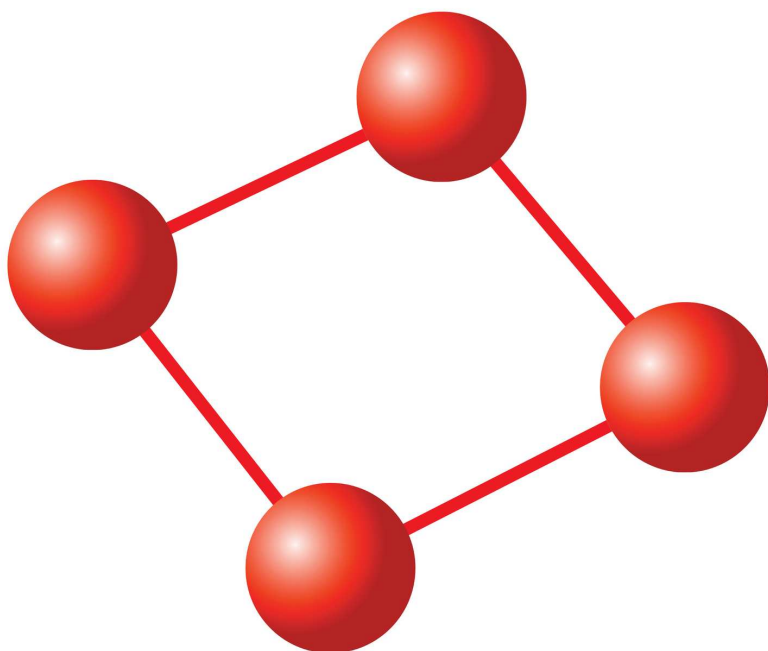
Tritlen



Tworzy warstwę ozonową występującą w stratosferze (górna warstwa atmosfery), która w wyniku absorpcji szkodliwego promieniowania UV chroni żywe organizmy na Ziemi. Niedobór tej formy tlenu prowadzi do powstawania dziur ozonowych.

29

Tetratlen



Tetratlen jest inaczej nazywany czerwonym tlenem. Zbudowany jest z 4 związanych ze sobą atomów tlenu. Struktura ta powstaje w niskich temperaturach i wysokim ciśnieniu (ok. 20 GPa).

30

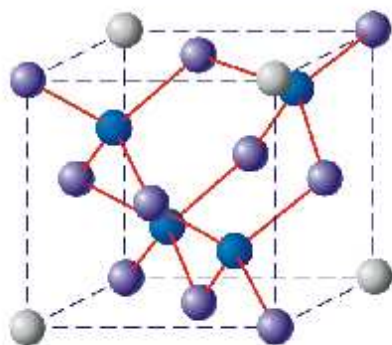
Węgiel



Węgiel wchodzi w skład wielu nieorganicznych i organicznych związków chemicznych. Wykazuje kilka odmian alotropowych, które znane są z życia codziennego oraz znaczenie różnią się od siebie właściwościami fizycznymi.

31

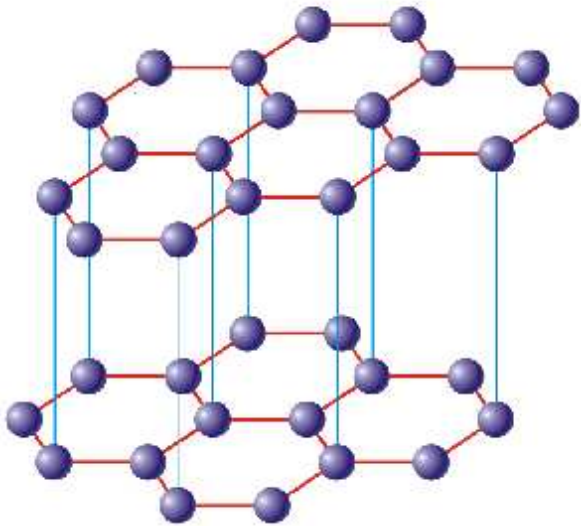
Diamant



Najtwardszy oraz jeden z najdroższych znanych materiałów występujących w przyrodzie. Dzięki właściwości postaci krystalicznej zyskuje szerokie zastosowanie m.in. w jubilerstwie, aparaturze medycznej oraz materiałach ściernych. Diamenty są przezroczyste lub występują w różnych kolorach jak np. różowy czy niebieski.

32

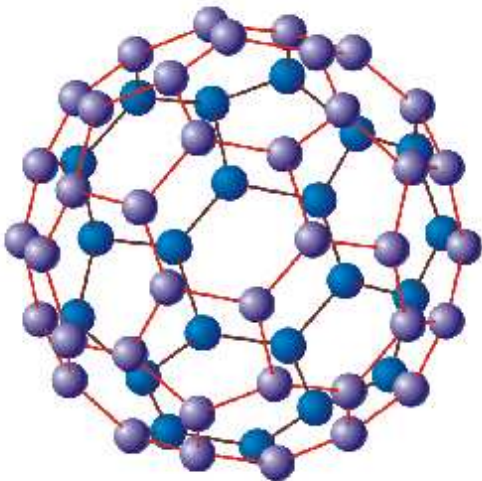
Grafit



Jedna z najbardziej pospolitych odmian alotropowych węgla. Tworzy ciemnoszarą oleistą miękką substancję o metalicznym połysku, znaną szczególnie z wkładów w ołówkach,

33

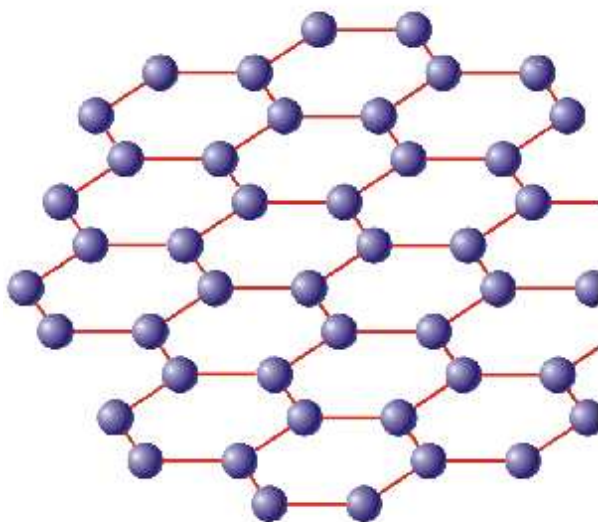
Fuleren



Fulereny posiadają właściwości nadprzewodzące i półprzewodnikowe. Znajdują swoje zastosowanie w medycynie jako wysokowydajnych substancje kontrastowe oraz posiadają potencjalne zastosowanie jako nośniki leków.

34

Grafen



Grafen jest materiałem o szerokich możliwościach zastosowania w przemyśle. Jest on potencjalnie brany pod uwagę w produkcji m.in. przezrzystych zwiijające się w rolkę wyświetlaczy, niezwykle wydajnych paneli słonecznych oraz jako materiał konstrukcyjny samolotów.

Struktury krystaliczne odmian alotropowych metali i niemetalu

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

Ćwiczenie 1



Która z odmian alotropowych siarki jest najbardziej rozpowszechniona w przyrodzie? Opisz jej budowę.

Odpowiedź:

Ćwiczenie 2



Jakie znasz odmiany alotropowe żelaza? Która z nich jest trwała w temperaturach od 768°C do 911°C ?

Odpowiedź:

Ćwiczenie 3

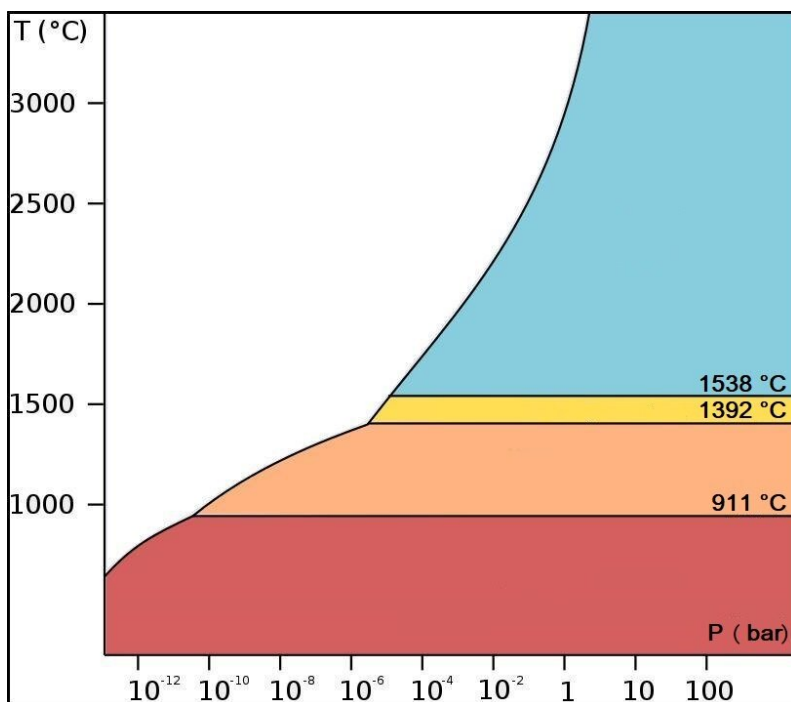


Która z odmian alotropowych cyny jest stabilna? Podaj jej trzy właściwości fizyczne. Uzasadnij, co wpływa na przemianę odmiany białej w szarą?

Odpowiedź:

Ćwiczenie 4

Przeanalizuj wykres zależność temperatury (T) od ciśnienia (P) dla czystego żelaza. Dopasuj odmianę alotropową do fazy na wykresie w oparciu o powyższe medium bazowe. Jaki stan skupienia przyjmuje żelazo powyżej 1538 °C? Swoją odpowiedź uzasadnij.



Fe γ

Fe δ

Fe α

Odpowiedź:

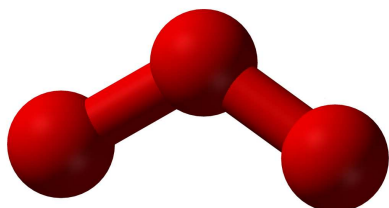
Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

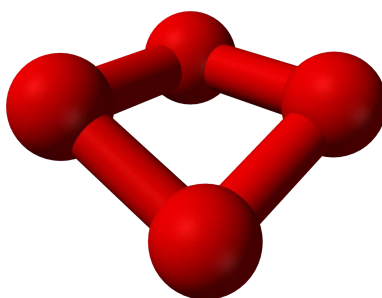
Ćwiczenie 1



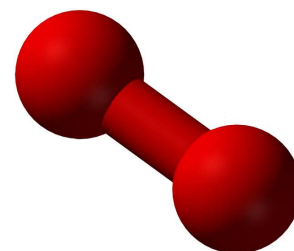
Dopasuj modele cząsteczek do nazw odmian alotropowych tlenu:



tritlen



tetratlen



ditlen

Źródło: dostępny w internecie: pl.wikipedia.org, domena publiczna.

Ćwiczenie 2



Zaznacz poprawną odpowiedź.

Odmianami alotropowymi tlenu są:

- ☐ ditlen, tritlen, tetratlen
- ☐ tlen nie wykazuje odmian alotropowych
- ☐ alfa, beta, gamma, delta i epsilon
- ☐ grafit, diament, chaoit

Ćwiczenie 3



Zaznacz poprawną odpowiedź.

Która z tych odmian alotropowych fosforu rozpuszcza się w wodzie?

☐ żadna z wymienionych

☐ obie formy

☐ fosfor czerwony

☐ fosfor biały

Ćwiczenie 4



Zaznacz poprawną odpowiedź.

Zaznacz, czego dotyczy izomorfizm.

☐ różnych pierwiastków chemicznych

☐ identycznego ugrupowania atomów (jonów) w strukturach

☐ różnych substancji

☐ tych samych substancji chemicznych

Ćwiczenie 5



Zaznacz poprawną odpowiedź.

Podaj, do czego odnosi się zjawisko polimorfizmu.

☐ do tych samych odmian alotropowych

☐ do tych samych substancji chemicznych

☐ do różnych związków chemicznych

☐ do różnych pierwiastków

Ćwiczenie 6



Zaznacz poprawną odpowiedź.

Dokończ zdanie – wybierz wszystkie prawidłowe odpowiedzi. Fosfor biały...

☐ jest przechowywany pod wodą.

☐ jest łatwopalny.

☐ to woskowe ciało stałe.

☐ jest silną trucizną.

Ćwiczenie 7



Uzupełnij luki w tekście podanymi wyrazami (nie musisz wykorzystać wszystkich wyrazów).

Występowanie tego samego w wielu odmianach znajdujących się w tym samym nazywamy . to odmiany pierwiastków różniące się budową krystaliczną lub liczbą atomów występującej w cząsteczce.

Alotropia tlenu jest jedynym przykładem alotropii w .

Żaden inny pierwiastek nie tworzy odmian alotropowych niż siarka. Liczne minerały występują w przyrodzie w postaci . Najtwardszym znanym minerałem jest , który jest odmianą alotropową .

siarka

diament

roztwór stały

alotropią

izomorfizm

odmiany alotropowe

węgla

więcej

mniej

stan stały

stanie skupienia

stanie gazowym

stan ciekły

pierwiastka chemicznego

atom

roztworu stałego

Ćwiczenie 8



Uzupełnij zdania – wstaw nazwy odmian alotropowych siarki.

Siarka jest trwała w warunkach normalnych, a ogrzewanie jej do temperatury $95,6^{\circ}\text{C}$ powoduje przekształcenie się w siarkę .

Siarka (siarka α) oraz (siarka β) są rozpuszczalne w dwusiarczku węgla.

W temperaturze $118,9^{\circ}\text{C}$ siarka topi się i przechodzi w ciecz.

jednoskośna

rombowa

jednoskośna

jednoskośną

rombowa

Ćwiczenie 9



Dopasuj podane definicje do pojęć.

polimorfizm

zjawisko występowania różnych odmian krystalograficznych tej samej substancji chemicznej.

izomorfizm

zdolność do przyjmowania takich samych form krystalograficznych przez substancje o odmiennym składzie chemicznym.

odmiany alotropowe

formy pierwiastków różniące się budową krystaliczną lub liczbą atomów występujących w cząsteczce pierwiastka.

Ćwiczenie 10



Uzupełnij zdania, wpisując odpowiednią nazwę odmiany alotropowej.

jest badany pod kątem zastosowania w paliwach raketowych. jest wykorzystywany przez większość złożonych form życia w oddychaniu komórkowym. jest stosowany jako trucizna na gryzonie. tworzy się naturalnie w powietrzu podczas wyładowań elektrycznych. jest wykorzystywany do wyrobu elektrod i wkładów do ołówków.

Ozon

Grafit

Tetratlen

Ditlen

Fosfor biały

Ćwiczenie 11



Na podstawie informacji zamieszczonych w zbiorze poniżej porównaj właściwości i zastosowania diamentu, grafitu, fulerenów i grafenu, a następnie zlokalizuj je w zbiorach: diament, grafit, fulereny, grafen.

DIAMENT	GRAFIT	FULERENY	GRAFEN
	orbitale walencyjne atomów węgla są w stanie hybrydyzacji sp_2		
wszystkie odległości pomiędzy atomami węgla są takie same		wewnątrz nich można zamykać atomy pierwiastków	
		barwa żółta lub brązowa	
półprzewodnik prądu			
	służy np. do wyrobu elektrod, ogniw i baterii		
	zastosowany do produkcji farb przeciwkorozyjnych		membrana z utlenionej odmiany tego węgla nie przepuszcza gazów, nawet atomów helu, a równocześnie jest całkowicie przenikalna dla wody

stalowo-szary

przezroczysty

wewnątrz nich można zamykać atomy pierwiastków

wszystkie odległości pomiędzy atomami węgla są takie same

przewodzi ciepło i prąd elektryczny

zastosowanie w laserach półprzewodnikowych o dużej mocy

zastosowany do zakończeń wiertel geologicznych

zastosowanie jako leków na raka, poprawiających pamięć i terapii AIDS

bardzo dobrze przewodzi prąd oraz ciepło

orbitale walencyjne atomów węgla są w stanie hybrydyzacji sp_2

wszystkie odległości pomiędzy atomami węgla są takie same

stosowany do nanorurek węglowych

orbitale walencyjne atomów węgla są w stanie hybrydyzacji sp_2

każdy atom węgla wykorzystuje trzy z czterech walencyjnych elektronów do tworzenia wiązań w warstwie, a pozostały czwarty swobodnie się porusza jako gaz elektronowy

półprzewodnik prądu

przezroczysty

Dla nauczyciela

Scenariusz zajęć

Autor: Krzysztof Błaszczak

Przedmiot: chemia

Temat: Co to jest alotropia?

Grupa docelowa: uczniowie III etapu edukacyjnego, liceum, technikum, zakres podstawowy/rozszerzony

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:

- wyjaśni pojęcie alotropii, polimorfizmu oraz izomorfizmu;
- wymieni odmiany alotropowe różnych pierwiastków;
- rozróżni odmiany alotropowe pierwiastków;

- na podstawie znajomości budowy diamentu, grafitu, grafenu i fullerenów analizuje i tłumaczy właściwości i zastosowania różnych form tego samego pierwiastka chemicznego;
- projektuje doświadczenie na badanie zjawiska alotropii na przykładzie siarki.

Strategie:

- asocjacyjna.

Metody i techniki nauczania:

- dyskusja dydaktyczna;
- metoda JIGSAW;
- technika świateł drogowych do samooceny ucznia;
- technika zdań podsumowujących.

Forma pracy:

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

Środki dydaktyczne:

- komputery z dostępem do Internetu;
- zasoby multimedialne zawarte w e-podręczniku;
- rzutnik multimedialny;
- tablica interaktywna/tablica i kreda;
- metodnik lub kartki zielone, żółte i czerwone.

Materiały pomocnicze:

- arkusze papieru;
- mazaki;
- glutaki.

Przebieg zajęć

Faza wstępna

1. Zaciekawienie i dyskusja: nauczyciel wykorzystuje pytania zawarte we wprowadzeniu do e-materiału, np.: Czy kiedykolwiek spotkaliście się z informacją na temat pierwiastka chemicznego, który może występować w kilku postaciach, a przy tym mieć różne właściwości fizyczne i inną aktywność chemiczną?
2. Ustalenie celów lekcji: nauczyciel podaje temat zajęć i wspólnie z uczniami ustala cele.
3. Rozpoznawanie wiedzy wyjściowej uczniów: burza mózgów wokół pojęcia alotropii.

4. Zasady BHP: nauczyciel zapoznaje uczniów z kartami charakterystyk substancji chemicznych, które będą używane na lekcji.

Faza realizacyjna

1. Uczniowie przypominają sobie położenie węgla, siarki, tlenu i fosforu w układzie okresowym pierwiastków oraz budowę atomu wymienionych pierwiastków. Wspólne omówienie na forum klasy.
2. Pokaz. Nauczyciel wskazuje asystenta do przeprowadzenia eksperymentu w formie pokazu „Badanie zjawiska alotropii na przykładzie siarki” z wykorzystaniem siarki krystalicznej (siarki rombowej) do otrzymania siarki amorficznej, czyli bezpostaciowej (siarki plastycznej) (patrz materiał pomocniczy doświadczenie 1). Po przeprowadzeniu eksperymentu asystent zadaje kolegom i koleżankom pytanie: Czym różnią się obie odmiany siarki? Uczniowie zgłaszają swoje obserwacje.
3. Uczestnicy zajęć, na podstawie dostępnych źródeł, w tym treści e-materiału, przygotowują notatkę na temat alotropii, z wyszczególnieniem odmian alotropowych węgla, tlenu, fosforu i siarki. Chętni lub wybrani uczniowie odczytują swoje notatki. W razie potrzeby nauczyciel uzupełnia podane informacje, jednocześnie oceniając pracę uczniów na lekcji.
4. Następnie w podobny sposób uczniowie przygotowują w parach wiadomości o pojęciach izomorfizmu i polimorfizmu (w oparciu o e-podręcznik i inne dostępne źródła wiedzy). Chętni lub wybrani uczniowie omawiają w skrócie, na czym polega izomorfizm i polimorfizm. Nauczyciel uzupełnia podane informacje.
5. Praca metodą JIGSAW. Nauczyciel dzieli klasę na 4-osobowe grupy. Są to tzw. grupy eksperckie. Każdy uczestnik zostaje ekspertem, który w istotny sposób przyczyni się do sukcesu całej grupy. Każdy uczeń występuje w roli uczącego się i nauczającego. Zespoły otrzymują arkusze papieru i mazaki. Nauczyciel przydziela im różne zagadnienia do opracowania w ciągu 10 minut:
 - I grupa: grafit i diament;
 - II grupa: fullereny i grafen;
 - III grupa: alotropia siarki;
 - IV grupa: alotropia fosforu i alotropia tlenu.

Każda grupa zapoznaje się z informacjami w ramach swojego zagadnienia, korzystając z e-materiałów (również informacje przedstawione na schemacie interaktywnym – Przykłady odmian alotropowych metali i niemetalu), podręcznika tradycyjnego oraz internetu. W opracowaniach grupy zwracają uwagę na budowę wewnętrzną, właściwości i zastosowanie podanych materiałów lub pierwiastków. Efektem pracy powinno być wspólne opracowanie na podstawie dyskusji oraz uczenia się nawzajem.

6. Na umówiony znak uczniowie tworzą nowe grupy tak, aby w każdej nowej grupie znaleźli się eksperci z wszystkich pozostałych grup.

7. Eksperci kolejno relacjonują to, czego nauczyli się w swoich pierwotnych grupach, czyli ekspert grupy I uczy pozostałych tego, czego się nauczył sam przed chwilą itd. Uczący uczestnicy przekazują wiedzę pozostałym uczniom. Każda z grup w ten sposób zapoznaje się z całym materiałem przewidzianym do realizacji na danej jednostce lekcyjnej (czas ok. 10 min).
8. Eksperci wracają do swoich pierwotnych grup, konfrontują zdobytą wiedzę, uzupełniają, sprawdzają, czy wszyscy posiadają zbieżne informacje w omawianych kwestiach.
9. Powrót do notatki z burzy mózgów (faza wstępna lekcji). Uzupełnienie informacji o wiadomości poznane na lekcji. Nauczyciel sprawdza, uzupełnia, ewentualnie wyjaśnia niezrozumiałe kwestie.
10. Uczniowie samodzielnie analizują media bazowe – mapę pojęciową oraz grafikę interaktywną, dotyczące alotropii metali i niemetali. Poznają odmiany alotropowe wybranych metali i niemetali, porównują ich strukturę krystaliczną oraz odkrywają podstawowe zastosowania w przemyśle. Sprawdzają zdobytą wiedzę, wykonując ćwiczenia załączone do medium.
11. Na podstawie mapy pojęciowej uczniowie opracowują inne propozycje wykorzystania odmian alotropowych w codziennym życiu, w oparciu o własną wiedzę, źródła internetowe i podręczniki. Swoje pomysły omawiają na forum.

Faza podsumowująca

1. Nauczyciel sprawdza wiedzę uczniów, wykorzystując pytania z e-materiału, np. polecenia do multimedium. Pyta:
 - Która z odmian alotropowych siarki jest najbardziej rozpowszechniona w przyrodzie?
 - Która z odmian alotropowych cyny jest stabilna? Podaj jej trzy właściwości fizyczne.
 - Jakie znasz odmiany alotropowe żelaza?
 - Wyjaśnij na przykładzie, czym izomorfizm różni się od polimorfizmu.
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 w e-materiale.

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania multimedium:

Mapę pojęciową uczniowie mogą wykorzystać podczas przygotowywania się do zajęć oraz przy omawianiu zastosowań odmian alotropowych.

Materiały pomocnicze:

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

- Która z odmian alotropowych siarki jest najbardziej rozpowszechniona w przyrodzie?
- Która z odmian alotropowych cyny jest stabilna? Podaj jej trzy właściwości fizyczne?
- Jakże znasz odmiany alotropowe żelaza?
- Wyjaśnij na przykładzie, czym izomorfizm różni się od polimorfizmu.

Wskazówki metodyczne:

Instrukcja do doświadczenia nr 1:

- Szkło i sprzęt laboratoryjny: zlewka, szalka Petriego, łyżeczka, statyw laboratoryjny, probówka, łapa do probówek, statyw do probówek, palnik gazowy.
- Odczynniki chemiczne: woda, siarka rombowa (krystaliczna)
- Umieść probówkę z siarką rombowa w statywie laboratoryjnym i podgrzewaj ją z różnych stron do momentu, aż w probówce zaobserwujesz brunatną płynną masę.
- Następnie Zawartość probówki przelej do zlewki z zimną wodą, po czym wyciągnij dłonią zwartą masę siarki i sprawdź jej plastyczność.