

Niemetale

Niemetale

Substancje, które tworzą skorupę ziemską oraz które występują w powietrzu atmosferycznym, są zbudowane z 88 pierwiastków chemicznych. Czy wszystkie te pierwiastki są składnikami substancji budujących ciało człowieka? Okazuje się, że około 96 % masy naszego organizmu stanowią zaledwie cztery pierwiastki.

Pierwiastki te to niemetale: tlen, węgiel, wodór i azot. Są one składnikami wody, białek, tłuszczów, cukrów i soli. Czym są niemetale? Jakie są ich właściwości? Czym niemetale różnią się od metali?

Aby zrozumieć poruszane w tym materiale zagadnienia, przypomnij sobie:

- właściwości substancji zaliczanych do właściwości fizycznych oraz zaliczanych do właściwości chemicznych;
- sposób określenia właściwości fizycznych i chemicznych oraz sposób rozróżnienia ich;
- symbole pierwiastków chemicznych;
- kryteria klasyfikacji mieszanin;
- właściwości fizyczne charakteryzujące metale;
- zasady bezpieczeństwa, które należy zachować w szkolnej pracowni chemicznej.

Nauczysz się

- wskazywać położenie niemetalu w układzie okresowym pierwiastków;
- opisywać właściwości fizyczne charakteryzujące niemetale;
- wymieniać przykłady zastosowania niemetalu w życiu codziennym;
- projektować i przeprowadzać doświadczenia, które pozwolą zbadać wybrane właściwości fizyczne niemetalu;
- odróżniać metale od niemetalu na podstawie ich właściwości fizycznych;

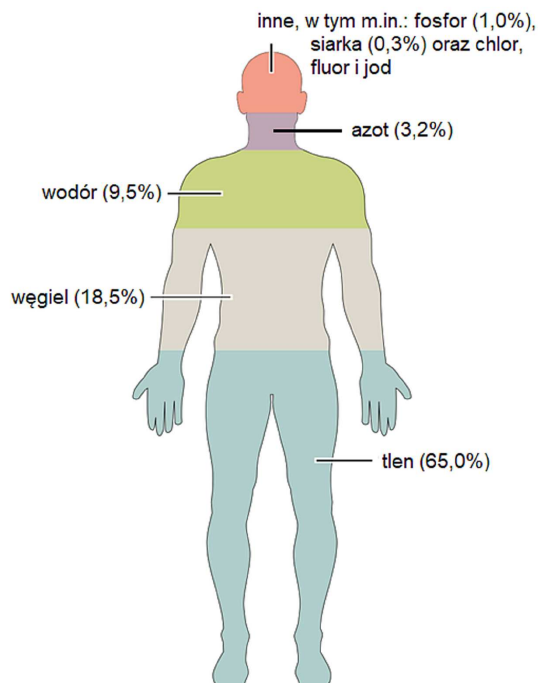
- projektować i przeprowadzać doświadczenia, które umożliwią porównanie właściwości fizycznych metali i niemetali.

1. Z jakich niemetali jest zbudowany organizm człowieka?

Organizmy żywe (w tym ciało ludzkie) są zbudowane z różnego rodzaju substancji chemicznych, wśród których większość stanowią substancje złożone, a więc [związki chemiczne](#). Mogą one mieć różną budowę. W organizmie istnieją w postaci cząsteczek lub jonów. Niezależnie od budowy, utworzone są w zdecydowanej większości ze wspomnianych czterech pierwiastków chemicznych: węgla, wodoru, tlenu oraz azotu. Wymienione pierwiastki zaliczane są do [niemetali](#) i stanowią około 96 % masy wszystkich substancji wchodzących w skład organizmu człowieka.

Niektóre związki chemiczne, które znajdują się w ludzkim organizmie, zbudowane są również z innych niemetali. Wśród nich należy wymienić fosfor oraz siarkę.

Na poniższej grafice zilustrowano przybliżoną procentową zawartość niemetali (w procentach masowych), występujących w organizmie człowieka w postaci odpowiednich związków chemicznych.



Procentowa zawartość pierwiastków chemicznych w organizmie człowieka (w procentach masowych). Pamiętaj, że wymienione pierwiastki chemiczne występują w organizmie ludzkim w postaci odpowiednich cząsteczek oraz jonów

Uwaga: Pod hasłem „inne”, oprócz wymienionych na grafice niemetalii, znajdują się również metale (między innymi wapń, potas, sód i magnez)

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

Polecenie 1

Oblicz masy poszczególnych niemetalii (węgla, tlenu, wodoru, azotu, fosforu oraz siarki), które w postaci różnego rodzaju związków chemicznych wchodzi w skład organizmu człowieka o masie 50 kg. Wyniki podaj w kilogramach (nie zaokrąglaj ich).

Odpowiedź:

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

Analizowane pierwiastki chemiczne, a dokładnie substancje chemiczne, w skład których te pierwiastki wchodzi, spełniają wiele różnych funkcji w organizmie. Niektóre z nich, dla wybranych związków chemicznych, wymieniono na poniższym schemacie.



1

Wybrane funkcje pełnione przez białka w organizmie człowieka to funkcje: budulcowa, transportowa, immunologiczna, regulatorowa.

2

Główne funkcje, pełnione przez tłuszcze w organizmie człowieka, to funkcje: energetyczna, zapasowa, budulcowa.

3

Główne funkcje, pełnione przez cukry w organizmie człowieka, to funkcje: energetyczna, zapasowa, budulcowa, transportowa.

4

Woda stanowi ok. 60 % masy dorosłego człowieka i pełni w organizmie wiele funkcji. Odgrywa m.in. rolę w transporcie i trawieniu składników odżywczych i w regulowaniu temperatury ciała. Jest odpowiedzialna za ochronę dla różnych narządów ciała (np. dla mózgu), a także zapewnia prawidłową ruchliwość stawów.

5

Do kwasów nukleinowych należą DNA i RNA. Kwasy te przede wszystkim przechowują informację genetyczną organizmu oraz biorą udział w produkcji białek.

Wybrane niemetale w organizmie człowieka

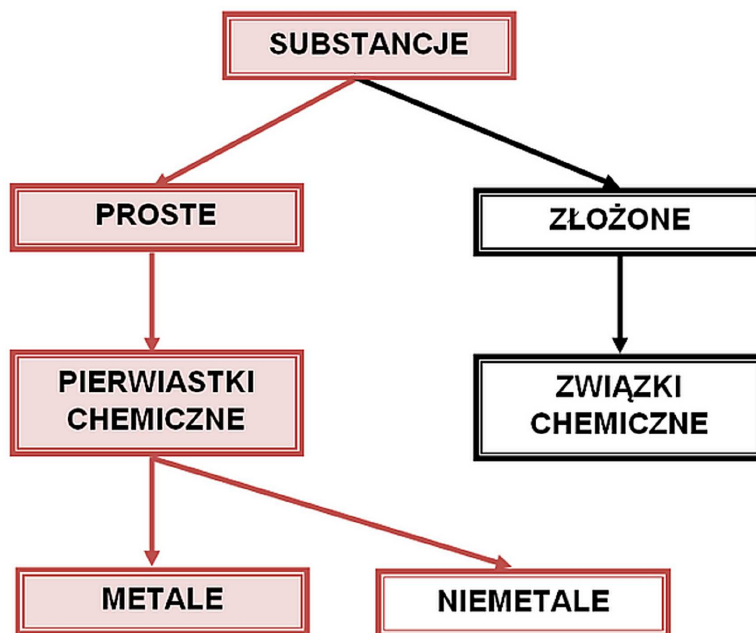
Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Dla zainteresowanych

Pierwiastki chemiczne, wchodzące w skład związków chemicznych, które odpowiadają za budowę żywych organizmów, to tak zwane [nutrienty](#) (pierwiastki biogenne). Dzieli się one na [mikroelementy](#) i [makroelementy](#). Makroelementy to takie pierwiastki chemiczne, które stanowią nie mniej niż 0,01 % masy organizmu człowieka (tak zwanej suchej masy ciała). Analizowane przez nas niemetale – węgiel, wodór, tlen, azot, siarka i fosfor, a także chlor – zaliczane są do makroelementów.

2. Jak jest położenie niemetalu w układzie okresowym?

Na poniższym schemacie przedstawiono uproszczony podział substancji chemicznych.



Podział substancji

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

Jak już kilkakrotnie wspomnieliśmy, niemetale to pierwiastki chemiczne, a więc substancje proste. Niemetale w układzie okresowym położone są głównie w jego prawej części. Wyjątkiem jest wodór, który znajduje się po lewej stronie układu okresowego.

1	2											13	14	15	16	17	18
1 H wodór												5 B bor	6 C węgiel	7 N azot	8 O tlen	9 F fluor	10 Ne neon
3 Li lit	4 Be beryl											13 Al glin	14 Si krzem	15 P fosfor	16 S siarka	17 Cl chlor	18 Ar argon
11 Na sód	12 Mg magnez	21 Sc skand	22 Ti tytan	23 V wanad	24 Cr chrom	25 Mn mangan	26 Fe żelazo	27 Co kobalt	28 Ni nikiel	29 Cu miedź	30 Zn cynk	31 Ga gal	32 Ge german	33 As arsen	34 Se selen	35 Br brom	36 Kr krypton
37 Rb rubid	38 Sr stront	39 Y itr	40 Zr cyrkon	41 Nb niob	42 Mo molibden	43 Tc technet	44 Ru ruten	45 Rh rod	46 Pd pallad	47 Ag srebro	48 Cd kadm	49 In ind	50 Sn cyna	51 Sb antymon	52 Te tellur	53 I jod	54 Xe ksenon
55 Cs cez	56 Ba bar	57-71 La-Lu lantanowce	72 Hf hafn	73 Ta tantal	74 W wolfram	75 Re ren	76 Os osm	77 Ir iryd	78 Pt platyna	79 Au złoto	80 Hg rtęć	81 Tl tal	82 Pb ołów	83 Bi bizmut	84 Po polon	85 At astat	86 Rn radon
87 Fr frans	88 Ra rad	89-103 Ac-Lr aktynowce	104 Rf rutherford	105 Db dubn	106 Sg seaborg	107 Bh bohr	108 Hs has	109 Mt meitner	110 Ds darmsztadt	111 Rg roentgen	112 Cn kopernik	113 Nh nihon	114 Fl flerow	115 Mc moskow	116 Lv livermor	117 Ts tenes	118 Og oganeson
Lantanowce Metale Niemetale Nieokreślone																	
La Ce Pr Nd Pm Sm Eu Gd Tb Dy Ho Er Tm Yb Lu aktyn tor proaktyn uran neptun pluton ameryk kiur berkel kaliforn einstein ferm mendelew nobel lorens																	

Układ okresowy pierwiastków chemicznych z zaznaczonymi na żółto niemetalami

Podział na metale i niemetale był stosowany już w czasach starożytnych. Obecnie znanych jest 118 pierwiastków chemicznych, wśród których niemetale stanowią mniejszość.

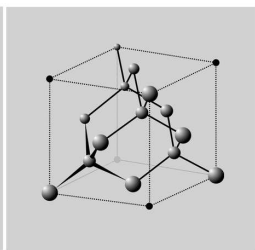
Niemetale występują w przyrodzie zarówno w stanie wolnym (np. tlen, węgiel, siarka), jak i w postaci związków chemicznych z innymi pierwiastkami.

Tak zwane gazy szlachetne, do których zaliczamy między innymi hel, neon, argon oraz krypton, w stanie wolnym występują w postaci atomowej. Z kolei pozostałe niemetale, spoza grupy gazów szlachetnych, w warunkach pokojowych tworzą zwykle odpowiednie cząsteczki. Przykładowo fluor, chlor, brom, jod, wodór, tlen i azot tworzą cząsteczki dwuatomowe (o wzorach kolejno: F_2 , Cl_2 , Br_2 , I_2 , H_2 , O_2 i N_2), zaś fosfor, we wspomnianych warunkach, tworzy cząsteczki czteroatomowe (P_4).

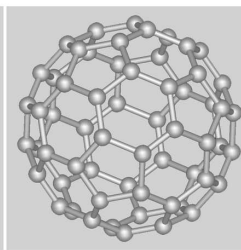
Ciekawostka

Niektóre niemetale występują w przyrodzie (w stanie wolnym) w kilku odmianach różniących się między sobą budową wewnętrzną. Odmiany takie nazywamy alotropowymi. W [odmianach alotropowych](#) występują również niektóre metale, np. cyna (biała i szara). Znane są odmiany alotropowe węgla (np. diament, grafit, fulereny, grafen), siarki (rombowa i jednoskośna), fosforu (biały, czerwony, fioletowy i czarny) oraz tlenu (np. ditlen, ozon i tlen czerwony). Odmiany alotropowe tlenu różnią się między sobą liczbą atomów w cząsteczkach (ditlen tworzy cząsteczki dwuatomowe O_2 , ozon cząsteczki trójatomowe O_3 , a tlen czerwony cząsteczki czteroatomowe O_4).

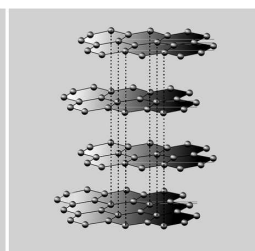
diament



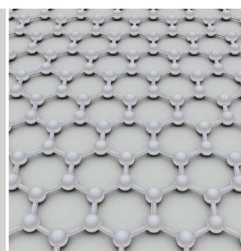
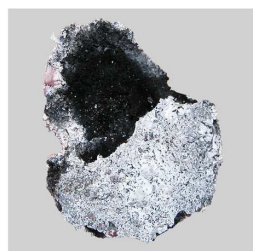
fuleren



grafit



grafen



Odmiany alotropowe węgla

Źródło: AlexanderAIUS licencja: CC BY-SA 3.0 dostępny w internecie: <https://pl.wikipedia.org>, Anton (rp) 2004 licencja: CC BY-SA 3.0 dostępny w internecie: <https://pl.wikipedia.org>, Anton licencja: CC BY-SA 3.0 dostępny w internecie: <https://pl.wikipedia.org>, Eurico Zimbres licencja: CC BY-SA 2.0 br dostępny w internecie: <https://pl.wikipedia.org>, Tomorrow Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

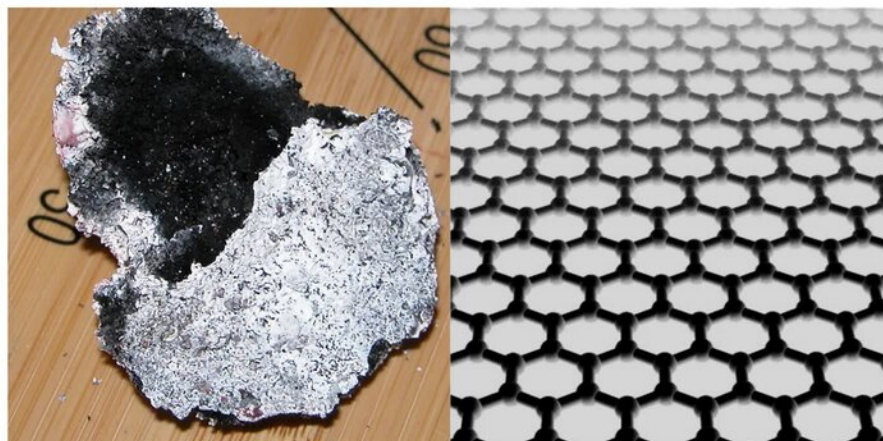
Dla zainteresowanych

Poniżej zamieszczono trzy krótkie materiały filmowe dotyczące wybranych odmian alotropowych węgla oraz siarki. Zapoznaj się z informacjami zamieszczonymi we wspomnianych filmach.

Aby zobaczyć kolejny materiał, kliknij następny element harmonii.

Odmiany alotropowe węgla – część pierwsza

grafen



Film dostępny pod adresem [/preview/resource/Rv1K53AUtQeBo](https://www.youtube.com/watch?v=Rv1K53AUtQeBo)

Film pt. *Odmiany alotropowe węgla*

Źródło: Tomorrow Sp. z o.o., Sliku postavio Saperaud (<https://commons.wikimedia.org>), AlexanderAIUS (<https://commons.wikimedia.org>), Arthena (<https://commons.wikimedia.org>), Bot (Magnus Manske) (<https://commons.wikimedia.org>), Kris Duda (<https://www.flickr.com>), Finavon (<https://commons.wikimedia.org>), Brian Harrington Spier (<https://www.flickr.com>), Janothird (<https://commons.wikimedia.org>), Mariuszjbie (<https://commons.wikimedia.org>), Oppenheimer Diamond (<https://www.flickr.com>), Anton. Vectorized by Magasjukur2 (<https://commons.wikimedia.org>), Natural History Museum 158 (<https://www.flickr.com>), Anton (<https://commons.wikimedia.org>), Saperaud (<https://commons.wikimedia.org>), Homemade Graphene (<https://www.flickr.com>), licencja: CC BY-SA 3.0.

Na filmie zaprezentowano cztery odmiany alotropowe węgla: grafit, grafen, fuleren i diament. Opisano ich wygląd, budowę, a także niektóre właściwości.

Odmiany alotropowe węgla – część druga – grafen

Siarka – najpopularniejsza odmiana alotropowa

Zastanów się, jakie negatywne skutki zdrowotne niesie za sobą ręczne wydobywanie siarki u zboczy wulkanu Kawah Ijen (czyt. kała idžen) w Indonezji. Poszukując odpowiedzi, skorzystaj z wiadomości zawartych w filmie, który dotyczy odmian alotropowych siarki, a także z dostępnych źródeł wiedzy (np. internetu). Przedyskutuj ten temat z kolegami i koleżankami.

3. Jakie właściwości mają niemetale?

Wszystkie metale posiadają pewne właściwości (cechy), które je definiują. Należą do nich: dobre przewodnictwo cieplne i elektryczne, kowalność oraz charakterystyczny metaliczny połysk. Czy niemetale również odznaczają się wspólnymi właściwościami? Czy możemy wyznaczyć takie właściwości fizyczne, które w pewien sposób zdefiniowałyby grupę tych substancji prostych? Udzielenie odpowiedzi na to pytanie ułatwi Ci wykonanie poleceń od 2 do 9.

Doświadczenie 1

Próbując odpowiedzieć na pytanie, czy niemetale mają takie same właściwości fizyczne, wykonaj doświadczenie 1. Określ stan skupienia i zabarwienie analizowanych niemetali. W przypadku ciał stałych, oceń, czy posiadają połysk. Zbadaj kowalność węgla (grafitu) i siarki. Jeśli nie masz możliwości przeprowadzenia doświadczenia lub nie dysponujesz próbkami wymienionych niemetali, skorzystaj z zamieszczonej pod instrukcją galerii zdjęć (jeśli nie dysponujesz próbkami niemetali w stałym stanie skupienia, nie zbadasz ich kowalności).

Uwaga: Wszystkie czynności dotyczące bromu wykonuj w asyście osoby dorosłej, pod sprawnie działającym wyciągiem.

Problem badawczy:

Czy niemetale charakteryzują się takimi samymi właściwościami fizycznymi?

Spośród podanych poniżej hipotez wybierz jedną, a następnie ją zweryfikuj.

Hipoteza 1: Niemetale różnią się właściwościami fizycznymi.

Hipoteza 2: Niemetale mają podobne właściwości fizyczne.

Twój wybór: Hipoteza 1. ▼

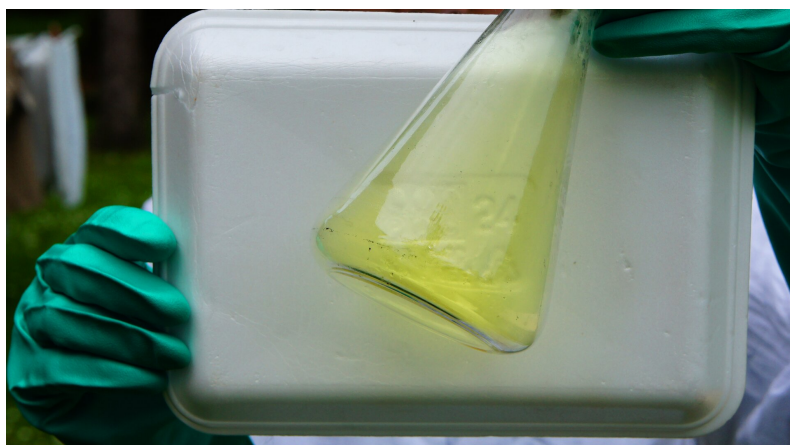
Co będzie potrzebne:

- siarka;
- węgiel w postaci grafitu;
- fosfor czerwony;
- chlor;
- tlen;
- jod;
- brom;
- pęseta;
- bibuła;
- młotek;
- okulary ochronne.

Instrukcja:

1. Określ stan skupienia, barwę i połysk wszystkich badanych niemetalu.
2. Połóż na bibule grafit oraz kilka kryształów siarki, a następnie uderz w nie młotkiem.

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



Nazwa niemetalu: **chlor**

Symbol chemiczny: **Cl**

Chlor występuje w formie dwuatomowych cząsteczek Cl_2

Źródło: Antek123, dostępny w internecie: commons.wikimedia.org, licencja: CC BY-SA 3.0.



Nazwa niemetalu: **siarka**

Symbol chemiczny: **S**

Siarka występuje w formie kilku- lub kilkunastoatomowych cząsteczek, np. S_8

Źródło: Ben Mills, dostępny w internecie: commons.wikimedia.org, domena publiczna.



Nazwa niemetalu: **fosfor**

Symbol chemiczny: **P**

Na zdjęciu przedstawiono odmianę alotropową fosforu – fosfor czerwony

Fosfor występuje w formie czteroatomowych cząsteczek P_4

Źródło: Hi-Res Images of Chemical Elements, dostępny w internecie: commons.wikimedia.org, licencja: CC BY-SA 3.0.



Nazwa niemetalu: **brom**

Symbol chemiczny: **Br**

Brom występuje w formie dwuatomowych cząsteczek Br_2

Źródło: Jurii, edycja: Krzysztof Jaworski, dostępny w internecie: commons.wikimedia.org, licencja: CC BY-SA 3.0.



Nazwa niemetalu: **jod**

Symbol chemiczny: **I**

Jod występuje w formie dwuatomowych cząsteczek I_2

Źródło: Dnn87, dostępny w internecie: commons.wikimedia.org, licencja: CC BY-SA 3.0.



Nazwa niemetalu: **tlen**

Symbol chemiczny: **O**

Tlen występuje w formie dwuatomowych cząsteczek O_2

Źródło: Nadine90, dostępny w internecie: commons.wikimedia.org, licencja: CC BY-SA 3.0.



Nazwa niemetalu: **węgiel**

Symbol chemiczny: **C**

Na zdjęciu przedstawiono odmianę alotropową węgla – grafit

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

Polecenie 2

Zapisz obserwacje oraz wnioski z przeprowadzonego doświadczenia.

Obserwacje:

Wnioski:

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

Niemetale w temperaturze pokojowej występują w trzech stanach skupienia. Mają różne barwy.

Być może podczas wykonywania doświadczenia 1 udało Ci się zwrócić uwagę na zapach kilku niemetalu (np. siarki i chloru). Niektóre z nich charakteryzują się bowiem specyficznym zapachem. Inne – jak np. tlen czy azot – są bezwonne.

Niemetale, które są w temperaturze pokojowej ciałami stałymi, są na ogół kruche i matowe (wyjątkiem są jod i grafit – odmiana alotropowa węgla).

Doświadczenie 2

Sprawdź, czy siarka i grafit przewodzą prąd elektryczny. W tym celu wykonaj doświadczenie 2. Zapisz obserwacje i wnioski.

Problem badawczy:

Czy siarka i grafit przewodzą prąd elektryczny?

Spośród podanych poniżej hipotez wybierz jedną, a następnie ją zweryfikuj.

Hipoteza 1: Siarka i grafit przewodzą prąd elektryczny.

Hipoteza 2: Siarka i grafit nie przewodzą prądu elektrycznego.

Hipoteza 3: Grafit przewodzi prąd elektryczny, a siarka nie.

Twój wybór: Hipoteza 1. ▼

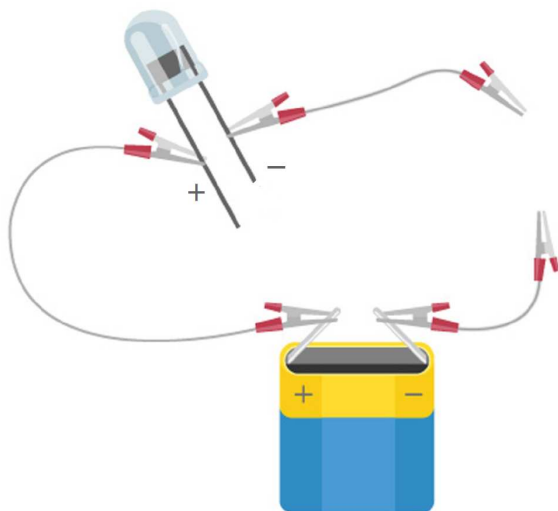
Co będzie potrzebne:

- bateria;
 - dioda LED;
 - przewody elektryczne;
 - siarka;
 - grafit (najlepiej pręt grafitowy).
-

Instrukcja:

1. Zmontuj z baterii, diody LED i przewodów elektrycznych zestaw do badania przewodzenia prądu elektrycznego.
2. Umieść próbkę badanego niemetalu (siarki lub grafitu) w obwodzie.

Skonstruowany przez Ciebie zestaw powinien wyglądać podobnie jak ten zilustrowany na poniższym schemacie:



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

Polecenie 3

Zapisz obserwacje oraz wnioski z przeprowadzonego doświadczenia.

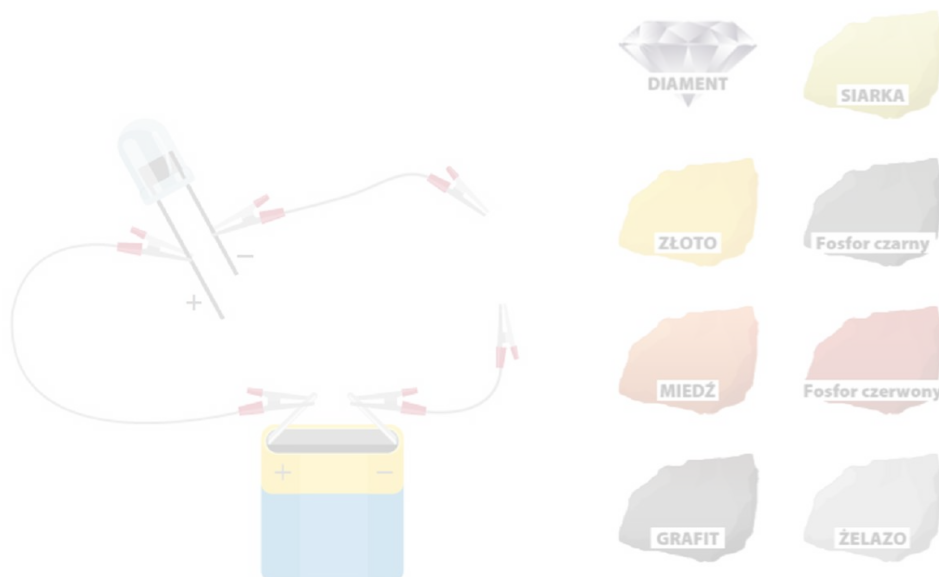
Obserwacje:

Wnioski:

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

Polecenie 4

Sprawdź, czy inne niemetale (podobnie jak metale) przewodzą prąd elektryczny. W tym celu przeprowadź poniższą symulację. Zapisz obserwacje i wnioski z przeprowadzonej symulacji.



Zasób interaktywny dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/DqUTS90Xn>

Symulacja – Badanie przewodzenia prądu elektrycznego przez metale i niemetale.

Umieść próbki w układzie elektrycznym, zamykając w ten sposób jego obwód. Obserwuj, kiedy dioda LED się zaświeci

Źródło: Michał Szymczak, Anita Mowczan, dostępny w internecie: epodreczniki.pl, licencja: CC BY-SA 3.0.

Obserwacje:

Wnioski:

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

Jak już zostało wspomniane, dobre przewodnictwo elektryczne jest właściwością (cechą) definicyjną metali. W przypadku niemetalu nie moglibyśmy tej właściwości uznać za charakterystyczną dla tej grupy substancji. Większość z nich nie przewodzi prądu elektrycznego. Wyjątkami są dwie odmiany alotropowe węgla – grafit i grafen – oraz jedna z odmian alotropowych fosforu – fosfor czarny.

Doświadczenie 3

Sprawdź, czy siarka i grafit przewodzą ciepło. W tym celu wykonaj doświadczenie 3. Zapisz obserwacje i wnioski.

Problem badawczy:

Czy siarka i grafit przewodzą ciepło?

Spośród podanych poniżej hipotez wybierz jedną, a następnie ją zweryfikuj.

Hipoteza 1: Siarka i grafit przewodzą ciepło.

Hipoteza 2: Siarka i grafit nie przewodzą ciepła.

Hipoteza 3: Grafit przewodzi ciepło, a siarka nie.

Twój wybór: Hipoteza 1. ▼

Co będzie potrzebne:

- statyw laboratoryjny z łapą;
 - palnik;
 - termometr cyfrowy z sondą;
 - okulary ochronne;
 - siarka (najlepiej podłużna, jak najdłuższa próbka);
 - grafit (najlepiej pręt grafitowy).
-

Instrukcja:

1. Zmierz temperaturę badanej próbki za pomocą sondy termometru cyfrowego.
2. Badaną próbkę umieść w łapie zamontowanej na statywie.
3. Ogrzewaj palnikiem jeden z końców badanej próbki, co kilka sekund mierząc temperaturę na przeciwległym jej końcu. Próbkę ogrzewaj nie dłużej niż minutę.

Polecenie 5

Zapisz obserwacje oraz wnioski z przeprowadzonego doświadczenia.

Obserwacje:

Wnioski:

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

Dobrego przewodnictwa cieplnego, podobnie jak przewodnictwa elektrycznego, nie możemy uznać za wspólną właściwość wszystkich niemetalii. Większość z nich nie przewodzi ciepła. Wyjątek stanowią odmiany alotropowe węgla – diament i grafit.

Polecenie 6

W poniższej tabeli zamieszczono przybliżone wartości temperatur topnienia wybranych niemetalu.

Wartości temperatur topnienia wybranych niemetalu

Nazwa niemetalu	Temperatura topnienia, °C
siarka	119
jod	114
krzem	1417
fosfor biały	44

Źródło: W. Mizerski, *Tablice chemiczne*, Warszawa 2004, s. 18.

Zamieszczone w powyższej tabeli dane, przedstaw w formie wykresu słupkowego. Na wykresie uporządkuj niemetalu zgodnie ze wzrastającymi temperaturami topnienia. Temperatuty wyraż w kelwinach.

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

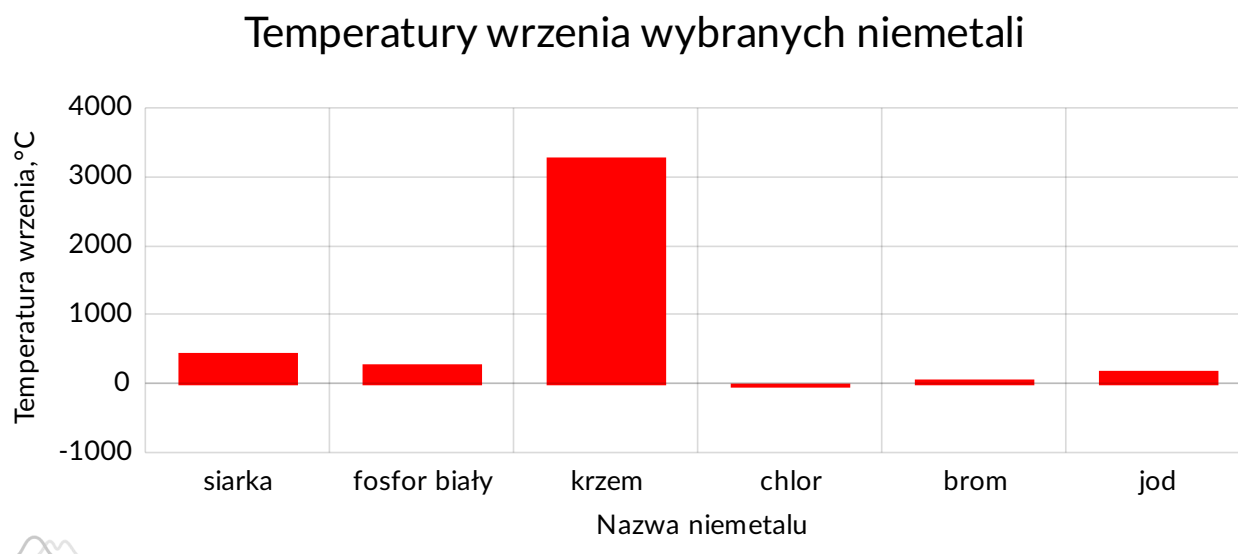
Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

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

Niemetalu charakteryzują się zróżnicowanymi temperaturami topnienia. Również odmiany alotropowe poszczególnych niemetalu będą się różniły temperaturami topnienia.

Polecenie 7

Na poniższym wykresie zamieszczono temperatury wrzenia wybranych niemetalii.



W. Mizerski, *Tablice chemiczne*, Warszawa 2004, s. 18.

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

Na podstawie analizy danych przedstawionych na wykresie, oceń poprawność poniższych stwierdzeń.

	Prawda	Fałsz
Wszystkie niemetale charakteryzują się zbliżonymi wartościami temperatur wrzenia (różnica temperatur wrzenia pomiędzy dwoma dowolnymi niemetalami nie jest większa niż 500 °C).	☐	☐
Temperatura wrzenia bromu jest mniejsza od temperatury wrzenia jodu i jednocześnie większa od temperatury wrzenia chloru.	☐	☐
Najniższą temperaturą wrzenia charakteryzuje się ten z analizowanych niemetalii, który w temperaturze pokojowej jest cieczą.	☐	☐
Największymi wartościami temperatury wrzenia spośród badanych niemetalii odznaczają się te z nich, które w temperaturze pokojowej są ciałami stałymi.	☐	☐

Polecenie 8

W poniższej tabeli zamieszczono gęstość wybranych niemetalu w temperaturze pokojowej.

Nazwa niemetalu	Gęstość w temperaturze 25 °C $\left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right]$
siarka	2070,0
fosfor biały	1820,0
krzem	2330,0
chlor	3,2
brom	3119,0
jod	4940,0

Źródło: W. Mizerski, *Tablice chemiczne*, Warszawa 2004, s. 18.

Poniżej znajdują się informacje o masach i objętościach próbek niemetalu badanych w pewnym laboratorium. Do każdej z informacji dopasuj nazwę odpowiadającego jej niemetalu. Skorzystaj z danych zamieszczonych w powyższej tabeli.

Informacja	Nazwa metalu
Próbka tego niemetalu o masie 200 g zajmuje w temperaturze 25 °C objętość około 64 cm ³ .	
Próbka tego niemetalu o masie 5 kg zajmuje w temperaturze 25 °C objętość około 1 dm ³ .	
Próbka tego niemetalu o objętości 20 dm ³ w temperaturze 25 °C ma masę około 41,4 kg.	
Próbka tego niemetalu o objętości 1 m ³ w temperaturze 25 °C ma masę 2330 kg.	

fosfor biały

krzem

brom

siarka

chlor

jod

Niemetale, podobnie jak metale, charakteryzują się różną gęstością i różnymi temperaturami wrzenia. Najniższymi temperaturami wrzenia odznaczają się niemetale występujące w temperaturze pokojowej w stanie gazowym, a więc te o najmniejszej gęstości.

Polecenie 9

Poniżej zamieszczono materiał filmowy, który opisuje niektóre właściwości wybranych niemetali. Zapoznaj się z informacjami zawartymi w tym materiale, a następnie rozwiąż znajdujące się pod nim ćwiczenie.

siarka



Film dostępny pod adresem [/preview/resource/R7ONG2h3okJLv](https://www.youtube.com/watch?v=R7ONG2h3okJLw)

Film pt. *Właściwości niemetali*

Źródło: Weißer_Phosphor, Tomihahndorf, Maksim, Materialscentis licencja CC BY-SA 3.0, dostępny w internecie:

<https://pl.wikipedia.org>, Ben Mills domena publiczna, dostępny w internecie: <https://pl.wikipedia.org>, Jurii licencja:

CC BY-SA 3.0, dostępny w internecie: <https://ky.m.wikipedia.org>, Matias Molnar licencja: CC BY-SA 3.0, dostępny w

internecie: <https://fr.wikipedia.org>, Sebastian Ritter licencja: CC BY-SA 2.5 dostępny w internecie:

<https://pl.wikipedia.org>, Tomorrow Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Na filmie zaprezentowano zdjęcia niektórych niemetali, a także opisano ich właściwości.

Wybranymi niemetalami omawianymi przez lektora są: diament, grafit, siarka, fosfor biały, fosfor czerwony, jod, brom, chlor i fluor.

Do podanych charakterystycznych właściwości, dopasuj odpowiadające im nazwy niemetali (lub odpowiednich odmian alotropowych).

Nazwa	Właściwość
	najtwardszy spośród wszystkich minerałów

Nazwa	Właściwość
	żółte, kruche ciało stałe
	silnie toksyczna substancja, łatwo ulegająca samozapłonowi (z tego powodu należy przechowywać ją pod wodą)
	ciało stałe o metalicznym połysku; sublimując tworzy fioletowe pary
	brunatnoczerwona ciecz

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

Po przeanalizowaniu powyższego materiału, odpowiedź na postawione na początku tego paragrafu pytanie wydaje się oczywista. Trudno jest wyznaczyć jakieś wspólne właściwości, za pomocą których moglibyśmy zdefiniować niemetale.

W temperaturze pokojowej występują głównie w stałym lub gazowym stanie skupienia (wyjątkiem jest ciekły brom) i charakteryzują się różnymi gęstościami oraz temperaturami wrzenia i topnienia. Mają różne barwy i na ogół są pozbawione połysku (wyjątkami są np. jod i grafit – odmiana alotropowa węgla). Zwykle słabo przewodzą ciepło oraz prąd elektryczny (tutaj ponownie jako wyjątek można przedstawić chociażby grafit, a także jod i krzem). Niektóre z niemetalii (w przeciwieństwie do metali) mają również charakterystyczny zapach. Jak zatem zdefiniować niemetale?

Do ich określenia najłatwiej będzie użyć definicji metali. Przypomnijmy – metale to pierwiastki chemiczne, które charakteryzują się dobrym przewodnictwem cieplnym i elektrycznym, kowalnością i połyskiem. Jeżeli badana substancja prosta nie posiada którejkolwiek z wymienionych właściwości definicyjnych metali, zaliczana jest do niemetalii.

Oznacza to, że niemetale mogą posiadać niektóre cechy (właściwości) metali. Przykładowo, przytaczany już kilkakrotnie grafit, dobrze przewodzi prąd elektryczny oraz ciepło, charakteryzuje się metalicznym połyskiem, ale nie jest kowalny.

4. Gdzie stosuje się niemetale?

Niemetale, dzięki różnorodnym właściwościom, znalazły wiele zastosowań. Są używane między innymi do produkcji nawozów sztucznych, barwników, leków, środków odkażających, materiałów wybuchowych czy sztucznych ogni. Należące do niemetalu gazy szlachetne wykorzystuje się między innymi w technice oświetleniowej do wypełniania neonów. Niemetale, podobnie jak metale, odgrywają znaczącą rolę we właściwym funkcjonowaniu organizmu człowieka, np. fluor bierze udział w procesach tworzenia kości i zębów oraz zapobiega próchnicy.

Polecenie 10

Korzystając z dostępnych źródeł informacji (np. encyklopedii, czasopism naukowych lub internetu), sporządź notatkę, w której wymienisz po kilka zastosowań przynajmniej dziesięciu wybranych niemetali. Notatkę przedstaw w formie mapy myśli, korzystając z poniższego generatora. W tym celu kliknij ikonkę „edytuj”, która znajduje się w prawym górnym rogu pola generatora.



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

Ciekawostka

Gazy szlachetne – hel, neon, argon, krypton i ksenon – występują w niewielkich ilościach w powietrzu. Wykorzystywane są między innymi do napełniania żarówek i neonów, w których podczas przepływu prądu po podgrzaniu świecą charakterystycznymi barwami.



Barwy lamp neonowych wypełnionych helowcami

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

Gazy szlachetne znajdują także zastosowanie do przechowywania i eksponowania wartościowych, zabytkowych dokumentów – zapobiegają niszczeniu materiałów pod wpływem składników powietrza, głównie tlenu. Przykładowo, oryginał konstytucji i deklaracji niepodległości USA przechowuje się w gablocie wypełnionej helem.



Deklaracja niepodległości USA przechowywana w szczelnie zamkniętym pojemniku z helem

Źródło: sujohndas, dostępny w internecie: www.flickr.com, domena publiczna.

Podsumowanie

- Pierwiastki chemiczne dzielimy na metale i niemetale.
- Niemetale znajdują się w prawej części układu okresowego. Wyjątek stanowi wodór, który znajduje się po lewej jego stronie.
- Niemetale nie mają wspólnych właściwości, za pomocą których można je zdefiniować:
 - występują we wszystkich stanach skupienia;
 - mają różne barwy;
 - mogą mieć charakterystyczne zapachy;
 - mają różny zakres temperatur wrzenia i topnienia;
 - zazwyczaj są złymi przewodnikami prądu elektrycznego oraz złymi przewodnikami ciepła
 - węgiel w postaci grafitu i grafenu oraz fosfor czarny, mimo że są niemetalami, przewodzą prąd elektryczny oraz ciepło;
 - diament przewodzi ciepło;
 - w większości, w temperaturze pokojowej, występują w stałym stanie skupienia.

Praca domowa

Polecenie 11.1

Przedstaw w formie tabeli porównanie właściwości metali i niemetali. Skorzystaj z treści zawartych w niniejszym materiale oraz w lekcji dotyczącej metali, a także z dostępnych źródeł informacji (np. internetu).

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Polecenie 11.2

Korzystając z dostępnych źródeł informacji (np. encyklopedii, czasopism naukowych i medycznych lub Internetu), opisz krótko skutki niedoboru wybranych sześciu niemetali w organizmie. Swoją notatkę możesz przedstawić w formie mapy myśli. Skorzystaj z poniższego generatora, klikając przycisk „edytuj”, który znajduje się w prawym górnym rogu pola generatora.



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

Dla zainteresowanych

Polecenie 11.3

Przeprowadź wywiad, np. z lekarzem lub dietetykiem, na temat niedoboru niemetali w organizmie. Relacją z wywiadu podziel się na forum klasy.

Polecenie 11.4

W najbliższym Ci otoczeniu odszukaj „ślady” zastosowania niemetali. Zrób zdjęcia. Stwórz mini album fotograficzny, w którym opiszesz sfotografowane zastosowania niemetali.

Słownik

alotropia

(gr. *állos* „obcy, inny”, *trópos* „sposób, postać”) występowanie tego samego pierwiastka chemicznego w dwóch lub więcej odmianach, różniących się budową krystaliczną (sposobem połączenia atomów w strukturze krystalicznej) lub liczbą atomów pierwiastka w cząsteczkach; do niemetalii występujących w różnych odmianach alotropowych należą między innymi węgiel (grafit, diament, fulereny, grafen), fosfor (fosfor czerwony, fosfor biały, fosfor czarny) oraz tlen (ditlen, ozon, tetratlen)

makroelementy

pierwiastki chemiczne niezbędne do życia i prawidłowego funkcjonowania organizmu, występujące w organizmie w ilościach od 0,01 % jego suchej masy; makroelementami wśród niemetalii są m.in.: węgiel, tlen, azot, wodór oraz siarka

mikroelementy

pierwiastki chemiczne niezbędne do życia i prawidłowego funkcjonowania organizmu, występujące w organizmie w bardzo małych (śladowych) ilościach; mikroelementami wśród niemetalii są m.in.: bor, jod, fluor

niemetale

pierwiastki chemiczne, które w odróżnieniu od metali źle przewodzą prąd elektryczny (z wyjątkiem grafitu, grafenu i fosforu czarnego) i ciepło (z wyjątkiem diamentu, grafitu i fosforu czarnego); w stanie stałym są na ogół kruche, bez metalicznego połysku (z wyjątkiem jodu, krzemu, grafitu); w uproszczeniu – pierwiastki chemiczne, które nie posiadają jednocześnie wszystkich czterech cech (właściwości) definicyjnych metali: dobrego przewodnictwa prądu i ciepła, połysku metalicznego i kowalności; brak którejkolwiek z wymienionych (czterech) właściwości pozwala na zaklasyfikowanie badanej substancji prostej do niemetalii

nutrienty

inaczej: biopierwiastki, pierwiastki, biogenne; pierwiastki chemiczne niezbędne do życia i prawidłowego funkcjonowania organizmu; wśród nutrientów wyróżnia się mikroelementy i makroelementy

związek chemiczny

substancja złożona, składająca się z przynajmniej dwóch różnych, trwale ze sobą połączonych pierwiastków chemicznych; pierwiastki te występują w danym związku chemicznym w ściśle określonych proporcjach; związek chemiczny ma inne właściwości fizykochemiczne niż poszczególne pierwiastki, z których został utworzony

Ćwiczenia

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Uzupełnij luki w poniższym tekście tak, aby utworzyć poprawną notatkę dotyczącą niemetali.

Niemetale tworzą prawą część układu okresowego, wyjątek stanowi , który znajduje się w jego lewej części. Charakterystyka niemetali:

- w temperaturze pokojowej występują w trzech stanach skupienia: stałym, ciekłym i gazowym,
- mają barwy;
- nie przewodzą ciepła (z wyjątkiem fosforu czarnego, grafitu i);
- nie przewodzą prądu (z wyjątkiem i fosforu czarnego).

azot

siarki

jodu

diamentu

różne

grafitu

krzemu

tlen

wodór

taką samą

węgiel

jodu

siarki

srebrzystobiałą

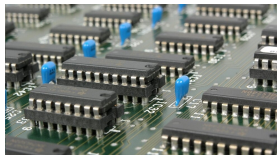
srebrzystoszarą

diamentu

Ćwiczenie 2



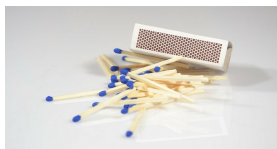
Do podanych poniżej nazw niemetali, dopasuj odpowiadające im zdjęcia, które przedstawiają ich wybrane zastosowania.



neon



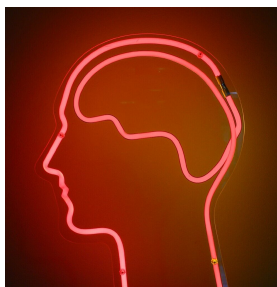
hel



krzem



chlor



fosfor



fluor

Źródło: dostępny w internecie: www.flickr.com, licencja: CC BY 2.0, Shaun Fisher, www.flickr.com, licencja: CC BY 2.0, Dierk Scheafer, www.flickr.com, licencja: CC BY 2.0, Mauren Veras, www.epodreczniki.pl, CC BY 3.0, www.flickr.com, licencja: CC BY 2.0, www.pixabay.com, kropekk_pl, domena publiczna, www.pexels.com, pixabay, domena publiczna, licencja: CC BY-SA 3.0.

Ćwiczenie 3



Na pojemniku, w którym przechowywany jest brom, można znaleźć następujące piktogramy:



Źródło: dostępny w internecie: commons.wikimedia.org, domena publiczna.

Spośród podanych poniżej zagrożeń, wybierz i zaznacz te, które wynikają bezpośrednio z zamieszczonych piktogramów i które należy uwzględnić w laboratorium chemicznym podczas pracy z bromem.

- ☐ substancja żrąca
- ☐ substancja szkodliwa dla środowiska
- ☐ substancja rakotwórcza
- ☐ substancja toksyczna
- ☐ substancja łatwopalna
- ☐ substancja utleniająca
- ☐ gaz pod ciśnieniem

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

Ćwiczenie 4



Poniżej znajdują się nazwy wybranych substancji i mieszanin odpowiednich substancji. Zaznacz, czy substancja o danej nazwie jest metalem, niemetalem, czy może stopem.

	Metal	Niemetal	Stop
miedź	☐	☐	☐
stal	☐	☐	☐
fosfor	☐	☐	☐
brom	☐	☐	☐
wapń	☐	☐	☐
mosiądz	☐	☐	☐
rtęć	☐	☐	☐

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

Ćwiczenie 5



Poniżej znajduje się krótka notatka dotycząca pięciu wybranych niemetalów. W puste miejsca wstaw ich symbole chemiczne oraz informacje o ich barwie i stanie skupienia w temperaturze pokojowej.

węgiel (grafit) – stan skupienia , barwa , symbol

brom – stan skupienia , barwa , symbol

chlor – stan skupienia , barwa , symbol

siarka – stan skupienia , barwa , symbol

jod – stan skupienia , barwa , symbol

srebrzystoróżowa (łososiowa) stały S ciekły biała srebrzystobiała

pomarańczowożółta stały Br granatowa gazowy I szaroczarna C

Cl szaroczarna zielonożółta brązowa stały ciekły żółta żółta

stały ciemnobrunatna gazowy

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

Ćwiczenie 6



Oceń prawdziwość poniższych zdań. Zaznacz Prawda, jeśli zdanie jest prawdziwe, lub Fałsz, jeśli jest fałszywe.

	Prawda	Fałsz
Brom to jedyny niemetal, który w temperaturze pokojowej występuje w stanie ciekłym.	☐	☐
Do niemetali zaliczamy między innymi węgiel i siarkę.	☐	☐
Niemetale występują w warunkach normalnych tylko w dwóch stanach skupienia – jako ciała stałe lub gazy.	☐	☐
Żaden z niemetali nie jest dobrym przewodnikiem prądu elektrycznego.	☐	☐

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

Ćwiczenie 7



Uczeń badał właściwości fizyczne pewnego niemetalu. Na podstawie przeprowadzonych doświadczeń ustalił, że jest on w temperaturze pokojowej żółtym, matowym ciałem stałym. Nie przewodzi prądu elektrycznego i ciepła. W oparciu o powyższe informacje, zaznacz poprawne stwierdzenie (bądź stwierdzenia) dotyczące badanego przez ucznia niemetalu.

☐ Analizowany niemetal posiada charakterystyczny połysk.

☐ Analizowany niemetal jest matowy.

☐ Badanym przez ucznia niemetalem była siarka.

☐ Badanym przez ucznia niemetalem był krzem.

☐ Badany przez ucznia niemetal jest kruchy.

☐ Badanym przez ucznia niemetalem było złoto.

☐ Analizowany niemetal jest bezwonny.

☐ Analizowany niemetal ma charakterystyczny zapach.

☐ Badany przez ucznia niemetal jest kowalny i ciągliwy.

Ćwiczenie 8



Poniżej zapisano w języku angielskim nazwy wybranych pierwiastków chemicznych i odpowiednich odmian alotropowych. Do każdego z pierwiastków (lub wskazanej odmiany alotropowej) dopasuj odpowiadające mu właściwości. Do jednej z nazw możesz przyporządkować kilka właściwości.

iodine

dark brown liquid

black tarry solid

it sublimates to form purple vapors

diamond

yellow solid with a characteristic odor

yellow-green gas

graphite

gray-black solid with a metallic sheen

an allotropic type of carbon that conducts electricity

chlorine

an allotropic type of carbon that does not conduct electricity

bromine

sulphur

Bibliografia

Encyklopedia PWN.

Pazdro K. M., *Chemia. Pierwiastki i związki nieorganiczne*, Warszawa 2012.

Łasiński D., Sporny Ł., Strutyńska D., Wróblewski P., *Chemia. Podręcznik dla klasy siódmej szkoły podstawowej*, Kielce 2020.

Notatnik

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