



Właściwości i zastosowania arsenu oraz jego najważniejszych związków

- [Wprowadzenie](#)
- [Przeczytaj](#)
- [Mapa pojęć](#)
- [Sprawdź się](#)
- [Dla nauczyciela](#)



Właściwości i zastosowania arsenu oraz jego najważniejszych związków

Tritlenek diarsenu (As_2O_3) pot. arsenik, wraz z innymi związkami arsenu był często wykorzystywany przy sporządzaniu trucizn w średniowieczu.

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

Arsen w stanie wolnym występuje bardzo rzadko. Związki arsenu były w historii najczęściej używaną trucizną. Obecnie jego związki znajdują zastosowanie w medycynie, a także przy produkcji półprzewodników, polepszania jakości niektórych stopów, w produkcji bojowych środków trujących, przy impregnacji drewna oraz jako dodatek do szkła (dając zieloną poświatę). Zawartość arsenu w skorupie ziemskiej szacuje się na 0,0005%. Arsen występuje najczęściej w postaci siarczków (As_2S_3 – aury pigment, As_4S_4 – realgar), arsenosiarczków (np. arsenopiryt FeAsS) lub arsenków. Większość rud siarczkowych metali ciężkich, zwłaszcza niklu, miedzi i cyny, zawiera zanieczyszczenia arsenem, które w czasie prażenia rud przechodzą w As_4O_6 , zbierający się w komorach pyłowych i pyłach kominowych.

Twoje cele

- Opiszysz właściwości fizyczne oraz chemiczne arsenu.
- Wymienisz najważniejsze związki chemiczne składające się z arsenu.
- Przeanalizujesz metody otrzymywania najważniejszych związków chemicznych składających się z arsenu.
- Przedstawisz zastosowanie związków chemicznych zawierających arsen.

Charakterystyka arsenu – właściwości chemiczne oraz fizyczne

Symbol	As
Nazwa	arsen
Rok odkrycia	1250
Odkrywca	Albertus Magnus
Nazwa grupy	azotowce
Numer grupy, okres, blok	15 (VA), 4, p
Liczba atomowa	33
Masa atomowa	74,92160(2) u
Konfiguracja elektronowa	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^3$
Główne stopnie utlenienia	-III, III, V
Stan skupienia (25°C, 1 atm)	ciało stałe
Charakter chemiczny	niemetal
Elektroujemność	2,18 (wg Paulinga)

Arsen jest pierwiastkiem położonym w 15. grupie układu okresowego, należącym do azotowców. Wykazuje charakter pośredni pomiędzy metalem i niemetalem. W zależności od warunków środowiska arsen przyjmuje stopień utlenienia równy -III (np. AsH_3), 0 (np. As), III (np. H_3AsO_3), V (np. H_3AsO_4). Tworzy związki chemiczne zarówno z metalami, jak i niemetalami.

Arsen w stanie wolnym występuje w trzech [odmianach alotropowych](#):

- szary,
- żółty,
- czarny.

Najczęściej spotykaną odmianą jest arsen szary – są to kruche, słabo przewodzące prąd elektryczny kryształy o metalicznym połysku. Arsen czarny powstaje przez ogrzewanie arsenu szarego w szklanej rurce z wodorem.



Arsen szary

Źródło: James St. John, dostępny w internecie: www.flickr.com, licencja: CC BY-SA 3.0.

Arsen jest reaktywnym pierwiastkiem:

- na powietrzu po podgrzaniu spala się niebieskawym płomieniem, tworząc tlenek arsenu(III) (As_2O_3), tzw. arszénik;
- łatwo łączy się z fluorowcami, zapala się w chlorze, tworząc chlorek arsenu(III) (AsCl_3);
- w kwasie azotowym przechodzi w kwas arsenowy(V) (H_3AsO_4);
- nie reaguje z kwasami utleniającymi;
- gorący, stężony kwas siarkowy(VI) utlenia arsen do tlenku arsenu(III) (As_2O_3);
- reaguje z metalami aktywnymi, tworząc arsenki na –III stopniu utlenienia.

Występowanie arsenu

W warunkach naturalnych arsen występuje w postaci minerałów siarczkowych, takich jak: aurypigment (As_2S_3), lelingit (FeAs_2), arsenopiryt (FeAsS) i realgar (As_2S_2), a także jako pierwiastek towarzyszący takim minerałom, jak kobaltyn (CoAsS), enargit (Cu_3AsS_4) czy prustyt (Ag_3AsS_3).



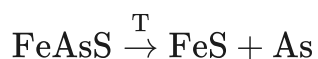
Aurypigment (orpiment, As_2S_3)

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

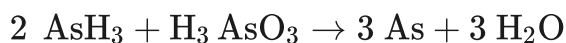
Otrzymywanie kilku, wybranych związków chemicznych arsenu

Otrzymywanie czystego arsenu

- prażenie arsenopirytu bez dostępu powietrza w temperaturze ok 650-700°C. Arsen w takich warunkach sublimuje, a pary arsenu poddaje się kondensacji.

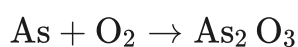


- reakcja pomiędzy wodorkiem arsenu a kwasem arsenowym(III)

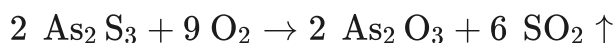


Otrzymywanie tlenku arsenu(III)

- w reakcji z tlenem

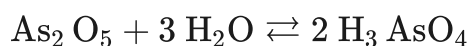


- prażenie rud arsenu przy dostępie powietrza



Otrzymywanie kwasu arsenowego(V)

- w wyniku reakcji tlenku arsenu(V) z wodą



- utlenienie arsenu za pomocą stężonego kwasu azotowego(V)



- utlenianie tlenku arsenu(III) za pomocą stężonego kwasu azotowego(V)



Zastosowanie arsenu i jego związków

Tlenek arsenu(III) jest najważniejszym związkiem arsenu, stosowanym głównie jako surowiec do otrzymywania pozostałych związków tego pierwiastka.

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

Ciekawostka

Źródło: Oprac. na podstawie: Lydia Kang, Nate Pedersen, *Szarlatani. Najgorsze pomysły w dziejach medycyny*, tłum. Maria Moskal, Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków 2019, s. 15–26.

Słownik

odmiany alotropowe

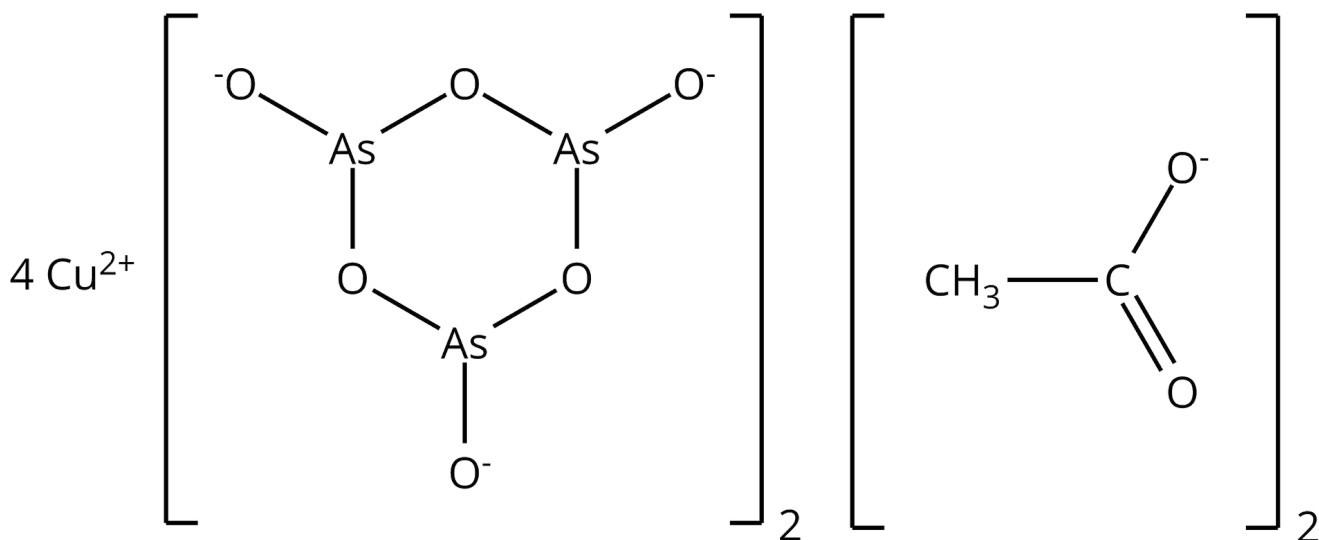
występowanie w tym samym stanie skupienia różnych odmian tego samego pierwiastka chemicznego, który różni się właściwościami fizycznymi i chemicznymi; odmiany alotropowe danego pierwiastka mogą różnić się strukturą krystaliczną lub liczbą atomów w cząsteczce

zieleń paryska

$3\text{Cu}(\text{AsO}_2)_3 \cdot \text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ jest to sól podwójna kwasu octowego, kwasu metaarsenowego(III) i miedzi(II); zielone, krystaliczne ciało stałe, słabo rozpuszczalne w wodzie

związek arsenoorganiczny

chemiczny związek organiczny, zawierający w swej strukturze arsen



Przykład związku arsenoorganicznego - zieleń paryska

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

Bibliografia

Bieleński A., *Podstawy chemii nieorganicznej*, cz. 2, Warszawa 1987.

Kociołej-Balawejder E., Ociński D., *Arsen w technice i środowisku*, „Wiadomości chemiczne” 2005, t. 59, s. 3-4.

Układ Okresowy Pierwiastków, online: <http://www.ukladokresowy.pl/index.php?id=33>, dostęp: 30.11.2019.

Arsenic, online: <https://www.chemistrylearner.com/arsenic.html>, dostęp: 30.11.2019.

Mapa pojęć

Polecenie 1

Czy znasz jakiś związek arsenu? Przeanalizuj mapę i zapoznaj się ze związkami nieorganicznymi oraz organicznymi arsenu, a następnie wykonaj zadania.

◦ Arsen

- związki organiczne
 - adamsyt
 - difenylochloroarsyna
 - luizyt
 - arsenicyna A
 - acetarsol
- związki nieorganiczne
 - ury pigment (As_2S_3)
 - lelingit (FeAs_2)
 - arsenopiryt (FeAsS)
 - realgar (As_2S_2)
 - kobaltyn (CoAsS)
 - enargit (Cu_3AsS_4)
 - prustyt (Ag_3AsS_3)
- odmiany alotropowe
 - arsen- α (heksagonalny), szary półmetal; połysk metaliczny; kruchy; przewodnik prądu elektrycznego; na powietrzu matowieje; reaguje z wodą (intensywnie) i kwasem azotowym
 - arsen- β (bezpostaciowy), czarny; reaguje z kwasem azotowym i wodą królewską
 - arsen- γ (regularny), żółty, przezroczysty, trwałe w niskich temperaturach

Źródło: GroMar Sp. z o.o. oprac. na podst. Norman N. C., *Chemistry of Arsenic, Antimony and Bismuth*, 1998, Springer. p. 50., licencja: CC BY-SA 3.0.

Związki chemiczne arsenu.

Źródło: Norman, Nicholas C. (1998). *Chemistry of Arsenic, Antimony and Bismuth*. Springer. p. 50. ISBN 978-0-7514-0389-3., domena publiczna.

Ćwiczenie 1

Określ liczbę neutronów, protonów i elektronów jonu As^{3+} .

Liczba neutronów:

Liczba protonów:

Liczba elektronów:

Ćwiczenie 2

Na zdjęciu umieszczono butelkę z roztworem pewnego związku arsenu. Podaj wzór sumaryczny oraz nazwę Stocka dla tego związku.



Rysunek

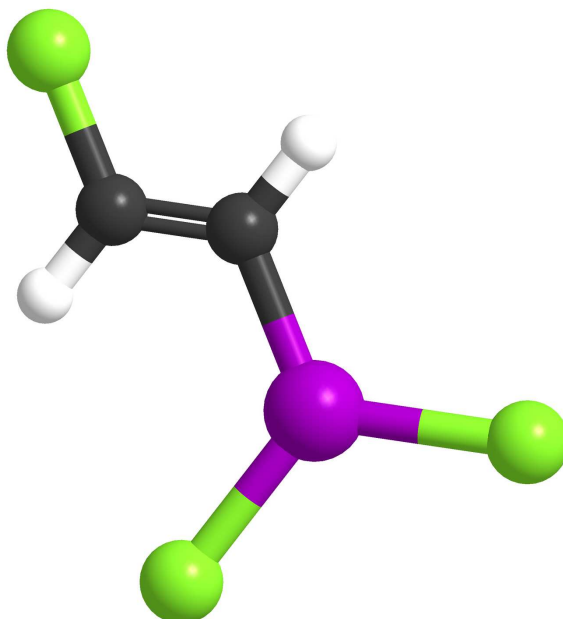
Źródło: dostępny w internecie: www.pxhere.com, domena publiczna.

Wzór

Nazwa Stocka

Ćwiczenie 3

Wybierz, który ze związków arsenu jest przedstawiony na poniższym modelu cząsteczki.



Model cząsteczki; białe kulki oznaczają atomy wodoru, czarne kulki oznaczają atomy chloru, zielone kulki oznaczają atomy węgla, a fioletowa kulka oznacza atom arsenu.

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

☐ $\text{Cl} - \text{CH} = \text{CH} - \text{AsCl}_2$

☐ wszystkie odpowiedzi są prawidłowe

☐ 2-chlorowinyldichloroarsyny

☐ luizyt A

Ćwiczenie 4

Który ze związków arsenu jest przedstawiony na poniższym modelu cząsteczki?

☐ wszystkie odpowiedzi są prawidłowe

☐ luizyt A

☐ 2-chlorowinyłodichloroarsyny

☐ $\text{Cl} - \text{CH} = \text{CH} - \text{AsCl}_2$

Model cząsteczki

Źródło: domena publiczna.

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Uzupełnij poniższy tekst wyrazami w odpowiedniej formie (liczby zapisz słownie) oraz wybierz poprawne dokończenie zdania.

Arsen jest pierwiastkiem położonym w grupie, okresie układu okresowego, należącym do . Wykazuje charakter pośredni pomiędzy metalem i niemetalem. Występuje w 3 odmianach :

☐ pomarańczowej

☐ białej

☐ szarej

☐ brązowej

☐ żółtej

☐ żółtej

☐ czarnej

Ćwiczenie 2



Pamiętając, w której grupie i okresie położony jest arsen, oraz wiedząc, że zawiera 33 elektrony, uzupełnij poniższą tabelę. Wpisz, jaka jest liczba protonów, neutronów, liczba masowa oraz liczba atomowa tego pierwiastka.

Liczba protonów, Liczba neutronów, Liczba masowa, Liczba atomowa, 21, 23, 43, 55, 65, 84, 76, 41

Liczba protonów		
Liczba neutronów		
Liczba masowa		
Liczba atomowa		

Ćwiczenie 3



Arsen tworzy związki chemiczne na -III, III i V stopniu utlenienia. Wybierając odpowiednie związki chemiczne, przyporządkuj do grup -III, III i IV.

-III

As_2O_5

H_3AsO_4

AsH_3

As_2O_3

H_3AsO_3

III

V

Zapisz skróconą konfigurację elektronową dla As^{3-} oraz wskaż liczbę elektronów niesparowanych.

skrócona konfiguracja elektronowa:

liczba elektronów niesparowanych:

$3d^6$

$5s^1$

$5p^3$

[Ar]

$3d^{10}$

[Ne]

$4s^2$

$5s^2$

$4p^5$

1

$3d^{10}$

$4p^6$

$4p^2$

[Kr]

0

$4p^6$

Ćwiczenie 4



Spośród wymienionych właściwości wybierz te informacje, które opisują arsen.

na powietrzu po podgrzaniu spala się żółtym płomieniem ☐	na powietrzu po podgrzaniu spala się niebieskawym płomieniem ☐
zapala się w chlorze, tworząc chlorek arsenu(III) ☐	nie reaguje z chlorem ☐
reaguje z metalami aktywnymi, tworząc arsenki na -3 stopniu utlenienia ☐	nie reaguje z metalami aktywnymi, tworząc arsenki na -3 stopniu utlenienia ☐

Ćwiczenie 5



Uzupełnij poniższe równania reakcji chemicznych.



2 As₂O

As₂O₃

As

2 As₂O₃

H₂AsO₃

4 As

H₃AsO₃

Ćwiczenie 6



Uzupełnij tabelkę, dopasowując odpowiednią substancję chemiczną do jej zastosowania.

gaz łzawiący, drażniący środek bojowy, trucizna na gryzonie, składnik stopów miedzi i ołowiu, kwas arsenowy(V), luizyt, arsenowodór

substancja chemiczna	zastosowanie
	gaz łzawiący, drażniący środek bojowy
	trucizna na gryzonie
	składnik stopów miedzi i ołowiu

Ćwiczenie 7



Dobierz współczynniki stechiometryczne metodą bilansu jonowo-elektronowego.



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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 8



Zapisz równanie reakcji otrzymywania kwasu arsenowego(V).

1. Otrzymywanie w wyniku reakcji tlenku arsenu(V) z wodą.
2. Utlenienie arsenu za pomocą stężonego kwasu azotowego(V).
3. Utlenianie tlenku arsenu(III) za pomocą stężonego kwasu azotowego(V).

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Dla nauczyciela

Autor: Gabriela Iwińska

Przedmiot: Chemia

Temat: Właściwości i zastosowania arsenu oraz jego najważniejszych związków

Grupa docelowa:

Szkoła ponadpodstawowa, liceum ogólnokształcące, technikum, zakres podstawowy i rozszerzony

Podstawa programowa:

Poziom podstawowy i rozszerzony

Wymagania ogólne

I. Pozyskiwanie, przetwarzanie i tworzenie informacji. Uczeń:

1) pozyskuje i przetwarza informacje z różnorodnych źródeł z wykorzystaniem technologii informacyjno-komunikacyjnych.

II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Uczeń:

2) wskazuje na związek właściwości różnorodnych substancji z ich zastosowaniami i ich wpływem na środowisko naturalne;

4) wskazuje na związek między właściwościami substancji a ich budową chemiczną.

Kształtowane kompetencje kluczowe:

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

Cele operacyjne

Uczeń:

- opisuje właściwości fizyczne oraz chemiczne arsenu;
- wymienia najważniejsze związki chemiczne zawierające arsen;

- opisuje metody otrzymywania najważniejszych związków chemicznych składających się z arsenu;
- wymienia zastosowanie związków chemicznych zawierających arsen.

Strategie nauczania:

- strategia asocjacyjna.

Metody i techniki nauczania:

- analiza materiału źródłowego oraz ćwiczenia uczniowskie;
- dyskusja;
- technika zdań podsumowujących;
- ekspozycja;
- burza mózgów;
- technika gadająca ściana.

Formy pracy:

- praca indywidualna;
- praca w grupach;
- praca całego zespołu klasowego.

Środki dydaktyczne:

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

Przebieg lekcji

Faza wstępna:

1. Nauczyciel podaje temat lekcji, uczniowie czytają wstęp i rysują mapę myśli na której zapisują informacje ze wstępu, dzieląc je na dwie gałęzie znane im już wcześniej i nowe. Następnie uzupełniają ją innymi znanymi informacjami dotyczącymi tematu.
2. Wspólne ustalenie celu lekcji i kryteriów sukcesu.
3. Uczniowie starają się odpowiedzieć na pytanie: „Co wiemy na temat arsenu i jego związków”?

Faza realizacyjna:

1. Nauczyciel rozkłada przyniesione przez siebie minerały (lub ich zdjęcia): aurypigment (As_2S_3), lelingit (FeAs_2), arsenopiryt (FeAsS) i realgar (As_2S_2), kobaltyn (CoAsS), enargit (Cu_3AsS_4) czy prustyt (Ag_3AsS_3). Uczniowie w oparciu o dostępne źródła

informacji, w tym e-materiał, starają się odgadnąć nazwy poszczególnych minerałów podając swoje uzasadnienie.

2. Uczniowie tworzą losowo grupy, z czego każda grupa wybiera konkretny minerał i szuka informacji, jak powstał, jakim ulegał procesom.
3. Po zakończonej pracy każda grupa omawia swoje wyniki na forum klasy. Pozostali uczniowie mogą zadawać dodatkowe pytania, na które odpowiada grupa prowadząca dane doświadczenie przy wsparciu prowadzącego. Nauczyciel monitoruje przebieg pracy, koryguje ewentualne błędy oraz wyjaśnia sporne kwestie.
4. Nauczyciel dzieli uczniów na dwie grupy zadaniowe:
 - grupa I – otrzymywanie arsenu, tlenku arsenu i kwasu arsenowego;
 - grupa II – zastosowanie arsenu.Rozdaje arkusze papieru A3 oraz mazaki. Po wyznaczonym czasie wyznaczeni uczniowie z zastosowaniem techniki gadająca ściana omawiają efekty pracy poszczególnych grup. Pozostali uczniowie weryfikują poprawność merytoryczną wypowiedzi uczniów.
5. Uczniowie przechodzą do analizy medium bazowego – mapy pojęciowej, na podstawie której mają zapoznać się ze związkami nieorganicznymi oraz organicznymi arsenu, a następnie wykonują zadania w ramach utrwalenia wiedzy.
6. Uczniowie samodzielnie sprawdzają swoją wiedzę, wykonując ćwiczenia zawarte w e-materiale – „Sprawdź się”.

Faza podsumowująca:

1. Jako podsumowanie lekcji nauczyciel może wykorzystać zdania do uzupełnienia, które uczniowie również zamieszczają w swoim portfolio:
 - Przypomniałem/łam sobie, że...
 - Co było dla mnie łatwe...
 - Czego się nauczyłem/łam...
 - Co sprawiało mi trudność...

Praca domowa:

1. Dokończenie zadań z zestawu ćwiczeń interaktywnych – dla uczniów, którzy nie zdążyli wykonać na lekcji.

Materiały pomocnicze:

Minerały lub ich zdjęcia, takie jak: aurypigment (As_2S_3), lelingit (FeAs_2), arsenopiryt (FeAsS) i realgar (As_2S_2), kobaltyn (CoAsS), enargit (Cu_3AsS_4) czy prustyt (Ag_3AsS_3).

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania multimedium:

- Medium w sekcji „Mapa pojęć” można wykorzystać na lekcji jako podsumowanie i utrwalenie wiedzy w temacie „Właściwości i zastosowania arsenu oraz jego najważniejszych związków”.