



Jakie są zastosowania fosforu i jego najważniejszych związków?

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

A photograph of laboratory glassware on a wooden surface. There are three test tubes. One is lying horizontally with a label that reads 'Phosphorus C30'. Another is lying horizontally with a label that reads 'Agaveus D12'. A third is standing vertically. A small vial cap is also visible. Scattered white granules, likely phosphorus, are on the surface.

Jakie są zastosowania fosforu i jego najważniejszych związków?

Fosfor w czystej postaci jest białym ciałem stałym.
Źródło: dostępny w internecie: pixabay.com, domena publiczna.

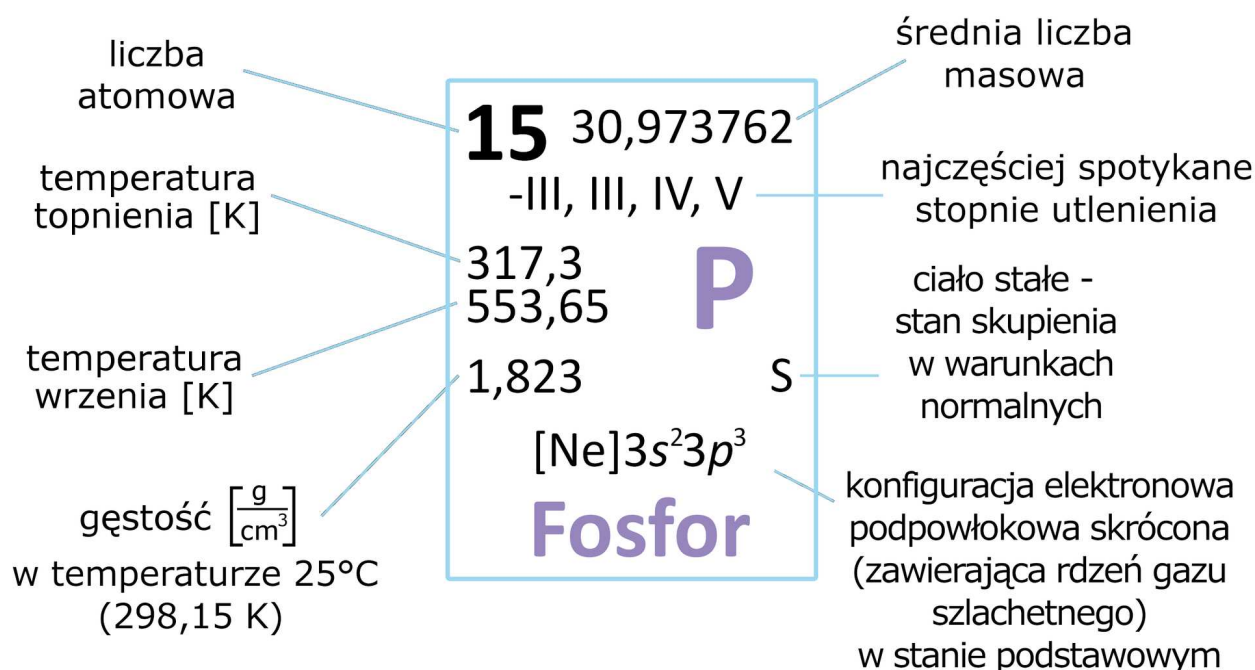
Fosfor należy do grupy azotowców. Po raz pierwszy został wyizolowany (jako biały fosfor) w XVII wieku. Nazwa tego pierwiastka jest związana z jego zdolnością do emisji światła w wyniku utleniania się w obecności tlenu zawartego w powietrzu (zjawisko chemiluminescencji). Etymologia słowa fosfor wywodzi się ze starożytnej Grecji, gdzie termin Phōsphóros, czyli „niosący światło”, oznaczał Fosforosa – boga i uosobienie Gwiazdy Porannej (planety Wenus, która była widoczna nad horyzontem przed wschodem Słońca). W średniowieczu, przekształcając się w łacińskie Phosphoros, co znaczyło Lucifer („niosący światło”; pol. Lucyfer), stał się poetyckim określeniem upadłego anioła. Jak może mieć zastosowanie pierwiastek, który posiada tak ciekawą historię?

Twoje cele

- Opiszysz, w jakich postaciach występuje fosfor w przyrodzie oraz jakie związki chemiczne tworzy.
- Wymienisz związki chemiczne fosforu, które znajdują zastosowanie w codziennym życiu.
- Zaproponujesz dziedziny, w których można wykorzystać fosfor.

Przeczytaj

Fosfor



Fosfor biały

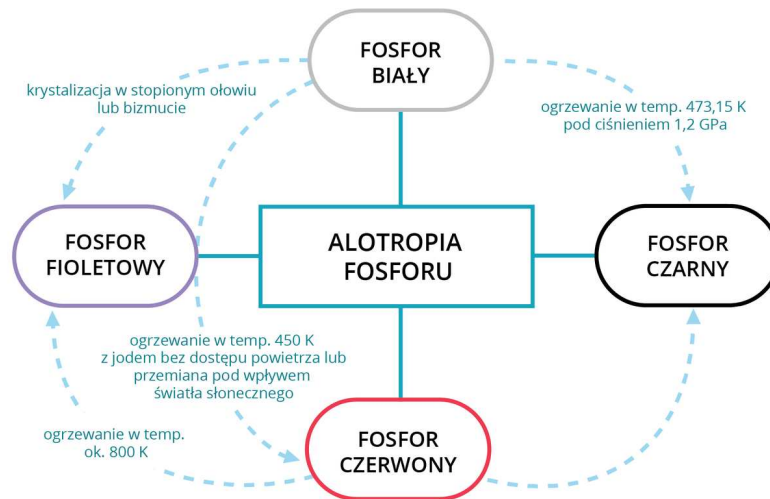
Źródło: GroMar Sp. z o. o. na podstawie Mizerski W., *Tablice chemiczne*, Warszawa 2008., licencja: CC BY-SA 3.0.

Odmiany alotropowe fosforu

Fosfor w stanie stałym występuje w kilku odmianach alotropowych. Należą do nich:

- **fosfor biały** to woskowata substancja. Ta odmiana fosforu nie rozpuszcza się w wodzie, lecz w benzynie i dwusiarczku węgla. Występuje w postaci czteroatomowych cząsteczek P_4 .
- **fosfor czerwony**, jak sama nazwa wskazuje, to substancja koloru ciemnoczerwonego, nietoksyczna i mniej reaktywna niż fosfor biały. Fosfor czerwony posiada łańcuchową strukturę, przypuszczalnie tworzącą się na skutek pękania niektórych wiązań w cząsteczkach P_4 .
- **fosfor fioletowy** jest krystaliczną odmianą fosforu o skomplikowanej strukturze. Krystalizuje w układzie jednoskośnym. Fosfor fioletowy jest mało reaktywny i nie rozpuszcza się w żadnej substancji.

- **fosfor czarny** ma szarą barwę i metaliczny połysk. Tym samym przypomina on grafit i podobnie jak on przewodzi prąd. Jest najbardziej trwałą odmianą fosforu. Posiada strukturę warstwową, w której każdy atom fosforu powiązany jest z trzema sąsiednimi atomami.



Przemiany fosforu

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



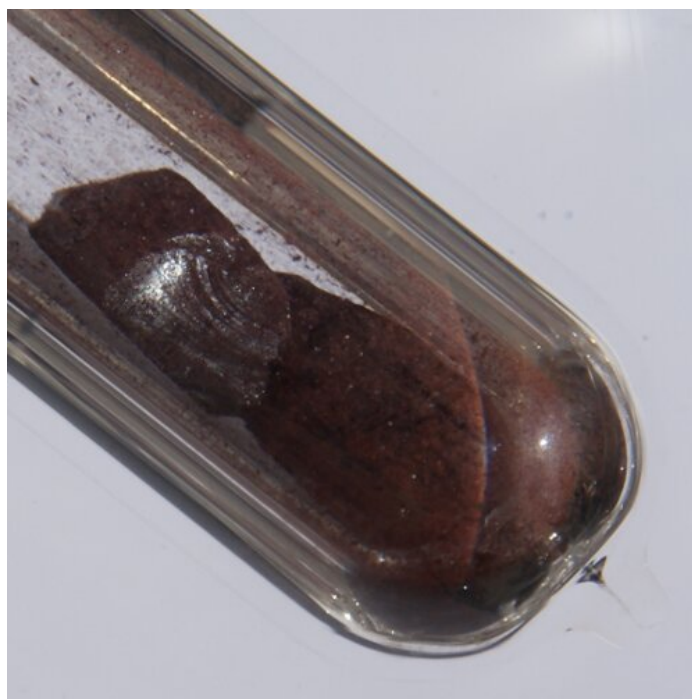
Fosfor biały

Źródło: BXXXX, dostępny w internecie: www.wikipedia.org, licencja: CC BY-SA 3.0.



Fosfor czerwony

Źródło: Dnn87, dostępny w internecie: www.wikipedia.org, licencja: CC BY 3.0.



Fosfor fioletowy

Źródło: Jurii, Chemikal Elements a Virtual Museum, dostępny w internecie: commons.wikimedia.org, licencja: CC BY 3.0.



Fosfor czarny

Źródło: Alshaer666, dostępny w internecie: www.wikipedia.org, licencja: CC BY 3.0.

Izotopy fosforu

Fosfor posiada 10 izotopów. Jedynym izotopem występującym w przyrodzie jest stabilny izotop ^{31}P . Pozostałe izotopy są otrzymywane sztucznie i mają właściwości promieniotwórcze: ^{26}P , ^{28}P , ^{29}P , ^{30}P , ^{32}P , ^{33}P , ^{34}P , ^{35}P i ^{36}P .

Ciekawostka

Fosforos (także Lucyfer, Gwiazda Poranna, Jutrzenka, gr. Φωσφόρος *Phōsphóros* „niosący światło”, Ἑωσφόρος *Eōsphóros* „niosący świt”, łac. *Luciferus*, *Lucifer* „światłonośny”, „przynoszący światło”, „gwiazda poranna”, „jutrzenka”) – w mitologii greckiej był bogiem i uosobieniem Gwiazdy Porannej (planety Wenus), a także personifikacją planety Wenus, kiedy ta była widoczna nad horyzontem przed wschodem Słońca. Pojawiał się na niebie przed Eos (uosobienie zorzy porannej, brzasku i świtu) – zwiastował jej nadejście. W sztuce wyobrażany jest zwykle pod postacią młodzieńca ze skrzydłami, z gwieździstą aureolą wokół głowy i pochodnią w ręce.

Występowanie jonu fosforanowego(V)

Fosfor jest pierwiastkiem chemicznym, zajmującym jedenaste miejsce pod względem rozpowszechnienia w skorupie ziemskiej. Jego zawartość wynosi 0,11% masowych.

Pierwiastek ten nie występuje w przyrodzie w stanie wolnym, ale głównie w postaci soli kwasu fosforowego(V). Najważniejsze minerały zawierające w swoim składzie jon PO_4^{3-} , to:

- fosforyt – $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$;
- fluoroapatyt – $3 \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{CaF}_2$;
- chloroapatyt – $3 \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{CaCl}_2$.



Fluoroapatyt z rzeźbionymi niebieskimi kryształami na szczycie. Pochodzenie: São Geraldo do Baixio (Brazylia)

Źródło: Robert Matthew Lavinsky, Wikipedia, licencja: CC BY-SA 3.0.



chlorapatyt

2

kalcyt

3

magnetyt

4

Chloroapatyt krystalizuje w układzie heksagonalnym. Jest to błyszczący, częściowo przezroczysty, szaro-zielony kryształ. Na powyższej fotografii jest estetycznie osadzony w matrycy, składającej się z kalcytu, laumontytu (niewidoczny z tej perspektywy) i magnetytu. Pochodzenie: Daşkəsən (Azerbejdżan)
Źródło: Robert Matthew Lavinsky, dostępny w internecie: <https://de.wikipedia.org>, licencja: CC BY-SA 3.0.

Głównym źródłem fosforu, wykorzystywanym gospodarczo, są:

- złoża pochodzenia wulkanicznego, których podstawowymi minerałami są apatyt i fluoroapatyt;
- złoża pochodzenia osadowego – tworzą się w wyniku wytrącania fosforanu(V) wapnia z wody morskiej, w czasie procesów **diagenetycznych** oraz poprzez nagromadzenie się szczątków zwierząt (głównie kości) i ich odchodów (guano) w klimacie suchym; najpowszechniejsze skały osadowe to fosforyty.

Największe złoża fosforytów znajdują się:

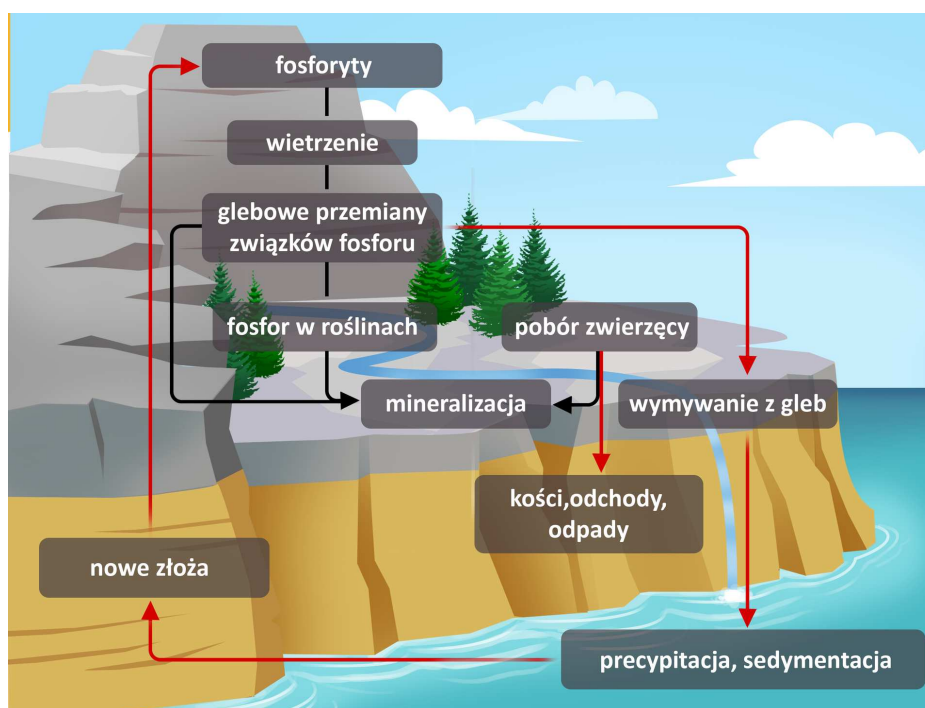
- w Maroku (na Saharze Zachodniej);
- w Chinach;
- w Stanach Zjednoczonych.

Pokłady o dużej zasobności fosforytów zidentyfikowano na **szelfach kontynentalnych** i w osadach morskich, ale obecne technologie nie pozwalają na ich wydobycie w sposób, który byłby opłacalny ekonomicznie. W Europie niewielkie ilości złóż fosforytów eksploatuje się w Finlandii. W Polsce fosforyty pochodzą z dwóch okresów geologicznych – z syluru i kredy. Fosforyty sylurskie występują w Górach Bardzkich, natomiast kredowe – na

obrzeżu Gór Świętokrzyskich (w okolicach Annopola nad Wisłą) w formie **konkrecji** zasobnych w fosforany(V) wapnia.

Eksplorację fosforytów w Polsce rozpoczęto w Górach Świętokrzyskich w okresie międzywojennym, wykorzystując urobek na cele rolnicze (do produkcji nawozów fosforanowych). Obecnie, ze względu na niską opłacalność ekonomiczną, nie są one eksploatowane, a krajowe zapotrzebowanie na związki fosforu jest w całości pokrywane importowanymi surowcami.

Obieg fosforu w przyrodzie



Obieg fosforu w przyrodzie

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

Fosfor w postaci jonów fosforanowych PO_4^{3-} jest wypłukiwany ze skał, np. złóż fosforytów. W takiej formie jest możliwy do przyswojenia przez rośliny. Dla konsumentów źródłem fosforu są rośliny zielone, ewentualnie, niższe w piramidzie troficznej, poziomy konsumentów. Ostatnim ogniwem organizmów wykorzystujących fosfor są reducenty.

Organizmy te uwalniają ten pierwiastek do środowiska w postaci rozpuszczalnych w wodzie fosforanów(V). Część fosforu zostaje ponownie wprowadzona do obiegu przez zwierzęta zamieszkujące zbiornik wodny. Pozostała część fosforu zostaje wytrącona, trafiając do morskich osadów głębinowych. Ten ubytek uzupełniany jest przez wypłukiwany fosfor skalny. Dodatkowo, oprócz wietrzenia skał i spływów powierzchniowych, fosfor może być wprowadzony do wód, np. w wyniku:

- opadów atmosferycznych;
- nawozów fosforanowych (spływających z pól uprawnych);
- fosforanów stosowanych do produkcji środków piorących;
- ścieków komunalnych i przemysłowych.

Pojawiające się w wodzie fosforany mogą prowadzić do procesu eutrofizacji.

Eutrofizacja to proces wzbogacania zbiorników wodnych w pierwiastki biofilne, skutkujący wzrostem żyzności wód. Zjawisko eutrofizacji zachodzi na skutek zbyt dużych ilości związków fosforu, jak i azotu w wodzie. Duża ilość związków odżywczych powoduje masowy zakwit glonów i sinic. Obumierające glony opadają na dno zbiornika, gdzie ulegają rozkładowi. Do procesu tego zużywany jest tlen zgromadzony w przydennych warstwach wody. Gdy brakuje tlenu, wzrasta ilość bakterii beztlenowych, które kontynuują rozkład, a jednocześnie produkują szkodliwy dla organizmów wodnych siarkowodor.



Zakwit glonów w rzece w Chinach

Źródło: Felix Andrews, dostępny w internecie: wikipedia.org, licencja: CC BY-SA 2.5.

Słownik

diagenеза

proces tworzenia skały zwięzłej ze skał luźnych, polegający na łączeniu (zlepianiu) spoiwem ziaren skalnych

konkrecja

(łac. concretio „połączenie”, „zgęszczenie”) agregat mineralny występujący w skałach osadowych, różniący się składem i budową od skały otaczającej

szelf kontynentalny

część kontynentu zalana przez morze; podwodne przedłużenie kontynentów, wyznaczające granicę ich powierzchni

Bibliografia

Bolewski A., Parachoniak W., *Petrografia*, Warszawa 1982.

Encyklopedia PWN

Kasperek T., Michalak J., *Obrona przeciwchemiczna okrętu. Część IV. Charakterystyka i zastosowanie dymów maskujących*, Gdynia 2001, online:
http://pbc.gda.pl/Content/66350/Ochrona_przeciwchemiczna_okr%C4%99tu.pdf,
dostęp: 17.03.2021.

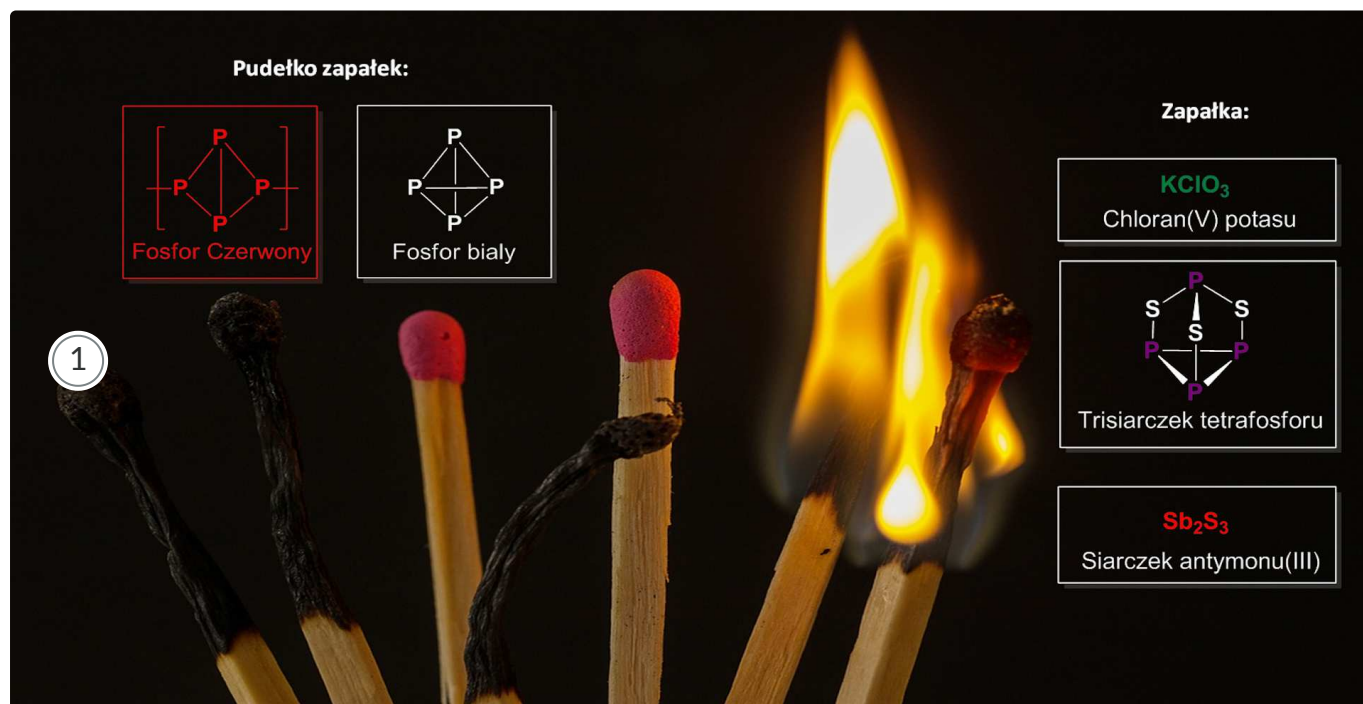
Ryka W., Maliszewska A., *Słownik petrograficzny*, Warszawa 1982.

Wzorek Z., *Odzysk związków fosforu z termicznego przetworzenia odpadów i ich zastosowanie jako substytutu naturalnych surowców fosforowych*, Kraków 2008.

Grafika interaktywna

Polecenie 1

Kiedy powstały pierwsze zapałki na bazie fosforu? Co wchodzi w ich skład i jaka reakcja zachodzi w czasie ich spalania? Zapoznaj się z grafiką interaktywną, a następnie rozwiąż ćwiczenia.



1

W roku 508 w Chinach wykonano pierwsze zapałki tzw. "ogniste calowe patyki", w skład których wchodził patyk sosnowy i główka wykonana z siarki.

Pierwsze europejskie zapałki były wyprodukowane w 1805 roku w Paryżu przez K. Chancel'a, asystenta francuskiego chemika

Zapałki – historia powstania i działanie

Źródło: GroMar Sp. z o.o., Materiał opracowany na podstawie materiału dostępnego pod adresem:

<https://www.compoundchem.com/2014/11/20/matches/>, dostępny w internecie: Grafika wykorzystuje fotografię pochodzącą ze strony internetowej: pixabay.com, licencja: CC BY-SA 3.0.

Polecenie 2

Jakie są zastosowania związków fosforu? Jakie związki chemiczne, których elementem jest fosfor, znalazły zastosowanie w produktach spożywczych? Zapoznaj się z grafiką interaktywną przedstawiającą niektóre z zastosowań związków fosforu, a następnie rozwiąż ćwiczenia.



1

Produkcja nawozów i pestycydów

Fosfor należy do podstawowych makroelementów roślin, jest ich niezbędnym składnikiem odżywczym, dlatego też sztuczne nawożenie związkami fosforu jest konieczne dla ich prawidłowego rozwoju.

Naturalnie występujące związki zawierające fosfor są w większości nierozpuszczalne i niedostępne dla roślin, dlatego też obieg fosforu w nich jest bardzo wolny. Większa część produkcji z użyciem fosforu znajduje zastosowanie w wytwarzaniu nawozów rolniczych, zawierających aż 70–75% P_4O_{10} .

Nawozy występują w postaci superfosfatu wapnia: mieszaniny diwodorofosforanu(V) wapnia ($Ca(H_2PO_4)_2$) i siarczanu(VI) wapnia-woda(1/2) ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$).

Superfosfat potrójny granulowany

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



1

Produkcja związków fosforoorganicznych

Biały fosfor jest szeroko stosowany do wytwarzania związków fosforoorganicznych poprzez pośrednie związki fosforu (np. chlorki i siarczki fosforu).

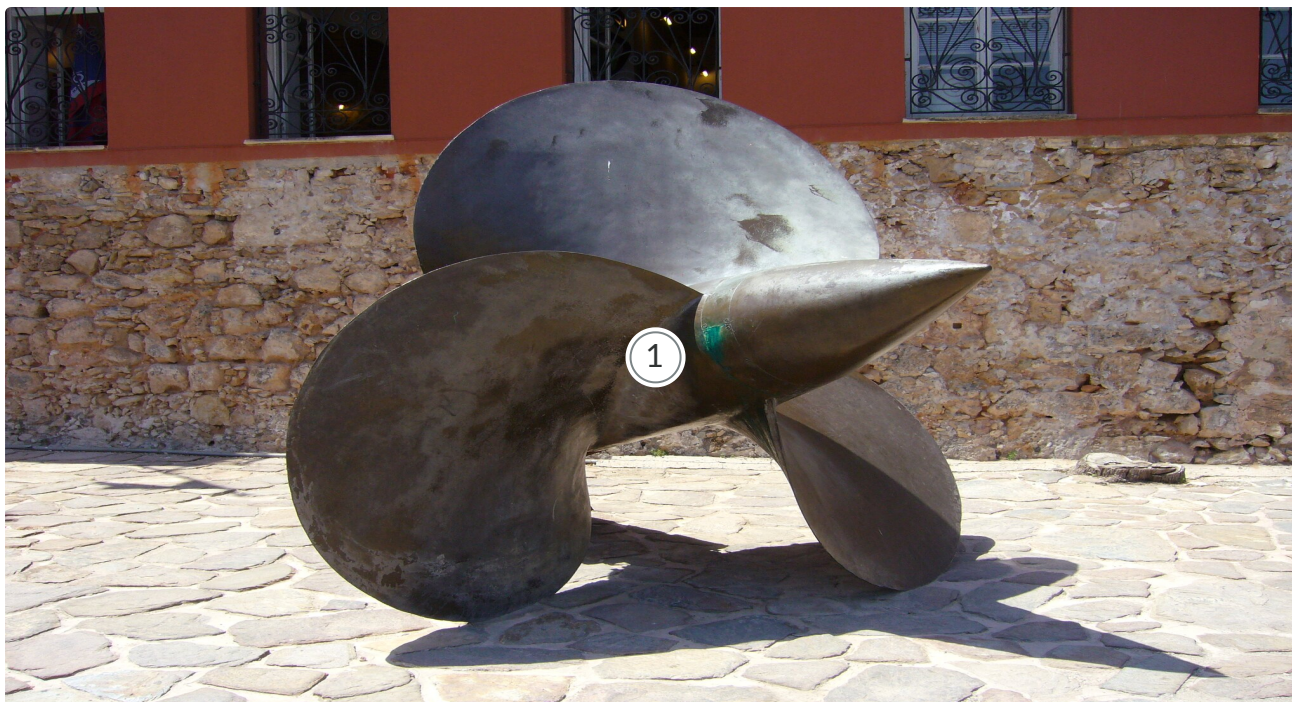
Związki fosforoorganiczne mają wiele zastosowań, m.in. używane są jako plastyfikatory, środki zmniejszające palność w produkcji pestycydów oraz w procesie uzdatniania wody.

Przykłady związków fosforoorganicznych to:

- PCl_3 , chlorek fosforu(III) - produkcja POCl_3 i pestycydów,
- POCl_3 , chlorek fosforylu - produkcja plastyfikatora,
- P_4O_{10} , tlenek fosforu(V) - produkcja dodatków i pestycydów.

Opryski terenu uprawnego

Źródło: Lite-Trac, dostępny w internecie: www.si.m.wikipedia.org, licencja: CC BY-SA 3.0.



1

Aspekty metalurgiczne

Fosfor jest ważnym składnikiem stosowanym w produkcji stali, brązu fosforowego i w wielu innych powiązanych produktach.

Jest on dodawany do metalicznej miedzi podczas procesu wytopienia oraz w celu wytworzenia stopów miedzi zawierających fosfor (CuOFP). Stopy te charakteryzują się wyższą odpornością na kruchość wodorową (niszczenie metalu, wywoływane przedostaniem się i gromadzeniem się atomów wodoru wewnątrz metalu) niż zwykła miedź.

Śruba z brązu fosforowego, uratowana z amerykańskiego okrętu wojennego z lat 40

Źródło: Tom Oates, dostępny w internecie: fa.m.wikipedia.org, licencja: CC BY-SA 3.0.



Zmiękcacz wody

Ten związek stosuje się w celu zmiękczenia wody, co poprawia działanie detergentów i zapobiega korozji rur lub kotłów.

Chelatacja kationu metalu przez trifosforan

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



Chemia spożywcza

Kwas fosforowy(V) jest stosowany w produktach spożywczych, takich jak napoje bezalkoholowe.

Sól wapnia znajduje zastosowanie w produkcji proszku do pieczenia, a fosforanów(V) używa się w celu poprawy właściwości przetworzonego mięsa i serów.

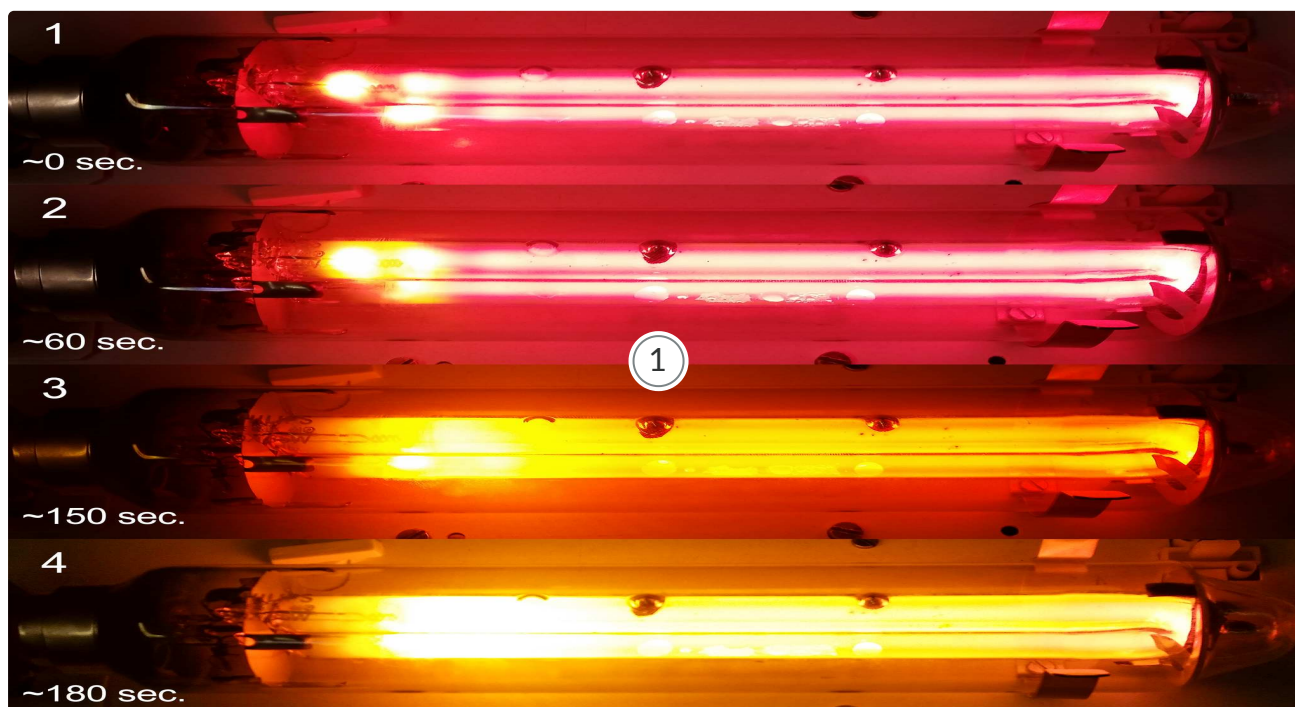
Związki fosforu są również składnikami past do zębów.

Przykłady związków fosforu, które znalazły zastosowanie w chemii spożywczej to:

- $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ - diwodorofosforan(V) wapnia-woda(1/1) - składnik proszku do pieczenia i nawozów sztucznych;
- $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ - wodorofosforan(V) wapnia-woda(1/2) - dodatek do żywności pochodzenia zwierzęcego, składnik pasty do zębów.

Wędliny

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



Inne zastosowania

Związki fosforu są używane do produkcji specjalnych szkła do lamp sodowych.

Popiół kostny i fosforan(V) wapnia są wykorzystywane do wytwarzania cienkiej porcelany.

Biały fosfor jest stosowany w wojsku jako bomby zapalające, bomby dymne oraz w amunicji

znacznikowej.

^{32}P i ^{33}P są stosowane jako radioaktywne znaczniki w laboratoriach biochemicznych.

Fazy rozgrzewania lampy LPS. Grafika interaktywna –wybrane zastosowania związków fosforu

Źródło: GroMar Sp. z o.o., na podstawie: Diskowski H., Hofmann T., Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, 2005.; Kogel E., Industrial Minerals & Rocks: Commodities, Markets, and Uses, 7th Edition, 2006.; Murphy P. J., Oxford University Press, Oxford 2004., licencja: CC BY-SA 3.0.

Ćwiczenie 1

Wybierz prawidłową odpowiedź. Jaka odmiana fosforu jest stosowana obecnie do produkcji zapalek?

☐ czarna

☐ fioletowa

☐ czerwona

☐ biała

Ćwiczenie 2

Którego ze związków fosforu można użyć w celu wyprodukowania detergentu do prania?
Wybierz poprawną odpowiedź.

☐ H_3PO_4

☐ POCl_3

☐ $\text{CaHPO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$

☐ $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$

Ćwiczenie 3

Wybierz prawidłowe odpowiedzi opisujące zastosowania fosforu i jego związków.

☐

Odgrywa ważną rolę w produkcji stali.

☐

Wykorzystuje się go do produkcji lamp sodowych.

☐

Izotopy fosforu są stosowane jako radioaktywne znaczniki w laboratoriach biochemicznych.

☐

Diwodorofosforan(V) wapnia-woda($1/1$) jest składnikiem proszku do pieczenia.

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Uzupełnij poniższy tekst.

Głównym źródłem fosforu, wykorzystywanym gospodarczo, są:

- złoża pochodzenia wulkanicznego – podstawowym minerałem jest
- złoża pochodzenia osadowego – tworzą się między innymi z powodu wytrącania fosforanu wapnia z wody morskiej, w wyniku czego powstają skały osadowe:

fosforany

fosforany

fosforyty

fluoroapatyt

fosforan

fluorouracyl

Ćwiczenie 2



Wybierz poprawne dokończenie poniższego zdania.

Zjawisko emisji słabego światła, wywołane reakcją powolnego utleniania się fosforu wystawionego na działanie tlenu zawartego w powietrzu, to:

☐ chemiluminescencja.

☐ fluorescencja.

☐ fosforescencja.

Ćwiczenie 3



Oceń poprawność zdań.

Zdanie	Prawda	Fałsz
Fosforany(V) amonu są nawozami dobrze rozpuszczalnymi w wodzie – więc także łatwo dostępnymi i przyswajalnymi dla roślin.	☐	☐
Fosfobraz to stop zawierający, oprócz miedzi i żelaza, także niewielką ilość fosforu.	☐	☐
Trójpolifosforan sodowy (STPP) jest podstawowym detergentem do użycia w zmywarkach.	☐	☐
Każda odmiana alotropowa fosforu jest silnie trująca. Dawka śmiertelna dla dorosłego człowieka wynosi około 0,1 g.	☐	☐

Ćwiczenie 4



Zaznacz, w jakim celu wykorzystuje się związki fosforu w przemyśle spożywczym.

☐ Ograniczają rozwój niektórych drobnoustrojów.

☐ Są regulatorem kwasowości.

☐ Są wzmacniaczem smaku.

☐ Ułatwiają procesy utleniania tłuszczu.

☐ Wiążą wodę podczas obróbki termicznej, co powoduje zmniejszenia masy końcowej produktu.

☐ Przedłużają termin przydatności do spożycia.

☐ Wiążą wodę podczas obróbki termicznej, co powoduje zwiększenie masy końcowej produktu.

Ćwiczenie 5

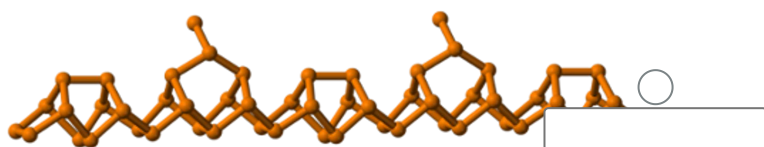
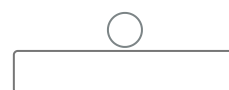
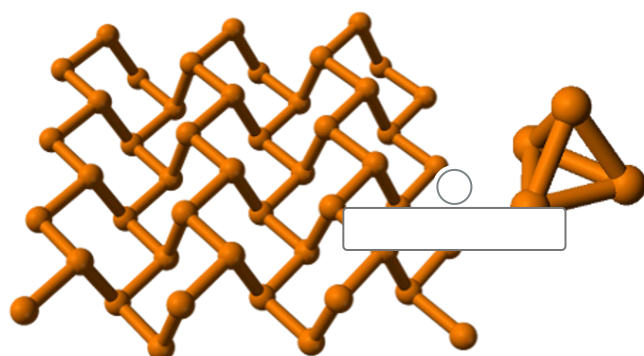


Wyjaśnij, na czym polega eutrofizacja.

Odpowiedź:

Ćwiczenie 6

Dopasuj podane struktury przestrzenne do odmian alotropowych fosforu:



fosfor fioletowy

fosfor czarny

fosfor biały

fosfor czerwony

Źródło: dostępny w internecie: www.cs.wikipedia.org, domena publiczna.

Ćwiczenie 7



Połącz hasła z ich krótką charakterystyką.

Fosfor biały -

najaktywniejsza odmiana alotropowa fosforu. Biała, lepka, woskowata substancja. Toksyczny dla człowieka.

Diageneza -

proces tworzenia skały zwięzłej ze skał luźnych, polegający na łączeniu (zlepianiu) spoiwem ziaren skalnych.

Apatyt -

jest nieorganicznym składnikiem kości i zębów. Stanowi w nich rusztowanie zapewniające mechaniczne właściwości. W kościach ma postać bardzo długich kryształów.

Hydroksyapatyt -

substancje, które działają na organizm człowieka, wywołując określony efekt terapeutyczny.

Aktywne składniki -

należy do jednych z głównych źródeł fosforu wykorzystywanych gospodarczo, ma pochodzenie wulkaniczne.

Ćwiczenie 8



Uzupełnij poniższy tekst, wybierając właściwe odpowiedzi.

Fosfor jest pierwiastkiem chemicznym zajmującym jedenaste miejsce pod względem rozpowszechnienia w skorupie ziemskiej. Jego zawartość wynosi / .

Pierwiastek / w przyrodzie w stanie wolnym.

Najczęstszą postacią są sole kwasu fosforowego(V). Najważniejsze minerały to:

/ $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ i /

$3 \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{CaF}_2$ lub $3 \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{CaCl}_2$. Większość naturalnie występujących nieorganicznych związków fosforu stanowią /

minerały, w których występuje on w postaci jonu fosforanowego PO_4^{3-} .

Dla nauczyciela

Scenariusz zajęć

Autor: Marta Wróbel, Krzysztof Błaszczak

Przedmiot: chemia

Temat: Jakie są zastosowania fosforu i jego najważniejszych związków?

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

Podstawa programowa:

Poziom podstawowy 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.

Wymagania szczegółowe

Poziom podstawowy

XXII. Elementy ochrony środowiska. Uczeń:

2) wymienia podstawowe rodzaje zanieczyszczeń powietrza, wody i gleby (np. metale ciężkie, węglowodory, produkty spalania paliw, freony, pyły, azotany(V), fosforany(V) (ortofosforany(V)), ich źródła oraz wpływ na stan środowiska naturalnego; opisuje rodzaje smogu oraz mechanizmy jego powstawania.

Poziom rozszerzony

XXII. Elementy ochrony środowiska. Uczeń:

2) wymienia podstawowe rodzaje zanieczyszczeń powietrza, wody i gleby (np. metale ciężkie, węglowodory, produkty spalania paliw, freony, pyły, azotany(V), fosforany(V)

(ortofosforany(V)), ich źródła oraz wpływ na stan środowiska naturalnego; opisuje rodzaje smogu oraz mechanizmy jego powstawania.

Poziom rozszerzony

III. Wiązania chemiczne. Oddziaływania międzycząsteczkowe. Uczeń:

9) wyjaśnia pojęcie alotropii pierwiastków.

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:

- omawia zastosowania fosforu;
- wymienia najważniejsze dla przemysłu związki fosforu;
- analizuje na podstawie właściwości fosforu i jego związków ich zastosowania.

Strategie nauczania:

- asocjacyjna;
- problemowa.

Metody i techniki nauczania:

- debata oxfordzka;
- metoda lekcji odwróconej;
- ćwiczenia uczniowskie;
- okienko informacyjne;
- analiza materiału źródłowego;
- technika zdań podsumowujących.

Formy pracy:

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

Środki dydaktyczne:

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

Przed lekcją:

Metoda lekcji odwróconej – uczniowie w domu zapoznają się z zasadami debaty oxfordzkiej: (<https://www.youtube.com/watch?v=wqnYhugoixo&t=3s>) i materiałem do lekcji. Nauczyciel podaje uczniom trzy proponowane niżej tematy do dyskusji: „Za czy przeciw stosowaniu fosforanów w przemyśle?”; „Nawozy fosforanowe – stosować czy nie?”; „Najbardziej przełomowym zastosowaniem fosforu było...”. Uczniowie zapoznają się z treściami e-materiału, grafiką interaktywną dotyczącą zastosowania fosforu i jego związków w e-materiale. Mogą też skorzystać z innych źródeł informacji. Wyszukują informacje na temat zastosowania fosforanów w przemyśle – jakie gałęzie, jaka jest ich rola, szkodliwość na organizm człowieka i otoczenie, dlaczego są stosowane do produkcji żywności; nawozy fosforowe – rodzaje, przykłady, jaka jest ich rola, rola fosforu w życiu rośliny, jakie formy przyswajalne, skutki stosowania nawozów.

Przebieg lekcji

Faza wstępna:

1. Nauczyciel podaje uczniom temat lekcji. Ustalenie celów lekcji. Nauczyciel podaje temat zajęć i wspólnie z uczniami ustala cele lekcji, które uczniowie zapisują w portfolio.
2. Nauczyciel przypomina uczniom zasady pracy debatą oxfordzką.

Faza realizacyjna:

1. Uczniowie losują jeden z trzech poniższych tematów do debaty oxfordzkiej:
 - „Za czy przeciw stosowaniu fosforanów w przemyśle?”
 - „Nawozy fosforanowe – stosować czy nie?”
 - „Najbardziej przełomowym zastosowaniem fosforu było...”
 - lub własny temat wybrany przez nauczyciela lub zespół klasowy w fazie wstępnej lekcji.
3. Uczniowie losują losy do funkcji, które są ujęte w debacie oxfordzkiej.
4. Marszałek rozpoczyna debatę na temat, jaki zostanie wylosowany przez uczniów. Ocena debaty wg kryteriów zamieszczonych w materiałach pomocniczych.
5. Uczniowie samodzielnie sprawdzają swoją wiedzę, wykonując ćwiczenia zawarte w e-materiale w zakładce „Sprawdź się”.

Faza podsumowująca:

1. Uczniowie przygotowują samodzielnie notatkę z lekcji – okienko informacyjne. Kartkę w zeszycie uczniowie dzielą na cztery części (poziom, pion lub po przekątnej). W pierwsze okienko uczniowie wpisują hasło, które ich interesuje. W drugim podają definicję danego terminu (z różnych źródeł). W trzecie wpisują metaforyczne znaczenie wyrazu, żart językowy, rebus itp. Ostatnie okienko może mieć formę scenki komiksowej, dialogu, karykatury z zastosowaniem interesującego uczniów terminu.
2. Jako podsumowanie lekcji nauczyciel może wykorzystać zdania do uzupełnienia, które uczniowie również zamieszczają w swoim portfolio:

- Nauczyłem/łam się...
- Zrozumiałem/łam, że...
- Zaskoczyło mnie...
- Dowiedziałem/łam się...
- Łatwe było dla mnie....
- Trudne było dla mnie...

Praca domowa:

Uczniowie wykonują pozostałe ćwiczenia zawarte w zestawie ćwiczeń.

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania multimedium:

Grafikę interaktywną uczniowie mogą wykorzystać przygotowując się do zajęć lub mogą jej użyć podczas lekcji powtórzeniowej. Uczniowie nieobecni na lekcji mogą wykorzystać medium jako nadrobienie zaległości i uzupełnienie luk kompetencyjnych.

Materiały pomocnicze:

1. Nauczyciel przygotowuje:

- arkusze papieru A4, mazaki.

2. Kryteria oceny podczas debaty wg *Zasady Debaty Oksfordzkiej*, Akademickie Mistrzostwa Polskich Debat Oksfordzkich, Stowarzyszenie Nowe Przestrzenie Krakowskie Stowarzyszenie Mówców Wydział Gospodarki i Administracji UEK w Krakowie, 2017.