

Так, для ўстанаўлення 375-й пробы золата выкарыстоўваюць раствор з масавай доляй азотнай кіслаты, роўнай 59,5 % (шчыльнасць раствору 1,4 г/см³). Вызначыце малярную канцэнтрацыю кіслаты ў дадзеным раствору.

7. У якасці супрацьзапаленчага сродку пры хранічным гастрыце і язве страўніка пацыентам назначаюць 0,06%-ы раствор AgNO_3 . Разлічыце масу і хімічную колькасць нітрату серабра(І), неабходнага для прыгатавання такога раствору аб'ёмам 500 см³ са шчыльнасцю 1 г/см³.
8. Карыстаючыся тэкстам параграфа і інфармацыяй з Інтэрнэту, складзіце схемы ўжывання: а) азотнай кіслаты; б) нітратаў. Па складзеных схемах падрыхтуйце апавяданне пра ўжыванне гэтых рэчываў.

§ 27. Фосфар — хімічны элемент і простае рэчыва

У перыядычнай сістэме хімічных элементаў неметал **фосфар Р** размешчаны ў трэцім перыядзе ў VA-групе. Разгледзім уласцівасці гэтага хімічнага элемента і ўтвараемых ім простых рэчываў больш падрабязна.

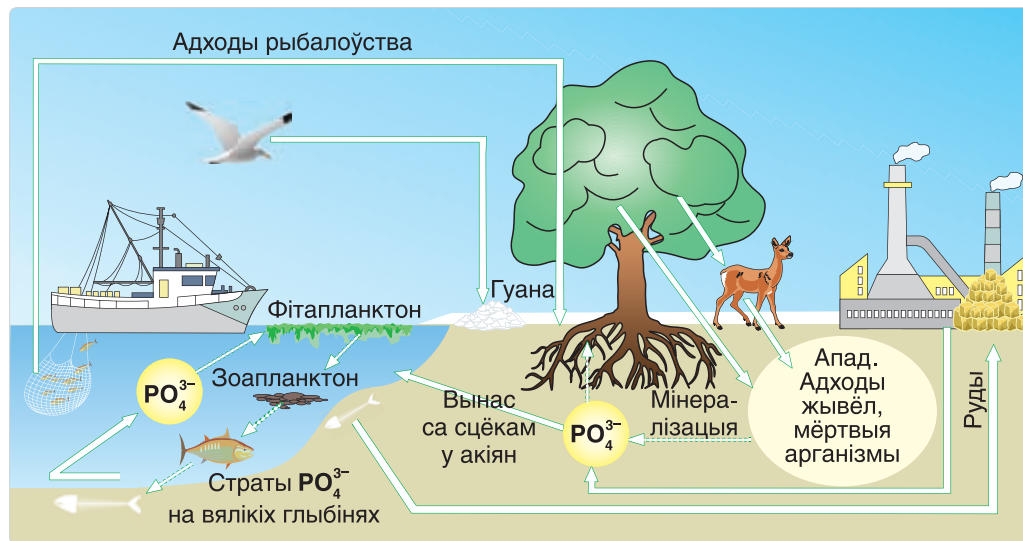
Фосфар у прыродзе

З прычыны высокай хімічнай актыўнасці фосфар у прыродзе ў свабодным выглядзе не сустракаецца. У глебе і ў горных пародах ён змяшчаецца ў выглядзе солей фосфарнай кіслаты — **фасфатаў**. Так, фасфат кальцыю $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ з'яўляецца асноўным кампанентам мінералу апатыту (мал. 77). У выглядзе злучэнняў фосфар уваходзіць у састаў касцявой, мышачнай і нервовай тканак чалавека і жывёл. У арганізме дарослага чалавека змяшчаецца каля 0,75 кг гэтага элемента. Шмат злучэнняў фосфару ў нервовых клетках, што дазволіла вядомаму геахіміку А. Я. Ферсману назваць фосфар «элементам мыслення». У касцях чалавека і пазваночных жывёл вялікая колькасць фосфару змяшчаецца менавіта ў выглядзе фасфату кальцыю. Раслінам фосфар неабходны для фарміравання і развіцця насення і плодуў.

Фосфар паступае ў арганізмы чалавека і жывёл з расліннай ежай і прадуктамі харчавання. Расліны, у сваю чаргу, засвойваюць фосфар з глебы.



Мал. 77. Апатыт



Мал. 78. Кругаварот фосфару ў прыродзе

Пры гніенні рэшткаў жывёл і раслін фосфар вяртаецца ў глебу. Так ажыццяўляецца кругаварот фосфару ў прыродзе (мал. 78).

Будова атамаў фосфару

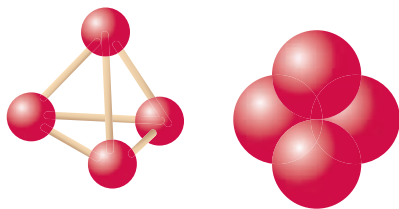
У атаме фосфару маецца 15 электронаў, якія размяшчаюцца на трох электронных сляях:



На знешнім электронным слоі ў атамаў фосфару, гэтак жа як і ў атамаў азоту, маецца па 5 электронаў. У злучэннях з металамі і вадародам фосфар выяўляе ступень акіслення, роўную -3 , напрыклад у фасфідзе кальцыю Ca_3P_2 . Максімальная дадатная ступень акіслення, якую прыяўляюць атамы фосфару ў злучэннях, роўна $+5$, напрыклад у фосфарнай кіслаце H_3PO_4 . Для атамаў фосфару таксама характэрна ступень акіслення $+3$, напрыклад у фтарыдзе фосфару PF_3 .

Будова і фізічныя ўласцівасці простых рэчываў

Фосфар утварае некалькі алатропных мадыфікацый, якія называюцца белым, чырвоным і чорным фосфарам.



Мал. 79. Схема будовы і мадэль малекулы белага фосфару

Белы фосфар складаецца з малекул P_4 , якія маюць форму тэтраэдра. У такіх малекулах кожны з чатырох атамаў фосфару звязаны кавалентнай сувяззю з трыма астатнімі (мал. 79). Як малекулярнае злучэнне белы фосфар легкаплаўкі і лятучы. **Белы фосфар** — **моцна ядавітае рэчыва**, узгараецца на паветры, свеціцца ў цемры. Захоўваюць яго пад слоём вады.



Белы фосфар упершыню быў атрыманы з мачы алхімікам Хёнігам Брантам у 1669 г. у выглядзе масы, якая свеціцца ў цемры. Адсюль паходзіць і назва гэтага элемента (фосфар у перакладзе з грэчаскай мовы азначае «святланосны»).

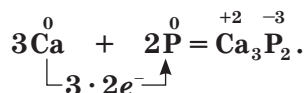
На святле і пры награванні да $300\text{ }^{\circ}\text{C}$ без доступу паветра белы фосфар ператвараецца ў парашок, колер якога можа быць ад чырвона-бурага да чырвонага і фіялетавага (чырвоны фосфар). *Чырвоны фосфар* не лятучы, не раствараецца ў вадзе, не ядавіты.

Чырвоны і чорны фосфар, з якім вы падрабязней пазнаёміцеся ў курсе хіміі 11-га класа, маюць складаную структуру.

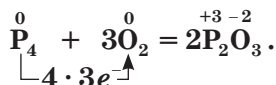
Хімічныя ўласцівасці фосфару

Хімічна фосфар дастаткова актыўны — непасрэдна злучаецца шмат з якімі простымі рэчывамі з вылучэннем вялікай колькасці цеплаты. Пры гэтым фосфар выяўляе як акісляльныя, так і аднаўленчыя ўласцівасці.

Акісляльныя ўласцівасці фосфару выяўляюцца пры яго ўзаемадзеянні з найбольш актыўнымі металамі. Пры гэтым утвараюцца *фасфіды*:



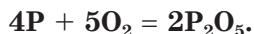
Аднаўленчыя ўласцівасці фосфару выяўляюцца пры яго ўзаемадзеянні з кіслародам. Але ў розных мадыфікацый фосфару хімічная актыўнасць розная. Напрыклад, белы фосфар пры хатняй тэмпературы лёгка акісляецца на паветры з утварэннем *аксиду фосфару(III)*:



Мал. 80. Гарэнне чырвонага фосфару ў кіслародзе



Акiсленне белага фосфару суправаджаецца сваячэннем. Белы і чырвоны фосфар пры падпальванні загараюцца і гараць асяляпляльна яркім полымем (мал. 80) з утварэннем белага дыму *аксiду фосфару(V)*:



Ужыванне фосфару

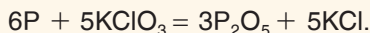
Фосфар выкарыстоўваюць у вытворчасці фосфарнай кіслаты і фосфарных угнаенняў, паўправадніковых матэрыялаў як кампанент пакрыццяў сталёных вырабаў і г. д. (мал. 81). Белы фосфар ужываюць для вырабу трасіруючых боепрыпасаў як дымаўтваральны і запальны сродак, чырвоны фосфар — асноўны кампанент сумесі для запалкавых пачкаў.



Мал. 81. Ужыванне фосфару



Сучасныя запалкі, якія запальваюцца пры трэнні аб спецыяльную паверхню, былі вынайдзены ў Швецыі ў 1855 г. На бакавыя паверхні запалкавага пачка наносіць масу, якая складаецца з чырвонага фосфару, аксиду жалеза(III) Fe_2O_3 , злучэнняў сурмы і марганцу з прымессю здробненага шкла і клею. У састаў запалкавай галоўкі ўваходзяць хлорат калію KClO_3 , сера, напаяняльнікі і клей. Пры трэнні запалкавай галоўкі аб фосфарныя намазкі адбываецца ўзгаранне:



Фосфар утварае некалькі алатропных мадыфікацый — белы, чырвоны і чорны фосфар.

Белы фосфар — моцна ядавітае рэчыва.

Фосфар выяўляе аднайленчыя ўласцівасці ў рэакцыі з кіслародам і акісляльнымі — у рэакцыях з актыўнымі металамі.



Пытанні і заданні

1. У выглядзе якіх злучэнняў фосфар знаходзіцца ў прыродзе?
2. Пералічыце алатропныя мадыфікацыі фосфару.
3. Як даказаць, што белы і чырвоны фосфар з'яўляюцца алатропнымі мадыфікацыямі аднаго і таго ж элемента?
4. Чаму белы фосфар нельга захоўваць на паветры? Пацвердзіце адказ запісам ураўнення рэакцыі.
5. Запішыце ўраўненні рэакцыі, якія характарызуюць хімічныя ўласцівасці фосфару.
6. Вызначыце ступені акіслення атамаў фосфару ў наступных злучэннях: PCl_3 , Mg_3P_2 , P_2O_5 , H_3PO_4 , KH_2PO_4 .
7. Разлічыце хімічную колькасць і масу аксиду фосфару(V), які атрымаецца пры спальванні фосфару масай 70 г у кіслародзе. Які аб'ём (н. у.) кіслароду для гэтага спатрэбіцца?
8. Падрыхтуйце паведамленні: 1) пра гісторыю запалак; 2) пра біялагічную ролю фосфару і яго злучэнняў.

§ 28. Кіслародзмяшчальныя злучэнні фосфару

Сярод неарганічных злучэнняў фосфару найбольшае значэнне маюць яго аксіды, фосфарная кіслата H_3PO_4 і яе солі.

Аксіды фосфару

У залежнасці ад умоў акіслення фосфару можна атрымаць *аксід фосфару(III)* P_2O_3 або *аксід фосфару(V)* P_2O_5 .