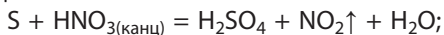
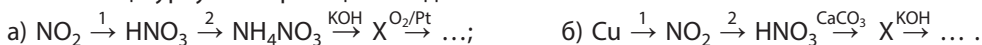


Пытанні, заданні, задачы

1. Выпішыце з тэксту параграфа восем формул нітратаў.
2. Пералічыце найважнейшыя фізічныя ўласцівасці азотнай кіслаты.
3. Укажыце афарбоўку раствору азотнай кіслаты пры дадаванні: а) лакмусу; б) метыл-аранжу.
4. Складзіце формулы нітратаў магнію, літыю, жалеза(III), барыю.
5. Прааналізуйце магчымасць працякання рэакцый у растворы паміж азотнай кіслатой і солямі: хларыд калію, карбанат калію, сульфід натрыю, сульфат натрыю.
6. Складзіце ўраўненні рэакцый у малекулярнай і іоннай формах паміж азотнай кіслатой і рэчывамі, формулы якіх: Fe_2O_3 , $\text{Ca}(\text{OH})_2$, MgCO_3 .
7. Разлічыце масу солі, якую можна атрымаць у выніку ўзаемадзеяння медзі і раствору масай 50 г з масавай доляй азотнай кіслаты 60 % (кіслата канцэнтраваная).
8. Метадам электроннага балансу расставіце каэфіцыенты ва ўраўненнях рэакцый з удзелам азотнай кіслаты:



9. Запішыце ўраўненні рэакцый згодна са схемай:



10. Які мінімальны аб'ём раствору азотнай кіслаты з масавай доляй 80 % і шчыльнасцю $1,45 \text{ г/см}^3$ неабходны для растварэння серабра масай 4,32 г? Рэакцыя працякае паводле схемы: $\text{Ag} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{AgNO}_3 + \text{NO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$.

**§ 39. Кіслародзмяшчальныя злучэнні фосфару**

Да найбольш значных кіслародзмяшчальных злучэнняў фосфару адносяць аксід фосфару(V), фосфарную кіслату і яе солі.

Аксіды фосфару

Узаемадзеянне кіслароду з фосфарам прыводзіць да ўтварэння аксідаў, састаў якіх залежыць ад умоў правядзення рэакцыі.

Пры спальванні фосфару ў чыстым кіслародзе, як паказана на с. 201, атрымліваецца аксід фосфару(V) P_2O_5 , а пры недахопе кіслароду — аксід фосфару(III) P_2O_3 .



Белы фосфар — адно з першых дыматворных рэчываў, пры спальванні якога падчас ваенных дзеянняў утваралася дымавая заслона з часціц P_2O_5 . Дым — дысперсная сістэма, што складаецца з цвёрдых узважаных часціц у газавым асяроддзі.

Аксід фосфару(V) лічаць самым эфектыўным асушальнікам. Прычым асушальнікам з'яўляецца і ўтвораная пры гэтым кіслата. Абыходзіцца з P_2O_5 варта вельмі асцярожна, бо пры кантакце са скурай аксід выклікае моцныя апёкі, адна з прычын — абязводжванне тканак.

Аксід фосфару(V) P_2O_5 — найвышэйшы аксід фосфару, і яму адпавядае гідраксід H_3PO_4 — фосфарная (або *арта*фосфарная) кіслата.

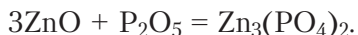
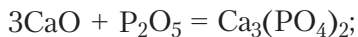
P_2O_5 — белае цвёрдае рэчыва ($T_{пл.} = 420$ °С). З'яўляецца тыповым кіслотным аксідам: рэагуе з вадой (1), асноўнымі аксідамі (2) і шчолачамі (3), шырока выкарыстоўваецца ў арганічным сінтэзе. Разгледзім асаблівасці гэтых рэакцый:

1. Канчатковым прадуктам рэакцыі аксіду фосфару(V) з вадой з'яўляецца фосфарная кіслата H_3PO_4 :

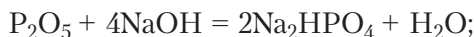
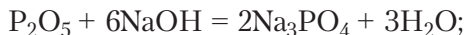


Аксід фосфару(V) не толькі раствараецца ў вадзе, але і «прагна» паглынае пары вады з паветра, гэта значыць ён гіграскапічны, выкарыстоўваецца ў якасці асушальніку.

2. Узаемадзеянне з асноўнымі і амфатэрнымі аксідамі прыводзіць да ўтварэння солей:

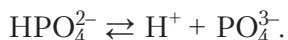


3. Пры растварэнні P_2O_5 у шчолачах могуць утварацца як сярэднія, так і кіслыя солі (у залежнасці ад суадносін рэагентаў). Напрыклад, пры ўзаемадзеянні з гідраксідам натрыю могуць утварацца Na_3PO_4 , Na_2HPO_4 або NaH_2PO_4 :

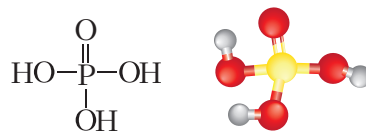


Фосфарная кіслата

Хімічныя і фізічныя ўласцівасці. Фосфар утварае некалькі кіслот, аднак самая ўстойлівая фосфарная кіслата H_3PO_4 (мал. 96). Са структурнай формулы яе малекулы відаць, што кіслата трохасноўная. H_3PO_4 — рэчыва, тэмпература плаўлення якога 42,35 °С. Гэта азначае, што пры пакаёвай тэмпературы фосфарная кіслата — цвёрдае рэчыва. Фосфарная кіслата добра растваральная ў вадзе. У водным раствору дысацыіруе ступеньчата:



Фосфарная кіслата — слабы электраліт, дысацыіруе пераважна па першай ступені.

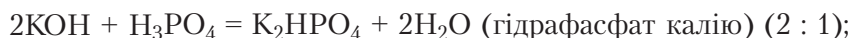


Мал. 96. Структурная формула і шарастрыжнёвая мадэль малекулы фосфарнай кіслаты

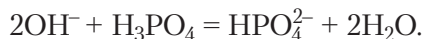
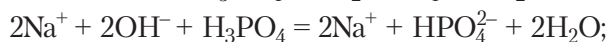
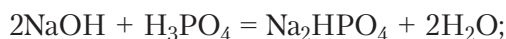
У растворах яна праяўляе *агульныя* ўласцівасці кіслот: змяняе колер індыкатараў і ўтварае солі ў рэакцыях з металамі, якія знаходзяцца ў радзе актыўнасці да вадароду (1), асноўнымі і амфатэрнымі аксідамі (2), гідраксідамі металаў і аміякам (3), іншымі солямі (4); яна не з'яўляецца акісляльнікам за кошт аніёна:

1	$3\text{Mg} + 2\text{H}_3\text{PO}_4 = \text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2\downarrow + 3\text{H}_2\uparrow$ метал
2	$3\text{CaO} + 2\text{H}_3\text{PO}_4 = \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2\downarrow + 3\text{H}_2\text{O}$ аксід асноўны $3\text{ZnO} + 2\text{H}_3\text{PO}_4 = \text{Zn}_3(\text{PO}_4)_2\downarrow + 3\text{H}_2\text{O}$ аксід амфатэрны
3	$3\text{NaOH} + \text{H}_3\text{PO}_4 = \text{Na}_3\text{PO}_4 + 3\text{H}_2\text{O};$ аснова (шчолач) $2\text{NH}_3 + \text{H}_3\text{PO}_4 = (\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ аміяк
4	$3\text{K}_2\text{CO}_3 + 2\text{H}_3\text{PO}_4 = 2\text{K}_3\text{PO}_4 + 3\text{H}_2\text{O} + 3\text{CO}_2\uparrow$ соль

Адзначым, што фосфарная кіслата ўтварае як сярэднія солі (фасфаты), так і кіслыя (гідрафасфаты і дыгідрафасфаты), у залежнасці ад суадносін зыходных рэчываў. Напрыклад:



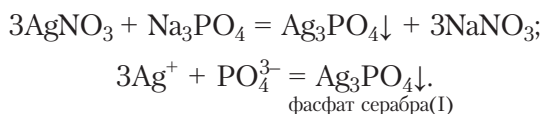
Пры складанні *ўраўненняў рэакцый у іоннай форме* фосфарную кіслату прадстаўляюць у выглядзе малекул як пераважных часціц у яе растворы. Напрыклад:



Прымяненне і атрыманне. Фосфарную кіслату выкарыстоўваюць у вытворчасці ўгнаенняў і кармавых сродкаў, для фарміравання антыкаразійных пакрыццяў на металах, а таксама ў харчовай прамысловасці для надання кіславатага смаку безалкагольным напоям, для асвятлення цукру.

Атрымліваюць H_3PO_4 узаемадзеяннем прыродных фасфатаў з сернай кіслатай пры 60–80 °С з наступным адфільтраваннем асадку CaSO_4 . Пры гэтым фосфарная кіслата ўтвараецца ў выглядзе сіропападобнага раствору з масавай доляй рэчыва 85 %. Другі спосаб — спальванне фосфару, атрыманага напальваннем прыроднага фасфату з пяском і вугалем, і наступнае растварэнне аксіду ў вадзе: $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \rightarrow \text{P} \rightarrow \text{P}_2\text{O}_5 \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_4$.

Солі фосфарнай кіслаты. Фасфаты, як правіла, нерастваральныя, за выключэннем солей натрыю, калію і амонію. Кіслыя солі больш растваральныя, чым сярэднія, а дыгідрафасфаты маюць большую растваральнасць, чым гідрафасфаты. Напрыклад, фасфат $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ нерастваральны, гідрафасфат CaHPO_4 — маларастваральны, а дыгідрафасфат $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ добра раствараецца ў вадзе. Большасць фасфатаў валодае высокай тэрмічнай устойлівасцю — не разбураецца пры награванні да тэмпературы плаўлення. Характэрная асаблівасць фасфатаў (сярэдніх солей) — утварэнне асадку жоўтага колеру пры дзеянні раствору нітрату серабра(I) (Дадатак 3):



У адрозненне ад светла-жоўтага асадку браміду серабра(I) і жоўтага асадку ёдиду серабра(I), фасфат серабра(I) раствараецца пры дадаванні азотнай кіслаты.

Прымяненне солей фосфарнай кіслаты. Многія сярэднія і кіслыя солі фосфарнай кіслаты ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$, $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$) выкарыстоўваюцца ў якасці ўгнаенняў. Фасфаты знаходзяць прымяненне ў вытворчасці каўчуку, пластмас, у металургіі. Фасфат натрыю памяншае жорсткасць вады і паляпшае мыйнае дзеянне пральных парашкоў. Тым не менш у многіх дзяржавах у цяперашні час уведзены абмежаванні выкарыстання фасфатаў у якасці пральных сродкаў. Справа ў тым, што пасля мыцця фасфаты трапляюць у сцёкавыя вады, а потым у вадаёмы, спрыяючы бурнаму развіццю планктону і водарасцяў — вадаёмы «старэюць». Паводле некаторых звестак, 1 г фасфату стымулюе рост 5–10 кг водарасцяў.

Акід фосфару(V) — кіслотны акід.

Фосфарная кіслата, у адрозненне ад азотнай, з'яўляецца пры н. у. цвёрдым рэчывам, адносіцца да слабых кіслот і акісляльныя ўласцівасці выяўляе толькі за кошт атамаў вадароду.

Солі фосфарнай кіслаты — фасфаты, гідрафасфаты і дыгідрафасфаты — знаходзяць шырокае ўжыванне ў якасці ўгнаенняў.

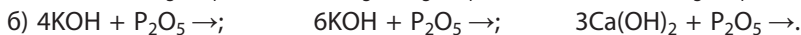
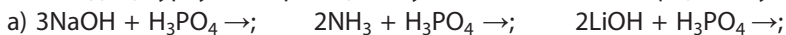
Пытанні, заданні, задачы

1. Назавіце класы рэчываў, з якімі ўзаемадзейнічае: а) акід фосфару(V); б) фосфарная кіслата.
2. Складзіце формулы: а) дыгідрафасфату калію; дыгідрафасфату кальцыю; гідрафасфату магнію; фасфату жалеза(III); б) дыгідрафасфату магнію; гідрафасфату жалеза(III); гідра-

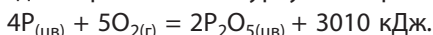
фасфату цынку; фасфату натрыю. Запішыце ўраўненні іх электралітычнай дысацыяцыі, улічваючы адшчапленне толькі іонаў металу.

3. Запішыце тры ўраўненні паслядоўных рэакцый, якія адбываюцца пры дадаванні раствору: а) гідраксиду калію да раствору фосфарнай кіслаты; б) фосфарнай кіслаты да раствору гідраксиду натрыю. Назавіце ўтвораныя солі.

4. Складзіце ўраўненні рэакцый з улікам названых каэфіцыентаў:



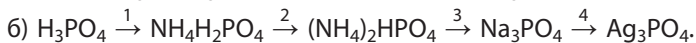
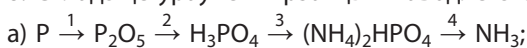
5. Вызначце колькасць цеплаты, якая вылучаецца пры згаранні фосфару масай 1 кг паводле тэрмахімічнага ўраўнення рэакцыі:



6. Ці можна ў якасці асушальніку газападобнага аміяку ўжываць P_2O_5 ? Адказ аргументуйце.

7. У трох пранумараваных прабірках знаходзяцца растворы нітрату калію, фасфату калію, хларыду натрыю. Прапануйце план распазнання рэчываў. Патлумачце ўраўненні рэакцый у малекулярнай і іоннай формах.

8. Складзіце ўраўненні рэакцый паводле схемы:



9. Неабходна прыгатаваць раствор фосфарнай кіслаты масай 500 г з масавай доляй рэчыва 5 %. Разлічыце масы неабходных для гэтай мэты аксиду фосфару(V) і вады.

10. Разлічыце аб'ём паветра (н. у.), неабходны для спальвання фосфару масай 1 кг. Чаму роўная маса фосфарнай кіслаты, якая ўтвараецца пры растварэнні атрыманага аксиду фосфару(V)?



§ 40. Найважнейшыя мінеральныя ўгнаенні

Угнаенні — рэчывы, што ўносяцца ў глебу ці іншае пажыўнае асяроддзе для вырошчвання раслін. Яны забяспечваюць паўнаватарнае жыццё раслін, а значыць, паляпшаюць іх рост, развіццё, плоданашэнне і павялічваюць ураджайнасць сельскагаспадарчых культур.

Угнаенні ўтрымліваюць хімічныя элементы, якія неабходны для жыцця раслін, але прысутнічаюць у асяроддзі іх пражывання ў недастатковых колькасцях. Часцей за ўсё расліны адчуваюць недахоп такіх біялагічна значных элементаў, як азот, калій і фосфар. Па колькасці пажыўных элементаў сярод угнаенняў вылучаюць простыя і комплексныя. Простыя ўгнаенні — *азотныя, фосфарныя, калійныя* — утрымліваюць адзін пажыўны элемент. У саставе комплексных угнаенняў іх некалькі, напрыклад калійная салетра KNO_3 утрымлівае і азот, і калій.