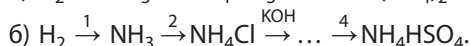
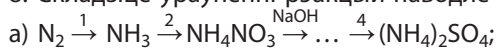


5. Пeralічыце ўмовы сінтэзу аміяку ў прамысловасці. Запішыце ўраўненне гэтай рэакцыі. Чаму сінтэз вядуць пры высокім ціску?

6. Разлічыце аб'ём (н. у.) аміяку, які вылучыўся ў рэакцыі хларыду амонію масай 5,35 г з дастатковай колькасцю гідраксиду кальцыю.

7. Вызначце хімічную формулу злучэння, у якім масавыя долі азоту, вадароду, серы і кіслароду адпаведна роўныя 12,17 %, 4,35 %, 27,83 %, 55,65 %.

8. Складзіце ўраўненні рэакцый паводле схемы:



9. У чатыры прабіркi з растворами солей дадалі раствор гідраксиду натрыю. У першай прабіркi выпаў белы асадak, у трэцяй — блакітны. У другой і чацвёртай бачных змен не назіралі, таму іх падагрэлі і да адтулін паднеслі вільготную фенолфталеінавую паперу. Пры гэтым папера стала малінавай над чацвёртай прабіркай. Назавіце змесціва кожнай прабіркi, калі для вызначэння былі прапанаваны солі: а) нітрат натрыю, нітрат амонію, нітрат медзі(II), нітрат магнію; б) хларыд амонію, хларыд калію, сульфат медзі(II), хларыд кальцыю. Напішыце ўраўненні адпаведных рэакцый.

10. Малярная маса газавай сумесі, якая складаецца з аміяку і вадароду, роўная 14 г/моль. Вызначце аб'ёмную долю аміяку ў сумесі.



Лабараторны дослед 6. Выяўленне іонаў амонію ў раствору

Рэактывы: растворы хларыду (ці сульфату) амонію, гідраксиду натрыю, індыкатарная папера.

У замацаваную ў штатыве прабірку з растворам хларыду (сульфату) амонію дадайце раствор гідраксиду натрыю аб'ёмам 1–2 см³. Прагрэйце сумесь на працягу некалькіх секунд, паднёсшы да адтуліны прабіркi (не дакранаючыся да сценак!) вільготную індыкатарную паперу. Адзначце змяненне колеру.

Зрабіце вывад, як можна выявіць іоны амонію ў раствору.



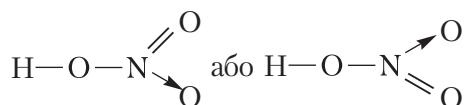
§ 37.1

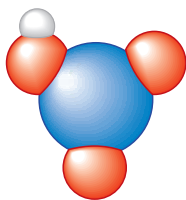
§ 38. Азотная кіслата

Азот утварае некалькі кіслот, найважнейшай з якіх з'яўляецца азотная кіслата HNO₃. Ёй адпавядае аксід з атамамі азоту ў ступені акіслення +5: ⁺⁵N₂O₅.

У малекуле кіслаты атам азоту ўтварае чатыры кавалентныя сувязі: тры з іх — па абменным механізме, а адну — па донарна-акцэптарным (гл. с. 86).

У адпаведнасці з гэтым структурная формула малекулы азотнай кіслаты мае выгляд:



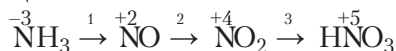


Мал. 95. Маштабная мадэль малекулы азотнай кіслаты

Пры гэтым атам азоту мае валентнасць IV, а ступень акіслення +5. Маштабная мадэль малекулы паказана на малюнку 95.

Атрыманне

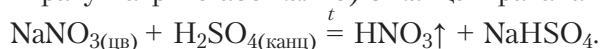
У аснове *прамысловага* атрымання азотнай кіслаты ляжаць рэакцыі паслядоўнага акіслення аміяку, якія можна паказаць схемай:



і адлюстравачь ураўненнямі рэакцый:

- 1) каталітычнае акісленне аміяку: $4\overset{-3}{\text{N}}\text{H}_3 + 5\text{O}_2 \xrightarrow{\text{Pt, t}} 4\overset{+2}{\text{N}}\text{O} + 6\text{H}_2\text{O}$;
- 2) самаадвольнае акісленне аксіду азоту(II): $2\overset{+2}{\text{N}}\text{O} + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\overset{+4}{\text{N}}\text{O}_2$;
- 3) паглыннанне аксіду азоту(IV) вадой у прысутнасці кіслароду: $4\overset{+4}{\text{N}}\text{O}_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 4\overset{+5}{\text{N}}\text{HNO}_3$, а таксама $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HNO}_3 + \text{NO}\uparrow$.

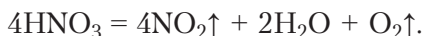
У *лабараторыі* азотную кіслату можна атрымаць узаемадзеяннем цвёрдай солі (салетры — нітрату натрыю або калію) з канцэнтраванай сернай кіслатой:



Гэты спосаб прапанаваў яшчэ ў XVII стагоддзі нямецкі хімік і аптэкар Рудольф Глаўбер, а атрыманую кіслату назваў «спірытус нітры» — «дух салетры».

Фізічныя ўласцівасці

Азотная кіслата ў інтэрвале тэмператур ад $-41,6$ да $82,6$ °C з'яўляецца вадкасцю. Пах рэзкі, задушлівы. Шчыльнасць — $1,51$ г/см³ (меншая, чым у сернай, але вышэйшая, чым у салянай кіслаты). Змешваецца з вадой у любых суадносінах (неабмежаваная растваральнасць). Пры захоўванні можа быць злёгку афарбаваная ў буры колер з прычыны раскладання з утварэннем бурага газу NO₂:



Хімічныя ўласцівасці

HNO₃ — моцная аднаасноўная кіслата, праяўляе агульныя ўласцівасці кіслот, абумоўленыя іонам вадароду, а акісляльныя ўласцівасці — за кошт атама азоту ў досыць высокай ступені акіслення +5.

I. *Агульныя хімічныя ўласцівасці.* Да агульных хімічных уласцівасцей азотнай кіслаты адносяцца яе дзеянне на індикатары і ўтварэнне солей. Змена афарбоўкі індикатараў адбываецца за кошт іонаў вадароду H⁺, што ўтвараюцца пры дысацыяцыі кіслаты:

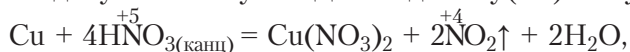


Солі (нітраты) утвараюцца пры ўзаемадзеянні з асноўнымі і амфатэрнымі аксідамі (1), гідраксідамі металаў (2), іншымі солямі (3):

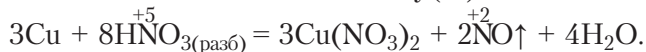
1	$\text{MgO} + 2\text{HNO}_3 = \text{Mg}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{O}$ аксід асноўны	$\text{MgO} + 2\text{H}^+ = \text{Mg}^{2+} + \text{H}_2\text{O}$
	$\text{ZnO} + 2\text{HNO}_3 = \text{Zn}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{O}$ аксід амфатэрны	$\text{ZnO} + 2\text{H}^+ = \text{Zn}^{2+} + \text{H}_2\text{O}$
2	$\text{KOH} + \text{HNO}_3 = \text{KNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ аснова (шчолач)	$\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O}$
	$\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{HNO}_3 = \text{Al}(\text{NO}_3)_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ гідраксід амфатэрны	$\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{H}^+ = \text{Al}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}$
3	$\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{HNO}_3 = 2\text{NaNO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2\uparrow$ соль	$2\text{H}^+ + \text{CO}_3^{2-} = \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$

II. Акісляльныя ўласцівасці азотнай кіслаты. Гэтыя ўласцівасці HNO_3 пра-яўляе ў рэакцыях з металамі, неметаламі, арганічнымі рэчывамі.

Яна акісляе металы, размешчаныя ў радзе актыўнасці як да вадароду, так і пасля вадароду, акрамя золата і плаціны. Так, пры ўзаемадзеянні *канцэнтраванай азотнай кіслаты з меддзю* і іншымі малаактыўнымі металамі (Ag, Hg і інш.) прадуктам аднаўлення з'яўляецца аксід азоту(IV) — буры газ:

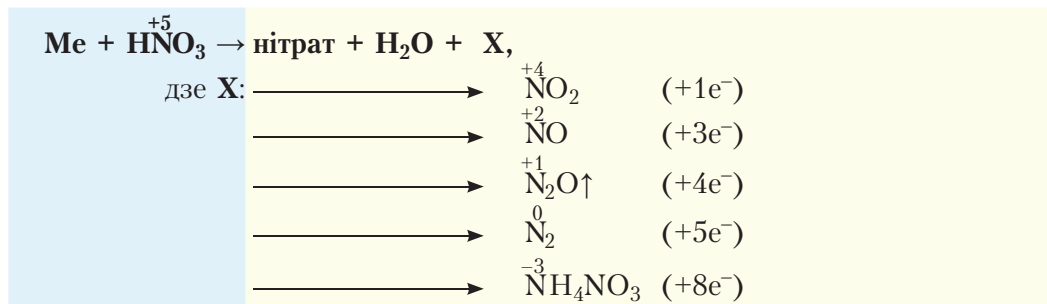


а ў разбаўленай азотнай кіслаце — аксід азоту(II):

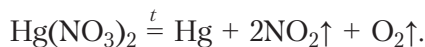


Састаў утвораных прадуктаў залежыць як ад канцэнтрацыі азотнай кіслаты, так і ад актыўнасці металу. Пры гэтым чым ніжэйшая канцэнтрацыя азотнай кіслаты і вышэйшая актыўнасць металу, тым мацней аднаўляецца азот.

З больш актыўнымі металамі прадуктамі аднаўлення могуць быць N_2O , NO, NO_2 , N_2 , NH_4NO_3 . У агульным выглядзе ўзаемадзеянне азотнай кіслаты з металамі можна паказаць схемай:



Як правіла, у рэакцыі ўтвараецца сумесь прадуктаў аднаўлення з перавагай асобных з іх.



Тэрмічнае раскладанне нітратаў можна паказаць схемай:

Нітрат	награванне	да Mg	нітрыт $\text{Me}(\text{NO}_2)_x + \text{O}_2\uparrow$
		[Mg — Cu]	аксід металу $\text{Me}_x\text{O}_y + \text{NO}_2\uparrow + \text{O}_2\uparrow$ буры газ
		пасля Cu	метал + $\text{NO}_2\uparrow + \text{O}_2\uparrow$ буры газ

Вылучэнне кіслароду пры раскладанні дазваляе выявіць нітрат па «ўспышцы цвёрдай солі на распаленых вугольчыках» (Дадатак 3).

Варта адзначыць, што нітрат амонію, раскладаючыся пры тэмпературы не вышэйшай за 200 °С, кіслароду не ўтварае:



Выкарыстанне нітратаў. Нітраты натрыю, калію, кальцыю, амонію (NaNO_3 , KNO_3 , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, NH_4NO_3) называюць салетрамі і выкарыстоўваюць у якасці ўгнаенняў. Яшчэ адзін важны напрамак выкарыстання нітратаў — піратэхніка: нітраты раскладаюцца пры награванні з вылучэннем кіслароду, які з'яўляецца моцным акісляльнікам, асабліва ў момант вылучэння. Кісларод пры гэтым служыць акісляльнікам іншых кампанентаў пораху.

Раскладанне нітрату натрыю можна выкарыстоўваць у лабараторыі для атрымання кіслароду:



(прадукты — кісларод і нітрыт натрыю — соль слабай азоцістай кіслаты).

Нітрат серабра(I) — складовую частку ляпісу — выкарыстоўваюць у *медыцынскіх мэтах*. У харчовай прамысловасці выкарыстоўваюць нітрат і нітрыт натрыю як кансерванты (E251, E250) для сыроў і каўбасных вырабаў. Мясным вырабам гэтыя солі надаюць яркі ружова-чырвоны колер. Гэтымі солямі карысталіся яшчэ старажытныя грэкі і егіпцяне.

Азотную кіслату ў прамысловасці атрымліваюць з аміяку. Яна акісляе ўсе металы, за выключэннем золата і плаціны. Пры ўзаемадзеянні медзі з канцэнтраванай азотнай кіслатой утвараецца, акрамя солі і вады, аксід азоту(IV) NO_2 , а з разбаўленай — аксід азоту(II).

Нітраты ўжываюць у якасці азотных угнаенняў. Выкарыстанне шматлікіх нітратаў у піратэхніцы заснавана на іх здольнасці раскладацца з вылучэннем кіслароду.

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:
 $\text{S} + \text{HNO}_3(\text{канц.}) = \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{NO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O};$
 $\text{Mg} + \text{HNO}_3(\text{канц.}) = \text{Mg}(\text{NO}_3)_2 + \text{N}_2 + \text{H}_2\text{O}.$
9. Запішыце ўраўненні рэакцый згодна са схемай:
 а) $\text{NO}_2 \xrightarrow{1} \text{HNO}_3 \xrightarrow{2} \text{NH}_4\text{NO}_3 \xrightarrow{\text{KOH}} \text{X} \xrightarrow{\text{O}_2/\text{Pt}} \dots;$ б) $\text{Cu} \xrightarrow{1} \text{NO}_2 \xrightarrow{2} \text{HNO}_3 \xrightarrow{\text{CaCO}_3} \text{X} \xrightarrow{\text{KOH}} \dots$
10. Які мінімальны аб'ём раствору азотнай кіслаты з масавай доляй 80 % і шчыльнасцю 1,45 г/см³ 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.