

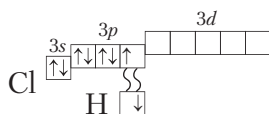
Пытанні, заданні, задачы

1. Укажыце: а) сімвалы элементаў галагенаў; б) формулы простых рэчываў галагенаў; в) біялагічную ролю кожнага з галагенаў; г) па тры прадукты харчавання, якія ўтрымліваюць у значнай колькасці фтор, бром, ёд.
2. Для рада рэчываў $F_2 — Cl_2 — Br_2 — I_2$ пакажыце заканамернасць змены: а) тэмпературы плаўлення; б) тэмпературы кіпення; в) актыўнасці ў рэакцыі з вадародам; г) актыўнасці ў рэакцыі з металамі. Дайце тлумачэнні.
3. Разлічыце адносную шчыльнасць хлору па паветры.
4. Балон змяшчае 15 кг вадкага хлору. Разлічыце яго колькасць.
5. Складзіце формулы электронных канфігурацый атамаў фтору і хлору. Пакажыце падабенства і адрозненне ў электроннай будове гэтых атамаў.
6. Бром масай 4 г растварылі ў вадзе аб'ёмам 250 см^3 . Разлічыце масавую долю броду ў бромавай вадзе.
7. Складзіце ўраўненні рэакцый: а) хлору з жалезам, натрыем, ёдыдам натрыю, этанам; б) броду з жалезам, алюмініем, ёдыдам натрыю, бензолам; в) бромавай вады з ёдыдам алюмінію, этыленам, фенолам, анілінам.
8. У балоне змяшчаецца звадкаваны хлор масай 50 кг. Вызначце, які аб'ём зойме хлор пры н. у.
9. Вызначце хімічную формулу солі, у якой масавая доля калію складае 31,836 %, хлору — 28,980 %, кіслароду — 39,184 %. Вызначце ступені акіслення атамаў.
10. У пранумараваных прабёрках знаходзяцца растворы фенолу, ёдыду натрыю, хларыду калію. Прапануйце план распазнання рэчываў з дапамогай аднаго рэактыву. Складзіце ўраўненні адпаведных рэакцый.



§ 31. Злучэнні галагенаў

Да найважнейшых злучэнняў галагенаў адносяць галагенавадароды саставу HX (X — элемент галаген) і іх водныя растворы — галагенавадародныя кіслоты, а таксама ўтвораныя імі солі. Атамы ў малекулах галагенавадародаў звязаны кавалентнай палярнай адзінарнай σ -сувяззю. На малюнку 70 паказана ўтварэнне хімічнай сувязі ў малекуле HCl .



Электронна-графічная схема ўтварэння сувязі



Электронная і структурная формулы

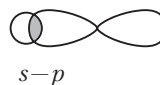


Схема перакрыцця арбітaley вадароду (1s) і хлору (3p)



Маштабная мадэль малекулы

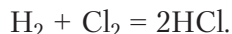
Мал. 70. Мадэлі ўтварэння хімічнай сувязі ў малекуле хлоравадароду

Хлоравадародная кіслата

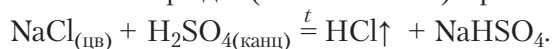
Хлоравадародная (саяная) кіслата HCl — буйнатанажны прадукт хімічнай прамысловасці. Яна з'яўляецца водным растворам хлоравадароду, які ўяўляе сабой бясколерны газ з рэзкім пахам. Растваральнасць HCl пры $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ складае каля 450 аб'ёмаў на 1 аб'ём вады.

Канцэнтраваная саяная кіслата, якая ўтрымлівае 36–38 % хлоравадароду і мае шчыльнасць $1,19\text{ г/см}^3$, дыміць на паветры, бо з яе вылучаецца газападобны хлоравадарод. Разбаўленыя растворы HCl не дымяць.

У прамысловасці саяную кіслату атрымліваюць растварэннем у вадзе хлоравадароду. Пры гэтым хлоравадарод сінтэзуюць з простых рэчываў:



У лабараторных умовах хлоравадарод атрымліваюць уздзеяннем канцэнтраванай сернай кіслаты на хларыды (NaCl або KCl) пры награванні (мал. 71):

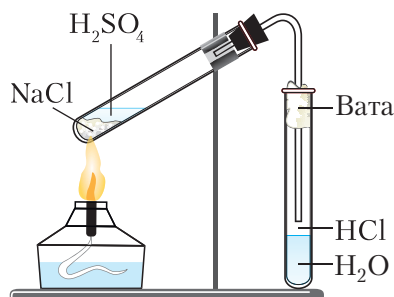


Хімічныя ўласцівасці. З'яўляючыся моцным электралітам, хлоравадародная кіслата дысацыіруе з утварэннем іонаў вадароду і хларыд-іонаў:



і валодае ўсімі агульнымі ўласцівасцямі кіслот: дзейнічае на індыкатары і ўтварае солі (хларыды) пры ўзаемадзеянні з металамі (1), асноўнымі і амфатэрнымі аксідамі (2), гідраксідамі металаў (3), солямі (4):

1	$\text{Fe} + 2\text{HCl} = \text{FeCl}_2 + \text{H}_2\uparrow$ метал	$\text{Fe}^0 + 2\text{H}^+ = \text{Fe}^{2+} + \text{H}_2\uparrow$
2	$\text{MgO} + 2\text{HCl} = \text{MgCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$ аксід асноўны	$\text{MgO} + 2\text{H}^+ = \text{Mg}^{2+} + \text{H}_2\text{O}$
	$\text{ZnO} + 2\text{HCl} = \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$ аксід амфатэрны	$\text{ZnO} + 2\text{H}^+ = \text{Zn}^{2+} + \text{H}_2\text{O}$
3	$\text{KOH} + \text{HCl} = \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$ аснова (шчолач)	$\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O}$
	$\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{HCl} = \text{AlCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ амфатэрны гідраксід	$3\text{H}^+ + \text{Al}(\text{OH})_3 = \text{Al}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}$
4	$\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{HCl} = 2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2\uparrow$ соль	$2\text{H}^+ + \text{CO}_3^{2-} = \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$



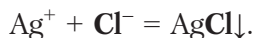
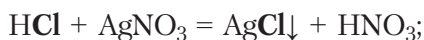
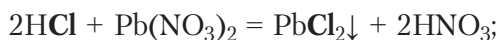
Мал. 71. Атрыманне саянай кіслаты ў лабараторыі

Да *спецыфічных* уласцівасцей салянай кіслаты варта аднесці рэакцыі, абумоўленыя наяўнасцю аніёна Cl^- . Вылучым два найважнейшыя.

1. Рэакцыі акіслення хларыд-іонаў. Іон хлору ў складзе хлоравадароднай кіслаты мае найніжэйшую ступень акіслення -1 і здольны яе павышаць пры страце электронаў. Значыць, за кошт іонаў хлору кіслата з'яўляецца адноўнікам. Напрыклад, для атрымання хлору ў лабараторыі выкарыстоўваюць рэакцыю канцэнтраванай салянай кіслаты з моцнымі акісляльнікамі (MnO_2 , KMnO_4 , KClO_3):



2. Рэакцыі звязвання аніёна Cl^- з катыёнамі некаторых металаў, напрыклад свінцу Pb^{2+} , серабра Ag^+ у растворы. Гэта ілюструюць ураўненні рэакцый:



Дзеянне нітрату серабра(I) прыводзіць да ўтварэння белага тварожыстага асадку AgCl , што выкарыстоўваюць як тэст (якая рэакцыя) на хларыд-іоны (Дадатак 3).

Супастаўленне ўласцівасцей галагенавадародных кіслот і іх солей

Фторавадарод HF з'яўляецца вадкасцю пры тэмпературах, ніжэйшых за 19°C , а HCl , HBr , HI — газападобныя рэчывы пры н. у. (табл. 23). Рэзкае адрозненне HF па агрэгатным стане можна растлумачыць утварэннем вадародных сувязей паміж палярнымі малекуламі рэчыва: $\text{H}-\text{F} \cdots \text{H}-\text{F} \cdots \text{H}-\text{F} \cdots \text{H}-\text{F}$.

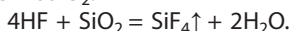
Табліца 23. Галагенавадароды

Галагенавадароды	HF	HCl	HBr	HI
Даўжыня сувязі, нм	0,092	0,128	0,141	0,161
Энергія сувязі, кДж/моль	565	431	364	297
Тэмпература плаўлення, $^\circ\text{C}$	-83	-114	-87	-51
Тэмпература кіпення, $^\circ\text{C}$	19,5	-85	-67	-35
Агрэгатны стан (пры н. у.)	Вадкасць	Газ	Газ	Газ

Асацыяты малекул фторавадароду настолькі трывалыя, што не разбураюцца (прысутнічаюць) нават у газавай фазе да 90 °С. Фторавадарод валодае неабмежаванай растваральнасцю ў вадзе. Яго раствор з'яўляецца слабай кіслотой (фторавадародная кіслата): $\text{HF} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{F}^-$. Нізкая сіла кіслаты HF абумоўлена высокай трываласцю (энергіяй) сувязі ў малекуле.



Плавіковая (фторавадародная) кіслата здольная раствараць («плавіць») шкло $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{CaO} \cdot 6\text{SiO}_2$:



Якаснае
вызначэнне
хларыд-, брамід-
і ёдыд-іонаў

Астатнія галагенавадароды добра растваральныя ў вадзе і ўяўляюць сабой моцныя кіслоты: $\text{HBr} \rightarrow \text{H}^+ + \text{Br}^-$; $\text{HI} \rightarrow \text{H}^+ + \text{I}^-$.

Большасць солей, якія ўтвараюцца гэтымі кіслотамі, добра растваральныя ў вадзе. Для якаснага вызначэння ў растворах хларыд-, брамід- і ёдыд-іонаў выкарыстоўваюць рэакцыю з растворам нітрату серабра(I) AgNO_3 . Пры гэтым хларыды ўтвараюць белы тварожысты асадак AgCl , браміды — светла-жоўты AgBr , ёдыды — жоўты AgI (табл. 24, Дадатак 3):



Гэтыя асадкі не раствараюцца ў азотнай кіслаце.

Нітрат серабра(I) не ўтварае асадку з растваральнымі фтарыдамі, таму фтарыд-іоны вызначаюць з дапамогай раствору CaCl_2 (Дадатак 3):



Табліца 24. Якасныя рэакцыі на аніёны галагенавадародных кіслот

Назва кіслаты і яе хімічная формула		Солі	Якасныя рэакцыі на аніёны		
			Іон	Рэактыў	Прыкмета рэакцыі
Фторавадародная (плавіковая)	HF	Фтарыды	F^- фтарыд	CaCl_2	Белы асадак CaF_2 $\downarrow \bigcirc$
Хлоравадародная (саляная)	HCl	Хларыды	Cl^- хларыд	AgNO_3	Белы тварожысты асадак AgCl $\downarrow \bigcirc$
Бромавадародная	HBr	Браміды	Br^- брамід	AgNO_3	Светла-жоўты асадак AgBr $\downarrow \bigcirc$
Ёдавадародная	HI	Ёдыды	I^- ёдыд	AgNO_3	Жоўты асадак AgI $\downarrow \bigcirc$

Прымяненне галагенаў і іх злучэнняў

Галагены знаходзяць вельмі шырокае прымяненне і як простыя рэчывы, і ў выглядзе злучэнняў. Гэта ілюструюць даныя табліцы 25.

Табліца 25. Ужыванне галагенаў і некаторых іх злучэнняў

Галаген	Злучэнне	Найважнейшыя сферы ўжывання
Фтор	$\text{Na}_3[\text{AlF}_6]$ (крыяліт)	Вытворчасць алюмінію
	NaF (фтарыд натрыю)	Дадатак да зубных пастаў. Медыцынскі прэпарат
	HF (плавіковая кіслата)	Шкляная прамысловасць. Вытворчасць алюмінію
	$-(\text{CF}_2-\text{CF}_2)_n$ (тэфлон)	Тэрмастойкі палімер. Антыпрыгарнае пакрыццё для патэльнаў, прасаў
Хлор	Cl_2 (хлор)	Абездзаражванне пітной вады. Адбелванне лляных і баваўняных тканін. Арганічны сінтэз. Атрыманне каляровых металаў з руды. Атрыманне сялянй кіслаты
	NaClO (гіпахларыт натрыю)	Кампанент адбелвальных сродкаў
	HCl (сяляная кіслата)	Хімічная прамысловасць
	NaCl (галіт)	Харчовая дабаўка. Сыравіна для вытворчасці хлору, натрыю, гідраксиду натрыю
Бром	Br_2 (бром)	Арганічны сінтэз: вытворчасць антыпірэнаў (інгібітары гарэння), каўчуку, сродкаў аховы раслін. Вытворчасць медыцынскіх прэпаратаў
Ёд	I_2 (ёд)	Медыцына — спіртавы раствор (5–10 %). Фармацэўтычная прамысловасць



Хлор утрымліваецца ў вельмі небяспечным для жыцця і здароўя рэчыве — дыаксіне, які можа ўтварыцца ў выніку рэакцый арганічных рэчываў і хлору пры высокіх тэмпературах. Арганічныя злучэнні хлору і фтору (напрыклад, фрэону) вучоныя лічаць адной з прычын разбурэння аэравага слоя Зямлі.

Растворы галагенавадародаў з'яўляюцца кіслотамі.

Хлоравадарод атрымліваюць сінтэзам з простых рэчываў або дзеяннем канцэнтраванай сернай кіслаты на цвёрды хларыд натрыю.

Саляная кіслата з'яўляецца акісляльнікам за кошт вадароду і адноўнікам за кошт хлору.

Выявіць хларыд-, брамід- і ёдыд-іоны можна з дапамогай раствору нітрату серабра(I). Нерастваральныя галагеніды серабра адрозніваюцца колерам: AgCl — белы, AgBr — светла-жоўты, AgI — жоўты.

Пытанні, заданні, задачы

1. Запішыце хімічныя формулы і назавіце агрэгатны стан галагенавадародаў пры нармальных умовах.

2. З пераліку Mg(OH)_2 , FeCl_2 , FeCl_3 , $\text{Fe(NO}_3)_3$, HBr , HCl , MgCl_2 , ZnSO_4 выпішыце формулы і назавіце рэчывы, якія пры дзеянні раствору AgNO_3 утвараюць белы тварожысты асадок.

3. Вызначце ступені акіслення атамаў у злучэннях: KClO_3 , HClO_4 , Cl_2 , KCl . У якім з іх атамы хлору могуць выступаць толькі ў ролі адноўніку?

4. Вызначце масу хлоравадароду ў порцыі салянай кіслаты масай 50 г з масавай доляй рэчыва 12 %.

5. Разлічыце аб'ём хлоравадароду (н. у.), які можа вылучыцца пры дзеянні канцэнтраванай сернай кіслаты на хларыд натрыю масай 100 г.

6. Запішыце хімічныя формулы рэчываў, якія рэагуюць з салянай кіслотой: медзь, аксід медзі(II), аксід кальцыю, аксід вугляроду(IV), жалеза, гідраксід цынку, сульфат натрыю, карбанат натрыю. Растлумачце свой выбар. Складзіце ўраўненні адпаведных рэакцый.

7. Прапануйце план эксперыментальнага вызначэння раствораў ёдыду калію, браміды натрыю і фтарыду натрыю, якія знаходзяцца ў пранумараваных прабірках, выкарыстоўваючы: а) рэакцыі замяшчэння; б) рэакцыі абмену. Запішыце ўраўненні адпаведных рэакцый у малекулярнай і іоннай формах.

8. Растлумачце прычыны парушэння паслядоўнай змены тэмператур кіпення галагенавадародаў на малюнку 44 у § 17.

9. Вызначце масавую долю рэчыва ў растворы, атрыманым пры растварэнні хлоравадароду аб'ёмам 40 дм^3 (н. у.) у вадзе аб'ёмам 120 см^3 .

10. Для атрымання броду газападобны хлор прапусцілі праз раствор масай 2 кг з масавай доляй браміды калію 0,12 %. Разлічыце масу атрыманага броду.

