

§ 14. Агульная характарыстыка неметалаў

Традыцыйнае дзяленне хімічных элементаў на металы і неметалы ўзнікла яшчэ ў часы алхіміі. Яно было звязана з тым, што па сваіх уласцівасцях простыя рэчывы металы, як правіла, моцна адрозніваюцца ад простых рэчываў неметалаў. Некаторыя звесткі пра неметалы вы ўжо атрымалі пры вывучэнні хіміі ў 7-м і 8-м класах.

Неметалы ў прыродзе

Неметалы ўваходзяць у склад злучэнняў, на долю якіх прыпадае больш за 80 % жыццёвай прасторы чалавека: атмасферы, гідрасферы і зямной кары. Жывая матэрыя таксама складаецца ў асноўным са злучэнняў неметалаў: вугляроду **C**, кіслароду **O**, вадароду **H**, азоту **N**, фосфару **P** і серы **S**. Гэтыя элементы часта называюць арганагеннымі, г. зн. такімі, з якіх утвараюцца жывыя арганізмы. Шматлікія іншыя элементы неметалы, нягледзячы на іх малаважнае ўтрыманне ў жывых арганізмах, таксама належаць да жыццёва неабходных, напрыклад селен **Se**, бром **Br**, ёд **I**.



Прыроднымі накапляльнікамі селену з'яўляюцца грыбы. Лісічкі і маслякі (гл. мал.) змяшчаюць селен масай ад 2 да 7 мг на 1 кг сухой масы. Значна больш селену змяшчаецца ў ядавітых грыбах (бледнай паганцы, мухаморы). Па меркаванні вучоных, вялікія канцэнтрацыі селену ў грыбах звязаны з велізарнай хуткасцю іх росту: грыбы ж растуць літаральна «на вачах». Аднак неабходна памятаць, што ўжыванне прадуктаў, якія змяшчаюць селен у колькасцях, што перавышаюць 5 мг на 1 кг ежы, прыводзіць да вострага атручэння арганізма чалавека.



Ядомыя грыбы



Ядавітыя грыбы

Хімічныя элементы неметалы і ўтвораныя імі рэчывы, якія складаюць жывую і нежывую прыроду, знаходзяцца ў пастаянным кругавароце, пераходзячы з мінеральнай формы ў жывую матэрыю і наадварот.

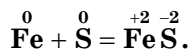
Становішча ў перыядычнай сістэме і электронная будова атамаў неметалаў

Да неметалаў належаць 23 хімічныя элементы са 118 вядомых на сённяшні дзень. Усе неметалы з'яўляюцца хімічнымі элементамі А-груп. У перыядычнай сістэме мяжа паміж металамі і неметаламі праходзіць па

ступеньчатай лініі ў напрамку ад бору **B** да атанесону **Og**. Хімічныя элементы, размешчаныя справа ад гэтай лініі ў IIIA—VIIIA-групах, з'яўляюцца неметаламі. Да іх належыць і вадарод **H**, які звычайна размяшчаюць у IA-групе, бо ў яго атаме на знешнім электронным слоі маецца адзін электрон.

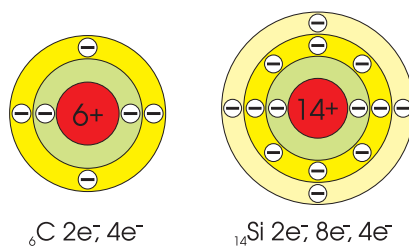
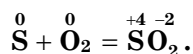
У атамаў большасці неметалаў (акрамя вадароду, гелію і бору) на знешнім электронным слоі знаходзіцца ад 4 да 8 электронаў. Паколькі неметалы з'яўляюцца элементамі толькі A-груп, то колькасць электронаў на знешнім слоі ў іх роўна нумару групы. Напрыклад, у атамах вугляроду і крэмнію, элементах IVA-групы, на знешнім электронным слоі змяшчаецца па 4 электроны (мал. 32), а ў атамах азоту і фосфару, элементаў VA-групы, — па 5 электронаў (мал. 33).

Пры ўзаемадзеянні з атамамі металаў і вадароду атамы неметалаў звычайна выступаюць у якасці **акісляльнікаў** (г. зн. далучаюць электроны). Пры гэтым утвараюцца злучэнні, у якіх неметалы выяўляюць **адмоўную ступень акіслення**. Напрыклад, у сульфідзе жалеза(II) **FeS** сера мае ступень акіслення -2 :

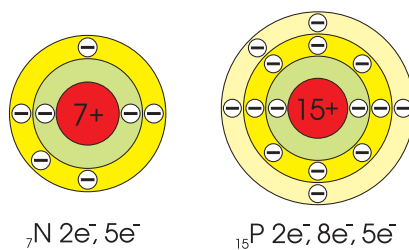


Мінімальная адмоўная ступень акіслення атамаў неметалу роўная рознасці: **лікавае значэнне нумара A-групы мінус 8**, г. зн. ($N_{\text{A-групы}} - 8$). Адпаведна, у атамаў азоту і фосфару (VA-група) мінімальна адмоўная ступень акіслення роўна -3 , у атамаў хлору (VIIA-група) — -1 , а ў атамаў серы (VIA-група) — -2 .

У якасці **адноўнікаў** атамы неметалаў выступаюць пры ўзаемадзеянні з атамамі больш электраадмоўных элементаў. Ва ўтвораных злучэннях яны выяўляюць **дадатныя ступені акіслення**. Напрыклад, у аксідзе серы(IV) **SO₂** сера мае ступень акіслення $+4$:



Мал. 32. Схема электроннай будовы атамаў вугляроду і крэмнію



Мал. 33. Схема электроннай будовы атамаў азоту і фосфару

Максімальная дадатная ступень акіслення атамаў неметалу звычайна *колькасна роўная нумару А-групы*, у якой ён знаходзіцца ў перыядычнай сістэме (за выключэннем атамаў кіслароду і фтору). Напрыклад, у атамаў вугляроду і крэмнію яна роўна +4, у атамаў азоту і фосфару — +5, у атамаў хлору — +7 і г. д. Сера, з'яўляючыся элементам VIA-групы, можа выяўляць у сваіх злучэннях максімальную дадатную ступень акіслення, роўную +6.

Простыя рэчывы неметалы

Сярод простых рэчываў неметалаў адрозніваюць рэчывы **малекулярнай будовы** (напрыклад: кісларод O_2 , азон O_3 , азот N_2 , сера S_8) і рэчывы **немалекулярнай будовы** (напрыклад, вуглярод у выглядзе алмазу і графіту).

Не толькі кісларод і вуглярод, але і шмат якія іншыя хімічныя элементы існуюць у выглядзе некалькіх простых рэчываў. Усяго на 118 хімічных элементаў даводзіцца больш за 400 простых рэчываў.

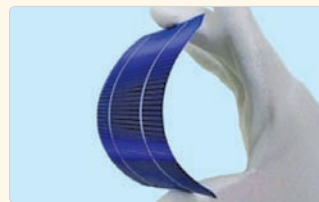


Існаванне хімічных элементаў у выглядзе некалькіх простых рэчываў называецца алатропіяй (ад грэч. *алас* — іншы і *тропас* — уласцівасць), а такія простыя рэчывы — алатропнымі мадыфікацыямі.

Алатропныя мадыфікацыі адрозніваюцца паміж сабой або колькасным саставам малекул (кісларод O_2 і азон O_3), або будовай сваіх крышталічных рашотак (алмаз і графіт).



Некаторыя неметалы ў цвёрдым выглядзе існуюць у аморфным стане, г. зн. адрозніваюцца менш упарадкаваным размяшчэннем часціц у параўнанні з крышталямі. У адрозненне ад крышталёў аморфныя рэчывы не маюць пастаяннай тэмпературы плаўлення. Шырокае ўжыванне знаходзяць аморфныя крэмній і вуглярод. Аморфны крэмній з'яўляецца перспектыўным матэрыялам для вырабу тонкаплёначных элементаў, якія выкарыстоўваюцца для пераўтварэння сонечнай энергіі (гл. мал.).



Пры запісе ўраўненняў хімічных рэакцый для спрашчэння простых рэчывы неметалы, якія ўтвораны шмататамнымі малекуламі (S_8 , P_4) або маюць немалекулярную будову (вуглярод), запісваюць адным сімвалам, напрыклад: **S**, **P**, **C**.

Большасць неметалаў не праводзяць электрычны ток, маюць нізкую цеплаправоднасць, а цвёрдыя рэчывы — непластычныя.

З іншымі ўласцівасцямі неметалаў вы пазнаёміцеся ў наступных параграфрах.

Усе неметалы з'яўляюцца хімічнымі элементамі А-груп перыядычнай сістэмы.

Атамы неметалаў могуць выяўляць як адмоўныя, так і дадатныя ступені акіслення.

Максімальная дадатная ступень акіслення атамаў неметалаў звычайна колькасна роўная нумару А-групы ў перыядычнай сістэме элементаў.

Мінімальная адмоўная ступень акіслення атамаў неметалаў роўная рознасці: $N_{\text{А-групы}} - 8$.

Існаванне хімічных элементаў у выглядзе некалькіх простых рэчываў называецца алатропіяй.



Пытанні і заданні

1. Ахарактарызуйце размяшчэнне неметалаў у перыядычнай сістэме элементаў.
2. Дайце азначэнне паняцця «алатропія».
3. Якія ступені акіслення могуць выяўляць неметалы ў злучэннях? Вызначыце ступень акіслення хлору ў злучэннях KCl , Cl_2O_7 , KClO_3 ; азоту — у злучэннях NH_3 , N_2O , KNO_3 .
4. Назавіце злучэнні, формулы якіх: CaCl_2 , Na_2O , Al_2S_3 , KI . Разлічыце масавую долю неметалу ў кожным з іх.
5. Сярод пары простых рэчываў пакажыце «лішнюю»:
 - а) белы і чырвоны фосфар;
 - б) кісларод і озон;
 - в) жалеза і фтор;
 - г) алмаз і графіт.
 Растлумачце свой выбар.
6. Сярод прыведзеных ураўненняў выберыце ўраўненні акісляльна-аднаўленчых рэакцый, вызначыце акісляльнік і адноўнік, складзіце схемы пераходу электронаў ад адноўніка да акісляльніка:
 - а) $\text{CaO} + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3$;
 - б) $3\text{H}_2 + \text{N}_2 = 2\text{NH}_3$;
 - в) $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 = 2\text{SO}_3$.

§ 15. Хлор — хімічны элемент і простае рэчыва

Хімічныя элементы з найбольш ярка выяўленымі неметалічнымі ўласцівасцямі ў перыядычнай сістэме складаюць VIIA-групу: фтор **F**, хлор **Cl**, бром **Br**, ёд **I** і вельмі рэдка сустракаемы ў прыродзе астат **At**. Гэтыя элементы называюцца **галагенамі**.

Хлор у прыродзе

Найбольш распаўсюджаным у прыродзе галагенам з'яўляецца хлор. Яго масавая доля ў зямной кары складае каля 0,2 % — 11-е месца па распаўсюджанасці сярод усіх элементаў. Шырока распаўсюджаны мінералы і горныя пароды, якія змяшчаюць *хларыды*, — солі салянай кіслаты: *галіт* (каменная або кухонная соль) NaCl , *сільвін* KCl , *карналіт* $\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ і інш. У Беларусі паблізу ад г. Салігорска знаходзіцца найбуйнейшае ў Еўропе Старобінскае радовішча *сільвініту* $\text{KCl} \cdot \text{NaCl}$, які ўяўляе сабой сумесь хларыдаў калію і натрыю з прымесямі. Сільвініт мае неаднародную рознакаляровую афарбоўку — чырвоныя, ружовыя, сінія і аранжавыя крышталі (мал. 34). Гэта галоўнае мінеральнае багацце нашай краіны.



Мал. 34. Сільвініт

Хлор — адзін з хімічных элементаў, без якіх немагчыма існаванне жывых арганізмаў. Іоны хлору разам з іонамі натрыю і калію рэгулююць водна-салявы абмен у арганізме чалавека. Хлор удзельнічае ў энергетычным абмене ў раслін, станюўча ўплывае на паглыннанне каранямі кіслароду, а таксама злучэнняў калію, кальцыю, магнію.

Хімічны элемент хлор

Ахарактарызуем хлор па плане, які вы выкарыстоўвалі ў 8-м класе.

Хімічны знак — Cl , адносная атамная маса — 35,5, атамны нумар — 17. Гэты элемент знаходзіцца ў трэцім перыядзе ў VIIA-групе.

Зарад ядра атама хлору роўны 17+, значыць, ядро змяшчае 17 пратоўнаў, а ядры двух яго прыродных нуклідаў $^{35}_{17}\text{Cl}$ і $^{37}_{17}\text{Cl}$ — адпаведна 18 і 20 нейтронаў.

У атаме хлору 17 электронаў, якія размяшчаюцца на трох электронных сляях: $_{17}\text{Cl } 2e^-, 8e^-, 7e^-$.

На знешнім (незавершаным) электронным слоі ў атамаў хлору знаходзіцца па 7 электронаў, значыць, гэты элемент належыць да неметалаў.

Максімальная дадатная ступень акіслення хлору роўна +7, формула яго вышэйшага аксіду — Cl_2O_7 . Яму адпавядае гідраксід, які ўяўляе сабой кіслату HClO_4 .

Ступень акіслення хлору ў лятучым вадародным злучэнні роўна -1, формула гэтага злучэння — HCl .



Мал. 36. Ужыванне хлору і яго злучэнняў

Прыведзеныя вышэй рэакцыі пацвярджаюць, што простае рэчыва хлор выяўляе больш моцныя акісляльныя ўласцівасці, чым галагены, якія стаяць у групе ніжэй.

Ужыванне хлору

Па маштабах прамысловага ўжывання хлор нашмат пераўзыходзіць усе астатнія галагены (мал. 36). У вялікіх колькасцях хлор выкарыстоўваецца для абеззаражання пітной вады. Хлор і яго злучэнні ўжываюцца для адбелвання лянных і баваўняных тканін, паперы, драўніны і г. д. Асабліва шмат яго расходуюцца пры вырабе пластмас, каучукоў, фарбавальнікаў, розных растваральнікаў. Велізарныя маштабы выкарыстання хлору ў вытворчасці саяняй кіслаты.

Хлор з'яўляецца самым распаўсюджаным галагенам.

Мінімальная адмоўная ступень акіслення хлору роўна -1 , максімальная дадатная — $+7$.

Пры звычайных умовах простае рэчыва хлор — жоўта-зялёны газ з рэзкім пахам, цяжэйшы за паветра, ядавіты.

Хлор узаемадзейнічае непасрэдна практычна з усімі простымі рэчывамі, за выключэннем кіслароду, азоту і высародных газаў, а таксама шмат з якімі складанымі рэчывамі, выступаючы звычайна ў якасці акісляльніка.



Пытанні і заданні

1. Пeralічыце фізічныя ўласцівасці хлору.
2. У балоне змяшчаецца вадкі хлор масай 30 кг. Які аб'ём (н. у.) зойме газападобны хлор гэтай масы?
3. Карыстаючыся тэкстам параграфа, разлічыце растваральнасць хлору ў грамах на 100 г воды.
4. Вызначыце аб'ём (н. у.), які займае хлоравадарод хімічнай колькасцю 4 моль? Колькі малекул хлору знаходзіцца ў гэтым аб'ёме?
5. З якімі простымі і складанымі рэчывамі ўзаемадзейнічае хлор? Запішыце па адным прыкладзе ўраўненняў рэакцыі. Якія ўласцівасці выяўляе хлор у гэтых рэакцыях?
6. Пры награванні алюмінію ў току хлору быў атрыманы хларыд алюмінію масай 26,7 г. Разлічыце хімічную колькасць хлору, які прарэагаваў.
7. Ці можна вывесці пляму ёду на тканіне, апрацаваўшы яго растворам кухоннай солі. Чаму?
8. На аснове тэксту параграфа, малюнка 36 і дадатковай інфармацыі з Ін-тэрнэту падрыхтуйце паведамленне пра ўжыванне хлору. Падзяліцеся інфармацыяй з аднакласнікамі.

Рыхтуемца да алімпіяд

1. Сумесь ёдыду і броміду калію масай 2,85 г растварылі ў вадзе і праз атрыманы раствор прапусцілі хлор. Аб'ём хлору, які прарэагаваў, склаў 224 см³ (н. у.). Вызначыце масавыя долі ёдыду і броміду калію ў зыходнай сумесі.
2. Разлічыце аб'ём (н. у.) хлору, які неабходны для поўнага выцяснення ўсяго ёду з раствору аб'ёмам 200 см³ ($\rho = 1,23 \text{ г/см}^3$) з масавай доляй ёдыду калію KI, роўнай 25,6 %.

§ 16. Хлоравадарод. Сяляная кіслата

Адным з найважнейшых злучэнняў хлору з'яўляецца прадукт яго ўзаемадзеяння з вадародам — хлоравадарод **HCl**. Гэта бясколерны газ з рэзкім пахам, некалькі цяжэйшы за паветра. Хімічная сувязь у малекуле **HCl** — кавалентная палярная:



Малекула хлоравадароду **HCl** *палярная* і ўяўляе сабой *дыполь*.