

РАЗДЗЕЛ VI

НЕМЕТАЛЫ

Вывучыўшы гэты раздзел, вы пашырыце і сістэматызуеце звесткі пра неметалы на падставе ведаў пра будову атамаў, хімічную сувязь і будову рэчыва. Кожны з прадстаўленых неметалаў вы будзеце разглядаць як хімічны элемент і як простае рэчыва, вывучыце асаблівасці найважнейшых злучэнняў неметалаў (аксідаў, гідраксідаў, солей і вадародных злучэнняў).

Характарыстыкі хімічных элементаў дадзены па плане, прапанаваным у раздзеле «Будова атама і перыядычны закон», у які дадаткова ўключаны пытанні распаўсюджанасці элемента ў прыродзе і яго біялагічнай ролі.

У **характарыстыках рэчываў** разгледжаны іх састаў і будова, фізічныя і хімічныя ўласцівасці, спосабы атрымання ў лабараторыі і прамысловасці, сферы практычнага выкарыстання.

Найважнейшыя паняцці тэмы: неметалы, кіслотныя аксіды, кіслоты, солі, аміяк, будаўнічыя матэрыялы, якасныя рэакцыі на іоны NH_4^+ , Cl^- , Br^- , I^- , SO_4^{2-} , CO_3^{2-} .

§ 28. Агульная характарыстыка неметалаў

Становішча ў перыядычнай сістэме

Хімічныя элементы прынята дзяліць на металы і неметалы паводле іх хімічных уласцівасцей. У перыядычнай сістэме неметалы размешчаны ў А-групах: ІА, ІІА–ІІІА. Ад металаў іх аддзяляе ступеньчатая лінія вадарод — бор — аганесон. Неметалы знаходзяцца вышэй ад гэтай лініі, гэта значыць займаюць правы верхні вугал табліцы, утвараючы своеасаблівы трохвугольнік (мал. 61).

Элементы, размешчаныя ў адной групе, падобныя па будове атама, а значыць, шмат у чым і па ўласцівасцях. Таму для некаторых груп неметалаў ужываюць агульныя назвы. Так, неметалы ІІІА-групы называюць высакароднымі газамі. Для элементаў ІІА-групы выкарыстоўваюць назву галагены — якія нараджаюць солі. Неметалы ІА-групы маюць агульную назву халькагены — якія нараджаюць руды.

Нумар перыяду	Нумар групы							
	IA	IIA	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	VIIIA
1	H $1s^1$				Неметалы			He $1s^2$
2			B $2s^2 2p^1$	C $2s^2 2p^2$	N $2s^2 2p^3$	O $2s^2 2p^4$	F $2s^2 2p^5$	Ne $2s^2 2p^6$
3				Si $3s^2 3p^2$	P $3s^2 3p^3$	S $3s^2 3p^4$	Cl $3s^2 3p^5$	Ar $3s^2 3p^6$
4					As $4s^2 4p^3$	Se $4s^2 4p^4$	Br $4s^2 4p^5$	Kr $4s^2 4p^6$
5		Металы				Te $5s^2 5p^4$	I $5s^2 5p^5$	Xe $5s^2 5p^6$
6							At $6s^2 6p^5$	Rn $6s^2 6p^6$
7								Og $7s^2 7p^6$

Мал. 61. Неметалы і электронная канфігурацыя іх знешняга энергетычнага ўзроўню



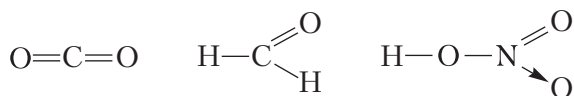
Паводле электрафізічных уласцівасцей, у адрозненне ад хімічных, простыя рэчывы, што складаюцца з атамаў тых ці іншых элементаў, падзяляюць на тры групы: металы, паўправаднікі і дыэлектрыкі. Адрозніць гэтыя рэчывы можна не толькі па велічыні электраправоднасці, але і па характары яе залежнасці ад тэмпературы. З ростам тэмпературы электраправоднасць металаў падае, а паўправаднікоў і дыэлектрыкаў расце. Тыповыя паўправаднікі — крэмій і германій.

Будова электронных абалонак атамаў неметалаў

Знешні электронны слой атама шмат у чым вызначае ўласцівасці элемента. Лік электронаў знешняга ўзроўню атамаў *неметалаў* адпавядае нумару А-групы, у якой размешчаны элемент. У большасці з іх ён блізкі да завяршэння або завершаны, змяшчае чатыры і больш электронаў. Меншы лік электронаў утрымліваюць атамы толькі трох элементаў: вадарод мае адзін электрон (да завяршэння не хапае аднаго электрона), гелій — два электроны (знешні ўзровень завершаны), бор — тры электроны. Неметалы з'яўляюцца прадстаўнікамі *p*-элементаў, за выключэннем вадароду і гелію, якія належаць да *s*-элементаў.

Атамы неметалаў, у адрозненне ад атамаў металаў, здольныя праяўляць як дадатныя ступені акіслення, так і адмоўныя. Выключэнні — фтор і высакародныя газы. У злучэннях з іншымі элементамі для фтору характэрна толькі адмоўная ступень акіслення, роўная -1 (напрыклад, $\overset{-1}{\text{KF}}$, $\overset{-1}{\text{OF}_2}$, $\overset{+4}{\text{CF}_4}$). Найбольш лёгкія высакародныя газы — гелій, неон і аргон — устойлівых злучэнняў не ўтвараюць, а для ксенону, крыпτονу і радону атрыманы злучэнні толькі з дадатнымі ступенямі акіслення (напрыклад, $\overset{+2}{\text{RnF}_2}$, $\overset{+8}{\text{XeO}_4}$).

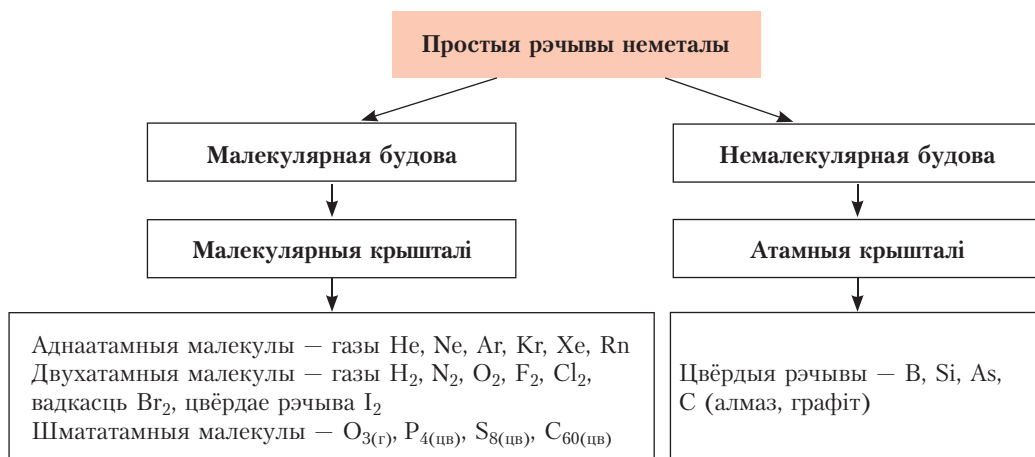
У цэлым значэнні ступеняў акіслення неметалаў ляжаць у інтэрвале ад -4 да $+8$, а валентнасці — ад I да VIII. Варта ўспомніць, што валентнасць атамаў элементаў другога перыяду не бывае большай за чатыры:



Простыя рэчывы

У класіфікацыі элементаў, што гістарычна складалася, прыналежнасць да неметалаў вызначалі па фізічных уласцівасцях простых рэчываў: цвёрды, газападобны або вадкі стан пры нармальных умовах. У цвёрдым стане ў неметалаў, як правіла, адсутнічае металічны бляск. Іх электра- і цеплаправоднасць звычайна невялікія, рэчывы з'яўляюцца крохкімі.

Неметалы ўтвараюць два тыпы крышталёў — малекулярныя і атамныя (мал. 62).



Мал. 62. Састаў і будова простых рэчываў неметалаў

Рэчывы малекулярнай будовы адрозніваюцца нізкімі тэмпературамі плаўлення (гелій $-272\text{ }^{\circ}\text{C}$, кісларод $-223\text{ }^{\circ}\text{C}$) і кіпення (гелій $-269\text{ }^{\circ}\text{C}$, кісларод $-183\text{ }^{\circ}\text{C}$). Неметалы немалекулярнай будовы, наадварот, маюць надзвычай высокія тэмпературы кіпення і плаўлення (графіт: $T_{\text{пл.}} = 3850\text{ }^{\circ}\text{C}$, $T_{\text{кіп.}} = 4200\text{ }^{\circ}\text{C}$).

Для неметалаў характэрна з'ява алатропіі. Прыкладамі могуць служыць чырвоны і белы фосфар, алмаз і графіт, кісларод і азон.

Неметалы могуць уступаць у рэакцыі з рэчывамі ўсіх класаў (металамі, іншымі неметаламі, аксідамі, шчолачамі, кіслотамі, солямі) і праяўляць як *акісляльныя*, так і *аднаўленчыя ўласцівасці* (табл. 20).

Табліца 20. Агульныя ўласцівасці неметалаў як простых рэчываў

Неметалы як акісляльнікі ўступаюць у рэакцыі	Неметалы як адноўнікі ўступаюць у рэакцыі
З металамі: $\overset{0}{\text{C}} + 2\overset{0}{\text{Mg}} = \overset{+2}{\text{Mg}}\overset{-4}{\text{C}}, \overset{0}{\text{C}} - \text{акісляльнік}$	З некаторымі аксідамі: $3\overset{0}{\text{C}} + 2\overset{+3}{\text{Fe}}\overset{-2}{\text{O}}_3 = 3\overset{+4}{\text{C}}\overset{-2}{\text{O}}_2 + 4\overset{0}{\text{Fe}},$ $\overset{0}{\text{C}} - \text{адноўнік}$
З іншымі неметаламі: $2\overset{0}{\text{P}} + 3\overset{0}{\text{S}} = \overset{+3}{\text{P}}_2\overset{-2}{\text{S}}_3, \overset{0}{\text{S}} - \text{акісляльнік}$	З іншымі неметаламі: $\overset{0}{\text{S}} + \text{O}_2 = \overset{+4}{\text{S}}\overset{-2}{\text{O}}_2, \overset{0}{\text{S}} - \text{адноўнік}$
З кіслотамі: $\overset{0}{\text{Cl}}_2 + \text{H}_2\overset{-2}{\text{S}} (\text{раствор}) = \overset{0}{\text{S}}\downarrow + 2\text{H}\overset{-1}{\text{Cl}} (\text{раствор}),$ $\overset{0}{\text{Cl}} - \text{акісляльнік}$	З арганічнымі рэчывамі: $\text{CH}\equiv\text{CH} + 2\overset{0}{\text{H}}_2 \xrightarrow{\text{Ni}} \overset{+1}{\text{C}}\text{H}_3 - \overset{+1}{\text{C}}\text{H}_3,$ $\overset{0}{\text{H}} - \text{адноўнік}$
З солямі: $\overset{0}{\text{Br}}_2 + 2\overset{-1}{\text{KI}} = \overset{0}{\text{I}}_2\downarrow + 2\overset{-1}{\text{K}}\overset{0}{\text{Br}}, \overset{0}{\text{Br}} - \text{акісляльнік}$	

Акісляльныя здольнасці атамаў неметалаў можна параўноўваць па становішчы ў перыядычнай сістэме: з ростам атамнага нумара яны павялічваюцца ў перыядах і памяншаюцца, як правіла, у групях. Гэтыя ж уласцівасці можна таксама ацэньваць, супастаўляючы электраадмоўнасць неметалаў, якая ўзрастае ў радзе:

Si	B	As	P	H	C	I	S	Br	Cl	N	O	F
1,9	2,0	2,1	2,2	2,2	2,5	2,5	2,6	2,8	3,0	3,0	3,5	4,0

Акісляльная здольнасць неметалаў з павелічэннем электраадмоўнасці ўзмацняецца.

Распаўсюджанасць неметалаў у прыродзе

У прыродзе неметалы існуюць не толькі ў выглядзе злучэнняў (арганічныя рэчывы, аксіды H_2O , SiO_2 , CO_2 , солі бескіслародных кіслот NaCl , As_2S_3 , солі кіслародзмяшчальных кіслот CaCO_3 , $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$), але і ў свабодным выглядзе, напрыклад азот, кісларод, высакародныя газы, вуглярод (у форме графіту і алмазу), сера. Існаванне неметалаў у выглядзе простых рэчываў у прыродзе звязана з нізкай актыўнасцю пералічаных неметалаў пры нармальных умовах: атомы высакародных газаў маюць завершаны знешні электронны ўзровень, кісларод і азот — даволі трывалыя кавалентныя сувязі ў двухатамных малекулах, вуглярод утварае трывалыя атамныя крышталі. На Зямлі самымі распаўсюджанымі неметаламі з'яўляюцца кісларод і крэмній (па масе каля 49 % і 26 % адпаведна), у Сусвеце — вадарод.

Прымяненне неметалаў

Сферы прымянення простых рэчываў неметалаў шырокія. Прыкладамі могуць службыць: вытворчасць паўправадніковых матэрыялаў (крэмній, селен), металургічныя працэсы атрымання металаў (вуглярод, вадарод) і сплаваў (бор, крэмній), інтэнсіфікацыя працэсаў гарэння (кісларод), стварэнне інертнай атмасферы (азот, высакародныя газы), арганічны сінтэз (хлор, бром), паветраплаванне (гелій, вадарод), святлатэхніка (высакародныя газы).

Неметалы з'яўляюцца прадстаўнікамі *s*- і *p*-элементаў.

Ступені акіслення неметалаў змяняюцца ад -4 да $+8$.

У хімічных рэакцыях неметалы праяўляюць як акісляльныя, так і аднаўленчыя ўласцівасці.

Пытанні, заданні, задачы

1. Апішыце становішча неметалаў у перыядычнай сістэме. Пакажыце для элементаў неметалаў трэцяга перыяду магчымыя значэнні ступені акіслення і валентнасці.

2. Запішыце сімвалы элементаў і агульную формулу электроннай канфігурацыі: а) высакародных газаў; б) галагенаў; в) халькагенаў.

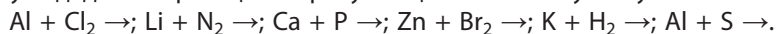
3. Вызначце ступені акіслення атамаў у злучэннях:

а) HCl , HClO , HClO_3 , HClO_4 ; б) H_2S , SO_2 , H_2SO_3 , H_2SO_4 .

4. Укажыце сцвярдженні, якія характарызуюць кісларод як хімічны элемент: а) аб'ёмная доля кіслароду ў паветры складае 21 %; б) атам кіслароду змяшчае шэсць электронаў на знешнім энергетычным узроўні; в) масавая доля кіслароду ў зямной кары

роўная 49 %; г) пры выплаўленні чыгуну выкарыстоўваюць паветра, узбагачанае кіслародам; д) электраадмоўнасць кіслароду меншая, чым фтору; е) кісларод у злучэннях праяўляе ступені акіслення ад -2 да $+2$.

5. Складзіце ўраўненні рэакцый з удзелам неметалаў, улічваючы, што атамы неметалаў у зададзеных рэакцыях праяўляюць найніжэйшую ступень акіслення:

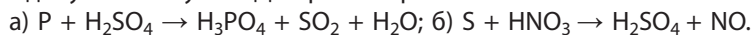


6. Вызначце масу вугляроду, неабходнага для аднаўлення жалеза з аксиду жалеза(III) масай 1 т. Вуглярод акісляецца да найвышэйшай ступені акіслення.

7. Азот мае вельмі нізкія тэмпературы плаўлення і кіпення -210°C і -196°C , а бор высокія — $\approx 2075^\circ\text{C}$ і $\approx 3800^\circ\text{C}$ адпаведна. Дайце тлумачэнне такому адрозненню.

8. Дакажыце, што фосфар выконвае функцыю адноўніку ў першай рэакцыі і акісляльніку — у другой: 1) $\text{P} + \text{O}_2 \rightarrow \text{P}_2\text{O}_5$; 2) $\text{P} + \text{Ca} \rightarrow \text{Ca}_3\text{P}_2$.

9. Расстаўце каэфіцыенты метадам электроннага балансу і пакажыце, акісляльнікам або адноўнікам з'яўляюцца простыя рэчывы:



10. Узор газападобнага простага рэчыва неметалу аб'ёмам 1 дм^3 (н. у.) мае масу 3,17 г. Вызначце хімічную формулу рэчыва.



§ 29. Вадарод

Вадарод як хімічны элемент

1	Н	1
1	вадарод	
1s ¹		1,00794

Маючы самую малую масу атама, атам вадароду ^1_1H мае і самую простую будову: ядро, што ўяўляе з сябе пратон, і адзін электрон, які размяшчаецца на $1s$ -арбіталі. Электронная канфігурацыя $^1_1\text{H } 1s^1$, электронна-графічная схема: $^1_1\text{H} \begin{array}{|c|} \hline 1s \\ \hline \uparrow \\ \hline \end{array}$.

Электраадмоўнасць вадароду роўная 2,2. Гэта вышэй, чым у металаў, крэмнію, фосфару, але менш за электраадмоўнасць кіслароду і іншых халькагенаў, галагенаў. Таму для вадароду характэрныя ступені акіслення -1 , 0 і $+1$, напрыклад LiH^{-1} (гідрыд літыю), SiH_4^{-1} (сілан), CH_4^{+1} (метан), H_2O^{+1} (аксід вадароду, вада).

Як вы ўжо ведаеце, прыродны вадарод складаецца з двух стабільных ізатопаў — ^1_1H (протый — 99,98 % ад агульнага ліку атамаў), ^2_1H (дэйтэрыў D — 0,015 %) і радыеактыўнага ^3_1H (трытый T — следавыя колькасці) (§ 7, мал. 12).

Вадарод з'яўляецца самым распаўсюджаным элементам у Сусвеце. На Зямлі на долю вадароду па масе, лічачы ваду і паветра, прыпадае каля 1 %, а пры пераліку ад агульнага ліку атамаў — каля 17 %. Вадарод пераважна знаходзіцца ў звязаным стане. Ён уваходзіць у састаў вады, нафты, прыроднага газу, жывых арганізмаў. У выглядзе простага рэчыва вадарод амаль не