

Пытанні, заданні, задачы

1. Запішыце хімічныя формулы і назвы найважнейшых фосфарных, калійных і азотных угнаенняў.
 2. Пералічыце прадпрыемствы па выпуску ўгнаенняў у Рэспубліцы Беларусь, іх месцазнаходжанне і віды ўгнаенняў, што выпускаюцца.
 3. Назавіце прыкметы, якія сведчаць пра недахоп у жыўленні раслін: а) азоту; б) фосфару; в) калію.
 4. Агуркі і памідоры дрэнна пераносяць лішак хлору ў глебе. Назавіце ўгнаенні, прыдатныя для падкормкі гэтых культур каліем.
 5. Параўнайце пажыўную каштоўнасць двух угнаенняў: а) аміячнай салетры і мачавіны; б) хларыду калію і паташу.
 6. Разлічыце пажыўную каштоўнасць аднаго з кампанентаў комплекснага ўгнаення амафосу — дыгідрасфасфату амонію.
 7. Клубеньчыкавыя бактэрыі, якія жывуць у зямлі ў сімбіёзе з бабовымі раслінамі, за год назапашваюць у глебе да 400 кг/га звязанага азоту. Разлічыце масу аміячнай салетры, якую можа кампенсаваць назапашаны такім чынам азот на плошчы 1 га за адзін год.
 8. Фосфарныя ўгнаенні атрымліваюць перапрацоўкай фасфарытаў. Найбольш распаўсюджаныя прымесі ў іх фтарыд і карбанат кальцыю, аксіды алюмінію і жалеза(III). Складзіце ўраўненні магчымых рэакцый, якія могуць працякаць пры апрацоўцы такога фасфарыту сернай кіслотой.
 9. Адзін са спосабаў атрымання кальцыевай салетры складаецца ў апрацоўцы вапняку азотнай кіслотой. Разлічыце масу нітрату кальцыю, атрыманага пры апрацоўцы азотнай кіслотой вапняку масай 50 кг з масавай доляй прымесей 6 %.
 10. Вызначце хімічную формулу ўгнаення, у якім масавая доля кальцыю — 23,256 %, фосфару — 18,023 %, кіслароду — 55,814 %.
- *Правядзіце пасяджэнне дыскусійнага клуба «За і супраць»
1. Экалагічныя праблемы вытворчасці мінеральных угнаенняў.
 2. Ужыванне мінеральных угнаенняў: плюсы і мінусы.



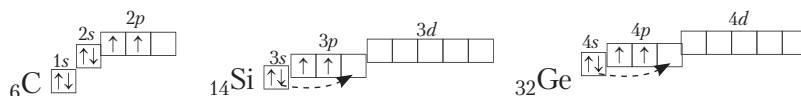
§ 41. Элементы IVA-групы. Вуглярод і крэмній

Вуглярод і крэмній як хімічныя элементы

6
C
4 2 вуглярод
$1s^2 2s^2 2p^2$ 12,011
Si
14
4 8 2 крэмній
$[Ne] 3s^2 3p^2$ 28,0855

Вуглярод ${}_6\text{C}$ і крэмній ${}_{14}\text{Si}$ з'яўляюцца хімічнымі элементамі IVA-групы перыядычнай сістэмы, адносяцца да неметалаў. Акрамя іх група ўключае таксама германій ${}_{32}\text{Ge}$, волава ${}_{50}\text{Sn}$, свінец ${}_{82}\text{Pb}$ і флеровій ${}_{114}\text{Fl}$.

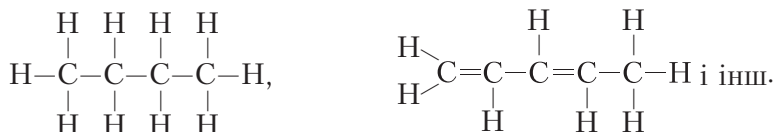
На знешнім электронным слоі атамы ўтрымліваюць па 4 электроны, агульная электронная канфігурацыя якога ns^2np^2 :



Далучаючы электроны, атамы вугляроду і крэмнію праяўляюць адмоўную ступень акіслення -4 , пры страце электронаў $+2$ і $+4$.

Пры ўтварэнні хімічных сувязей атамаў вугляроду з атамамі іншых элементаў поўнай аддачы або поўнага далучэння чатырох электронаў не адбываецца, гэта значыць фарміруюцца пераважна кавалентныя сувязі.

У адрозненне ад іншых элементаў IVA-групы лік валентных электронаў вугляроду роўны ліку валентных арбіталей. Гэта адна з прычын вялікай устойлівасці сувязі $C-C$ і схільнасці атамаў вугляроду злучацца адзін з адным у ланцугу:



Распаўсюджанасць у прыродзе. Крэмній — другі па распаўсюджанасці на Зямлі элемент. Вуглярод, паводле большасці ацэнак, займае 16-е месца. Звесткі аб прыродных злучэннях паказаны ў табліцы 30.

Вуглярод і крэмній як простыя рэчывы. Вуглярод як простае рэчыва існуе ў выглядзе некалькіх алатропных мадыфікацый, найважнейшыя з якіх — алмаз, графіт, фулерэны. Крэмній алатропных мадыфікацый не ўтварае, існуе ў выглядзе аднаго простага рэчыва з алмазападобнай структурай.

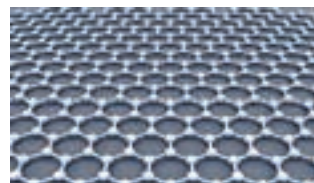
Крышталічныя рашоткі алатропных мадыфікацый вугляроду паказаны на малюнку 38. З матэрыялу § 16 вы ўжо ведаеце, чаму алмаз — самае цвёрдае рэчыва, чаму графіт электраправодны і лёгка расслойваецца. Вам таксама вядома, што фулерэны складаюцца са сферычных малекул C_{60} , C_{80} (гл. мал. 38).

Табліца 30. Хімічныя элементы вуглярод і крэмній

Элемент	Радыус атама, нм	χ	Ступені акіслення	Прыродныя злучэнні
Вуглярод ${}_6\text{C}$	0,077	2,5	$-4, 0, +2, +4$	Простыя рэчывы — алмаз, графіт. Мел, мрамур, вапняк, ракушчак, жэмчуг, кальцыт (CaCO_3); вуглякіслы газ, прыродны газ, нафта, арганічныя рэчывы
Крэмній ${}_{14}\text{Si}$	0,117	1,9	$-4, 0, +2, +4$	Крэменязём, кварц, горны крыштал (асноўны кампанент SiO_2); сілікаты металаў



Графен — алатропная мадыфікацыя вугляроду, утвораная слоём атамаў вугляроду таўшчынёй адзін атам. Матэрыял, які валодае ўнікальнымі ўласцівасцямі — высокай праводнасцю і трываласцю, гідрафобнасцю, адмысловымі аптычнымі ўласцівасцямі, — выклікаў цікавасць не толькі вучоных, але і тэхнолагаў, звязаных з вытворчасцю працэсараў.



Маюць вялікае значэнне і знаходзяць шырокае ўжыванне аморфныя формы вугляроду — драўняны вугаль, актываваны вугаль, сажа.

Крэмній, у адрозненне ад алмазу, з'яўляецца паўправадніком, што дазваляе шырока выкарыстоўваць яго ў сучасных мікрасхемах. Яго ўжываюць таксама ў вытворчасці гарачатрывалых сталей.

Такім чынам, асаблівасці будовы рэчываў вызначаюць іх уласцівасці, а значыць, і сферы выкарыстання.

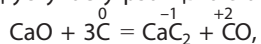
Хімічныя ўласцівасці

Вуглярод і крэмній, як і пераважная колькасць іншых неметалаў, праяўляюць як акісляльныя (напрыклад, рэагуючы з металамі), так і аднаўленчыя ўласцівасці (у рэакцыях з кіслародам і фторам, некаторымі аксідамі):

Хімічныя ўласцівасці	Вуглярод	Крэмній
Аднаўленчыя	$\overset{0}{\text{C}} + \text{O}_2 = \overset{+4}{\text{CO}_2}$	$\overset{0}{\text{Si}} + \text{O}_2 = \overset{+4}{\text{SiO}_2}$
	$3\overset{0}{\text{C}} + 2\text{Fe}_2\text{O}_3 = 4\overset{+4}{\text{Fe}} + 3\overset{+4}{\text{CO}_2}$	$3\overset{0}{\text{Si}} + 2\text{Fe}_2\text{O}_3 = 4\overset{+4}{\text{Fe}} + 3\overset{+4}{\text{SiO}_2}$
Акісляльныя	$4\overset{0}{\text{Al}} + 3\overset{0}{\text{C}} = \overset{-4}{\text{Al}_4\text{C}_3}$ метал карбід алюмінію	$2\overset{0}{\text{Mg}} + \overset{0}{\text{Si}} = \overset{-4}{\text{Mg}_2\text{Si}}$ метал сіліцыд магнію
	$\overset{0}{\text{C}} + 2\text{H}_2 = \overset{-4}{\text{CH}_4}$ метан	З вадародам не ўзаемадзейнічае



Таксама ўспомнім, што вуглярод уступае ў рэакцыю з аксідам кальцыю:



а ўтвораны пры гэтым карбід выкарыстоўваюць для атрымання ацэтылену (напрыклад, для газавай зваркі):



Акіды вугляроду — вуглякіслы і чадны газы

Асаблівасці будовы і фізічныя ўласцівасці. Аксід вугляроду(IV), або вуглякіслы газ $\overset{+4}{\text{CO}}_2$, з'яўляецца найвышэйшым аксідам вугляроду і адпавядае агульнай формуле EO_2 . Аксід вугляроду(IV) — рэчыва малекулярнай будовы. Малекула змяшчае дзве двайныя кавалентныя палярныя сувязі, але лінейная і таму непалярная (мал. 98, а).



Мал. 98. Структурная формула і маштабная мадэль малекул:
а — аксід вугляроду(IV), *б* — аксід вугляроду(II)

Успомнім, што вуглякіслы газ бясколерны, цяжэйшы за паветра ($M(\text{CO}_2) = 44 \text{ г/моль}$), часткова раствараецца ў вадзе. У 1 аб'ёме вады пры 20°C раствараецца 0,88 аб'ёма CO_2 , але пры гэтым яго растваральнасць у 70 разоў вышэйшая за растваральнасць кіслароду і ў 150 разоў — азоту. Пры павышаным ціску (5 МПа) ён лёгка звадкоўваюцца і цвярдзее. Цвёрды аксід вугляроду(IV) — сухі лёд — узганяецца без плаўлення.

Аксід вугляроду(II) — чадны газ CO — таксама рэчыва малекулярнай будовы. Атамы ў малекуле звязаны вельмі трывалай трайнай кавалентнай сувяззю, сувязь палярная, малекула ў цэлым таксама палярная (мал. 98, б). Газ бясколерны, дрэнна раствараецца ў вадзе, атрутны.

Хімічныя ўласцівасці аксід вугляроду(IV). Вуглякіслы газ належыць да кіслотных аксідаў, таму ўступае ў рэакцыі з вадой, шчолачамі і асноўнымі аксідамі. З іншага боку, атамы вугляроду, якія маюць ступень акіслення +4, могуць удзельнічаць у рэакцыях, якія працякаюць з паніжэннем ступені акіслення: вуглякіслы газ уступае ў рэакцыі з моцнымі адноўнікамі. Так, падпаленыя магній або кальцый працягваюць гарэць у атмасферы вуглякіслага газу.

Рэакцыі без змены ступені акіслення

1. *Рэакцыя з вадой.* Пры прапусканні вуглякіслага газу праз вадку, у якую дададзены лакмус, афарбоўка мяняецца з фіялетавай на чырвоную — утвараецца вугальная кіслата:

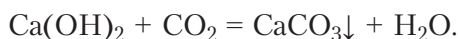


2. *Рэакцыя з растворамі шчолачаў* прыводзіць да ўтварэння солей.

Як і ў выпадку з сярністым газам, састаў прадуктаў залежыць ад мольных суадносін рэагентаў.

$2\text{NaOH} + \text{CO}_2 = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ 2 : 1 або лішак шчолачы	$2\text{OH}^- + \text{CO}_2 = \text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ (карбанат, сярэдняя соль)
$\text{NaOH} + \text{CO}_2 = \text{NaHCO}_3$ 1 : 1 або лішак кіслотнага аксідру	$\text{OH}^- + \text{CO}_2 = \text{HCO}_3^-$ (гідракарбанат, кіслая соль)

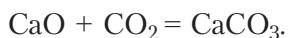
Рэакцыя вуглякіслага газу з вапнавай вадой наглядна дэманструе паслядоўнасць утварэння солей пры прапусканні газу праз раствор шчолачы. Спачатку ўтвараецца асадак сярэдняй солі (якасная рэакцыя на CO_2 , Дадатак 3):



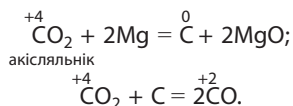
Пры далейшым прапусканні вуглякіслага газу асадак раствараецца з прычыны ўтварэння больш растваральнай кіслай солі:



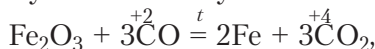
3. З асноўнымі аксідамі вуглякіслы газ утварае солі:



Рэакцыі са змяненнем ступені акіслення — гэта, як было адзначана вышэй, рэакцыі вуглякіслага газу з адноўнікамі:



Хімічныя ўласцівасці аксідру вугляроду(II). Аксід вугляроду(II), або чадны газ CO , адносяць да нясолеўтваральных аксідаў. З іншага боку, атам вугляроду, маючы ступень акіслення +2, можа яе як павышаць, так і паніжаць. Пры павышэнні ступені акіслення ён праяўляе ўласцівасці адноўніку. Такія працэсы працякаюць пры выплаўленні металаў:



пры згаранні ў кіслародзе:



Рэакцыя $2\text{CO} + \text{O}_2 = 2\text{CO}_2$ пачынаецца пры тэмпературы большай за 500°C , а ў прысутнасці аксідру марганцу(IV) MnO_2 як каталізатару працякае ўжо пры пакаёвай тэмпературы.

Паніжэнне ступені акіслення адбываецца ў рэакцыях з адноўнікам, а аксід вугляроду(II) пры гэтым праяўляе ўласцівасці акісляльніку. Прыклад такога ператварэння вам вядомы з курса арганічнай хіміі: узаемадзеянне чаднага газу з вадародам (адноўнікам) — найважнейшы спосаб атрымання спірту метанолу: $\overset{+2}{\text{C}}\text{O} + 2\text{H}_2 \xrightarrow[t, p, \text{кат.}]{-2} \text{CH}_3\text{OH}.$

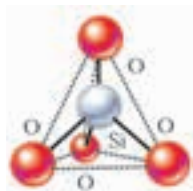


Як вуглякіслы, так і чадны газы забруджваюць атмасферу. Нагадаем, што аксід вугляроду(II) не выпадкова называецца чадным газам. Гэты аксід вельмі атрутны. Утвараючыся пры няпоўным згаранні паліва, ён можа прывесці да моцнага атручэння ці смяротнага зыходу. Адсутнасць паху робіць яго яшчэ больш небяспечным. Таксичнае дзеянне звязана з тым, што малекулы чаднага газу ўтвараюць трывалае злучэнне з малекуламі гемаглабіну ў крыві. Такім чынам яны блакуюць доступ кіслароду, перакрываюць клеткавае дыханне.

Асноўная крыніца CO ў атмасферы — выхляпныя газы рухавікоў унутранага згарання, крыніца CO₂ — паліўна-энергетычны комплекс і металургічная прамысловасць. Назапашванне вуглякіслага газу спрыяе глабальнаму пацяпленню на Зямлі («парніковы эффект»). Успомнім, што CO₂ паглынаецца ў працэсе фотасінтэзу. Таму высечка лясоў прыводзіць да зніжэння паглынання вуглякіслага газу зялёнымі раслінамі і негатыўна ўплывае на стан атмасферы Зямлі.

Аксід крэмнію(IV)

Аксід крэмнію(IV) — рэчыва немалекулярнай будовы, у яго крышталях кожны атам крэмнію акружаны чатырма атамамі кіслароду (мал. 99). Ён мае даволі высокую цвёрдасць; шырока распаўсюджана ў прыродзе (табл. 26, Дадатак 2).



а



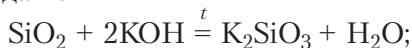
б



в

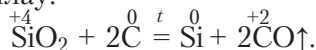
Мал. 99. Аксід крэмнію(IV): а — структурная адзінка, б — кварцавы пясок, в — крышталі кварцу

Хімічныя ўласцівасці. Аксід крэмнію(IV) як кіслотны аксід рэагуе са шчолачамі і асноўнымі аксідамі:

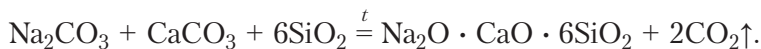


З вадой аксід крэмнію(IV) не рэагуе.

Маючы найвышэйшую ступень акіслення, крэмній у складзе аксіду можа праяўляць акісляльныя ўласцівасці. Так, працэс аднаўлення крэмнію(IV) вугляродам выкарыстоўваюць для атрымання тэхнічнага крэмнію ў вытворчасці паўправадніковых матэрыялаў:



Адзін са значных напрамкаў *прымянення* аксиду крэмнію(IV) — атрыманне шкла спяканнем пяску SiO_2 , соды Na_2CO_3 і вапняку CaCO_3 :



Вуглярод і крэмній з'яўляюцца акісляльнікамі ў рэакцыях з металамі, але адноўнікамі ў рэакцыях з кіслародам. Аксід вугляроду(IV) — кіслотны аксід і акісляльнік. Аксід вугляроду(II) — нясолеўтваральны аксід і праяўляе як акісляльныя, так і аднаўленчыя ўласцівасці. Аксід крэмнію(IV) ужываюць у вытворчасці шкла.

Пытанні, заданні, задачы

1. Назавіце алатропныя мадыфікацыі вугляроду і сферы іх выкарыстання. Пракамен-туйце з хімічнага пункту гледжання наступны тэкст: «Разнастайнасць яго ўласцівасцей здзіўляе: самыя мяккі і звышцвёрды, эталон празрыстасці і абсалютнай чарнаты, цеплаізалятар і адзін з найлепшых праваднікоў цеплаты, дыэлектрык, праваднік і паўправаднік».

2. Складзіце формулу электроннай канфігурацыі і электронна-графічную схему крэмнію ў асноўным і ў адным з узбуджаных станаў.

3. Запішыце для элементаў з атамнымі нумарамі 6, 14, 32, 50 формулы: а) найвышэйшых аксідаў; б) лятучых вадародных злучэнняў.

4. Складзіце ўраўненні рэакцый:

а) вугляроду з кіслародам, вадародам, берыліем (паказваючы ступені акіслення);

б) вуглякіслага газу з вадой, аксідам барыю, гідраксідам калію;

в) аксиду крэмнію(IV) з гідраксідам калію, аксідамі кальцыю і барыю.

5. Чаму ў атмасферы кіслароду аксід вугляроду(IV) не гарыць, а аксід вугляроду(II) згарэе? Разлічыце аб'ём кіслароду (н. у.), неабходны для спальвання чаднага газу (н. у.) аб'ёмам 15 м^3 .

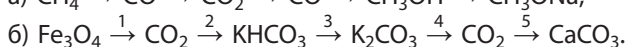
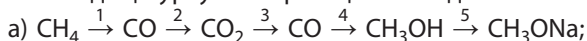
6. Па тэрмахімічным ураўненні $2\text{CO}_{(г)} + \text{O}_{2(г)} \xrightarrow{t} 2\text{CO}_{2(г)} + 566 \text{ кДж}$ вылічыце колькасць цеплаты, якое вылучылася пры згаранні чаднага газу аб'ёмам 1 м^3 (н. у.).

7. Прапануйце фізічны і хімічны спосабы падзелу сумесі аксідаў вугляроду так, каб кожны з іх быў атрыманы асобна.

8. У посуд, запоўнены растворам гідраксиду натрыю, прапусцілі сумесь чаднага і вуглякіслага газаў. Чаму назіраецца памяншэнне памеру бурбалак газу з іх рухам у растворы? Якое рэчыва збіраецца ў прабірцы над водным растворам? Якія рэчывы прысутнічаюць у растворы?



9. Складзіце ўраўненні рэакцый паводле схемы:



10. Вуглякіслы газ аб'ёмам $0,784 \text{ дм}^3$ (н. у.) быў цалкам паглынуты растворам, якія ўтрымліваў гідраксід натрыю хімічнай колькасцю $0,04$ моль. Вызначце масы атрыманых солей.

