

І. Я. Шымановіч В. А. Красіцкі
В. І. Сячко В. М. Хвалюк

ХІМІЯ



УЗОРЫ ПАСУДЫ, ЯКАЯ ВЫКАРЫСТОЎВАЕЦЦА ў ХІМІЧНАЙ ЛАБАРАТОРЫ



Хімічная
шклянка

Прабіркі

Канічная
колба

Пласкадонная
колба

Кругладонная
колба



Шкляная
лейка

Фарфоровы кубак
са ступкай

Шкляная
трубка

Газаадводная
трубка з коркам

Шкляная
палачка

ХІМІЧНАЯ ПАСУДА ДЛЯ ВЫМЯРЭННЯ АБ'ЁМУ



Мензурка

Мерныя
цыліндры



Мерная
шклянка

Мерная
колба

XИМІЯ

Вучэбны дапаможнік для 7 класа
ўстаноў агульнай сярэдняй адукацыі
з беларускай мовай навучання

Пад рэдакцыяй І. Я. Шымановіча

*Даручана
Міністэрствам адукацыі
Рэспублікі Беларусь*

Мінск «Народная асвета» 2017

Правообладатель Народная асвета

УДК 54(075.3=163.3)
ББК 24я721
Х46

Пераклад з рускай мовы *М. Л. Страхі*

Аўтары:

І. Я. Шымановіч, В. А. Красіцкі, В. І. Сячко, В. М. Хвалюк

Рэцэнзенты:

Вучоны савет дзяржаўнай навуковай установы «Інстытут агульнай і неарганічнай хіміі Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі (доктар хімічных навук, прафесар, член-карэспандэнт НАН Беларусі, дырэктар інстытута *А. І. Кулак*); настаўнік хіміі кваліфікацыйнай катэгорыі «настаўнік-метадыст» дзяржаўнай установы адукацыі «Сярэдняя школа № 1 г. Ляхавічы» *С. У. Абярган*

Хімія : вучэб. дапам. для 7-га кл. устаноў агул. сярэд.
Х46 адукацыі з беларус. мовай навучання / І. Я. Шымановіч
[і інш.] ; пад рэд. І. Я. Шымановіча ; пер. на беларус. мову
М. Л. Страхі. — Мінск : Народная асвета, 2017. — 182 с. : іл.
ISBN 978-985-03-2801-4.

УДК 54(075.3=163.3)
ББК 24я721

ISBN 978-985-03-2801-4

© Страха М. Л., пераклад на беларускую мову, 2017

© Афармленне. УП «Народная асвета», 2017

Правообладатель Народная асвета

Дарагія сябры!

У гэтым годзе вы пачынаеце вывучэнне новага школьнага прадмета — хіміі. Гэта вельмі цікавая навука, якая дапаможа вам правільна разумець навакольны свет і тлумачыць розныя з’явы, якія адбываюцца навокал. Яна дасць вам адказы на многія пытанні і пашырыць ваш кругагляд.

Ці з’яўляюцца для вас новымі словы хімія, хімічны? Вядома ж, не! Вы ўжо чулі іх дома, у школе, па тэлебачанні. Гэта сведчыць аб тым, што хімія і ўсё, што з ёй звязана, стала неад’емнай часткай жыцця чалавека, яго паўсядзённай дзейнасці.

Менавіта пра гэта яшчэ 250 гадоў таму казаў вялікі рускі вучоны М. В. Ламаносаў: *«Шырока распасцірае хімія рукі свае ў справы чалавечыя...»* Ужо тады людзі ўмелі выплаўляць металы з руд, атрымліваць шкло, фарфор, розныя фарбы, вырабляць воцат, некаторыя лекі. Усё гэта можна было ажыццявіць толькі з дапамогай розных хімічных працэсаў, многія з якіх чалавек асвоіў тысячы гадоў таму.

У цяперашні час хімія з’яўляецца адной з найважнейшых навук, а хімічная прамысловасць — найважнейшай галіной вытворчасці.

Хімія валодае велізарнай стваральнай сілай. З яе дапамогай вырабляюцца будаўнічыя матэрыялы, угнаенні для павышэння ўрадлівасці глебы і хімічныя сродкі аховы раслін. Хімікі ствараюць розныя пластмасы і валокны, лякарствы і вітаміны, фарбавальнікі, мыйныя сродкі і шмат іншых важных і карысных матэрыялаў. Прыродныя выкапні — вугаль і нафту хімія ператварае ў паліва для транспарту, у цяпло і святло, неабходныя нам для жыцця.

На жаль, тое, пра што мы даведваемся аб хіміі са сродкаў масавай інфармацыі, часта звязана з дымавымі заслонамі вакол хімічных прадпрыемстваў, аварыямі і катастрофамі,

якія прыводзяць да забруджання навакольнага асяроддзя, з ядавітымі рэчывамі ў рэках, з гароднінай і садавінай, атручанымі ядахімікатамі. Але ці вінаватая ў гэтым хімія? Не, не вінаватая! Гэтыя непажаданыя падзеі адбываюцца па віне безадказных людзей, якія не задумваюцца аб наступствах сваёй дзейнасці, не выконваюць правілаў выкарыстання хімічных рэчываў і правядзення хімічных працэсаў. Неабходныя для захавання навакольнага асяроддзя веды і адказы на шматлікія пытанні існавання жыцця на Зямлі дапаможа вам знайсці выдатная навука — хімія.

Без ведання хіміі нельга зразумець, чаму і як адны рэчывы ператвараюцца ў другія, якія працэсы адбываюцца ў навакольным свеце — у атмасферы, глебе, вадзе, у жывых арганізмах. Веданне хіміі дапамагае чалавеку змяняць навакольны свет, адкрываць і ствараць новыя рэчывы і матэрыялы, асвойваць разнастайныя працэсы і тэхналогіі. Вось чаму кожны чалавек павінен валодаць асновамі хімічных ведаў.

Мы вельмі спадзяёмся, што, пазнаёміўшыся з дзіўным светам хіміі, многія з вас палюбяць гэтую выдатную навуку, а атрыманыя веды спатрэбяцца вам у далейшым жыцці і ў працы.

У добры шлях!

Аўтары

Як карыстацца вучэбным дапаможнікам



У вас у руках вучэбны дапаможнік па хіміі. Пагартайце яго, азнаёмцеся са зместам. Паглядзіце на малюнкi, схемы. Як вы заўважылі, увесь матэрыял кнігі падзелены на раздзелы і параграфы.



Малюнкi і табліцы, якія адлюстроўваюць уласцівасці розных рэчываў, дапамогуць вам больш наглядна ўявіць тое, аб чым ідзе гаворка ў тэксце вучэбнага дапаможніка. Інфармацыя, якая прыведзена ў табліцах, носіць даведачны характар і, як правіла, не прызначана для запамінання.

У канцы параграфу ёсць вывады, прыведзеныя на каляровым фоне. Прачытаўшы іх, вы зможаце праверыць, наколькі добра засвоілі матэрыял урока.

Пытанні і заданні ў канцы параграфа прызначаны для самастойнай работы. Уважліва прачытайце іх. Выканайце пісьмова тэя практыкаванні, якія зададзены настаўнікам. Зорачкай адзначаны заданні павышанай цяжкасці. Адказы на ўсе разліковыя задачы дадзены ў канцы кнігі.

Не забывайце карыстацца прадметным паказальнікам. З яго дапамогай вам будзе лягчэй адшукаць матэрыял, які неабходна вывучыць або паўтарыць. У *Дадатку* ў канцы кнігі змешчаны некаторыя даведачныя матэрыялы, якія могуць быць карысныя пры вывучэнні хіміі.

Дадатковую інфармацыю вы можаце знайсці, выкарыстоўваючы Інтэрнэт-рэсурс *Moodle*  , які даступны на нацыянальным адукацыйным партале па спасылцы <http://e-vedy.adu.by> («Электронныя адукацыйныя рэсурсы» → «Хімія» → «7 клас»).

У падручніку вы сустрэнеце наступныя ўмоўныя абазначэнні:  — азначэнні і правілы;  — пытанні і заданні;

 — цікава ведаць.

Агульныя правілы паводзін і работы ў кабінце хіміі

Вы прыйшлі на свой першы ўрок хіміі, які праходзіць у спецыяльным памяшканні — кабінце хіміі. Тут вы будзеце вывучаць асновы гэтай навукі, праводзіць розныя доследы. Для таго каб урокі хіміі былі не толькі цікавымі, але і бяспечнымі, вы павінны азнаёміцца з правіламі паводзін і працы ў кабінце хіміі і заўсёды іх выконваць.

1. У кабінет хіміі можна ўваходзіць толькі з дазволу настаўніка або лабаранта.
2. Падчас урока кожны вучань павінен знаходзіцца на сваім рабочым месцы, на іншае месца можна пераходзіць толькі з дазволу настаўніка. Нельга загружаць рабочы стол пабочнымі прадметамі.
3. У кабінце хіміі неабходна праяўляць асцярожнасць, падтрымліваць парадак і чысціню.
4. У кабінце хіміі нельга прымаць ежу і класці на стол прадукты харчавання, піць ваду з хімічнай пасуды.
5. Катэгарычна забараняецца спрабаваць на смак рэактывы.
6. Перад выкананнем кожнага доследу неабходна старанна азнаёміцца з яго апісаннем.
7. Забараняецца самастойна браць рэактывы і пачынаць работу з імі. Рабіць гэта можна толькі з дазволу настаўніка.
8. Пры выкананні доследу неабходна браць столькі рэактыву, колькі вызначана ў апісанні або настаўнікам.
9. Калі вы пралілі (рассыпалі) рэактыў або ён трапіў на адзенне, твар, рукі, неадкладна паведаміце аб гэтым настаўніку або лабаранту.

Больш падрабязна з правіламі бяспечных паводзін пры рабоце ў кабінце хіміі вы пазнаёміцеся на наступных уроках.



Уводзіны



Ва ўводзінах вы пазнаёміцеся з выдатнай навукай — хіміяй. Даведаецеся, што вывучае хімія, што такое хімічныя рэчывы, якімі ўласцівасцямі яны валодаюць і як іх можна вывучаць.



§ 1. Што вивучае хімія?

У паўсядзённым жыцці, заўсёды і ўсюды нас акружае вялікая разнастайнасць самых розных прадметаў. Кожны з іх мае сваю назву. Гэта, напрыклад, кніга, сшытак, камп'ютар, ручка, стол, тэлефон, аўтамабіль... Нягледзячы на тое што гэтыя прадметы зусім розныя, усе яны маюць адну агульную назву — **фізічныя целы**.



Са шкла



З алюмінію



З поліэтылену

Мал 1. Фізічныя целы

Уважліва паглядзіце на малюнак 1. З чаго выраблены намаляваныя фізічныя целы? Правільна! Спачатку паказаны прадметы са шкла, затым — з алюмінію, потым — з пластмасы (поліэтылену). Гэта значыць, што розныя фізічныя целы могуць складацца з аднаго і таго ж *рэчыва*.



Рэчыва — гэта тое, з чаго складаюцца фізічныя целы.

Большасць цел складаецца з некалькіх розных рэчываў. Гэта, напрыклад, добра знаёмыя вам смартфон, ліхтарык, нажніцы, прас (мал. 2). Няцяжка здагадацца, што яны зроблены, як мінімум, з двух рэчываў — жалеза і пластмасы.



Мал. 2. Фізічныя целы, якія складаюцца з некалькіх рэчываў

У цяперашні час вядома больш за 130 млн розных рэчываў. Некаторыя з іх, напрыклад вада, кісларод, вуглякіслы газ, сустракаюцца ў прыродзе. Большасць жа рэчываў, у тым ліку знаёмыя вам капрон і поліэтылен, хімікі атрымліваюць штучна. Штогод яны ствараюць некалькі мільёнаў новых рэчываў.

Многія рэчывы знаходзяць шырокае практычнае прымяненне. Яны ўваходзяць у састаў лекастваў, вітамінаў, харчовых дабавак, фарбавальнікаў, мыйных сродкаў. Рэчывы з'яўляюцца састаўнымі часткамі *матэрыялаў*. Так звычайна ў прамысловасці называюцца сумесі рэчываў, з якіх вырабляюць розныя прадметы. Матэрыяламі з'яўляюцца, напрыклад, гума, папера, драўніна, хімічныя валокны.

Кожнае рэчыва мае сваю назву і валодае шэрагам уласцівых толькі яму прымет, своеасаблівых «адбіткаў пальцаў», якімі дадзенае рэчыва адрозніваецца ад іншых рэчываў або мае падабенства з імі.

! Прыметы, па якіх розныя рэчывы адрозніваюцца адно ад аднаго або падобныя паміж сабой, называюцца ўласцівасцямі рэчываў.

Адрозніваюць фізічныя і хімічныя ўласцівасці рэчываў. Давайце разбяромся, што ж яны характарызуюць.



Фізічныя ўласцівасці

Да **фізічных** адносяцца такія ўласцівасці рэчываў, якія мы можам вызначыць з дапамогай сваіх органаў пачуццяў або з дапамогай розных вымяральных прыбораў. Гэта, напрыклад, аграгатны стан рэчыва (цвёрдае, вадкае або газападобнае), яго колер, шчыльнасць, тэмпературы кіпення і плаўлення, электраправоднасць, цеплаправоднасць, цвёрдасць, растваральнасць у вадзе і інш.

Напрыклад, добра знаёмая вам медзь — цвёрдае непразрыстае рэчыва карычневата-чырвонага колеру з металічным бляскам (мал. 3). Пад ударамі малатка медзь расплюшчваецца, такім чынам,



Мал. 3. Вырабы з медзі

яна пластычная, валодае коўкасцю. Медзь добра праводзіць электрычны ток, не раствараецца ў вадзе. З даведніка можна спазнаць, што шчыльнасць медзі роўна $8,9 \text{ г/см}^3$, а тэмпература яе плаўлення складае $1083 \text{ }^\circ\text{C}$.



Мал. 4. Кухонная соль: здробненая і ў крышталях

А якія фізічныя ўласцівасці добразнаёмай вам кухоннай солі? Хутчэй за ўсё, вы скажаце, што гэта сыпкае рэчыва белага колеру, якое добра раствараецца ў вадзе. Аднак кухонная соль існуе і ў выглядзе буйных празрыстых крышталёў (мал. 4). Яны крохкія

і пры расціранні ператвараюцца ў дробныя крышталікі. У сухім выглядзе соль не праводзіць электрычны ток, але яе раствор з'яўляецца добрым правадніком электрычнасці. Шчыльнасць солі складае $2,2 \text{ г/см}^3$, тэмпература плаўлення роўна 801°C .

Ведаць уласцівасці рэчываў неабходна, каб знайсці ім прымяненне і правільна абыходзіцца з імі. Напрыклад, вырабы з капрону і нейлону нельга прасаваць занадта гарачым прасам, паколькі гэтыя рэчывы з-за невысокай тэмпературы плаўлення пры прасаванні могуць расплавіцца. Многія рэчывы ядавітыя. Таму невядомыя вам рэчывы нельга спрабаваць на смак. Шэраг рэчываў раз'ядаюць скуру, і да іх нельга нават дакранацца.

Некаторыя фізічныя ўласцівасці рэчываў (колер, агрэгаты стан) можна вызначыць непасрэдна з дапамогай органаў пачуццяў. Такія ўласцівасці, як тэмпературы плаўлення і кіпення, шчыльнасць, вызначаюць з дапамогай спецыяльных прылад або прыбораў. Давайце пазнаёмімся з фізічнымі ўласцівасцямі некаторых рэчываў.

Лабараторны дослед 1

Вывучэнне фізічных уласцівасцей рэчываў

Азнаёмцеся з выдадзенымі вам рэчывамі. Вызначце, у якім агрэгатым стане (цвёрдым, вадкім або газападобным) яны знаходзяцца.

Ахарактарызуйце колер выдадзеных рэчываў. Якія з іх з'яўляюцца празрыстымі, а якія блішчаць?

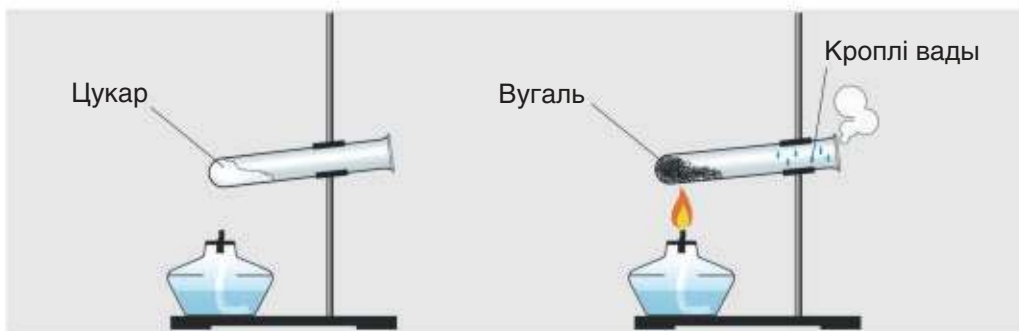
У пяць прабірак наліце вадку прыкладна да чвэрці іх аб'ёму. У першую прабірку змясціце крыху цукру, у другую — жалеза (кавалачкі жалезнага дроту), у трэцюю — здробненага мелу, у чацвёртую — медзі і ў пятую — алею. Што вы назіраеце?



Калі дабаўленае ў ваду рэчыва апускаецца на дно прабіркi, значыць, яно цяжэйшае за ваду. Калі ж рэчыва не тоне — яно лягчэйшае за ваду. Старанна перамяшайце змесціва кожнай прабіркi. Ці раствараецца кожнае з дабаўленых рэчываў у вадзе? Вынікі назіранняў запішыце ў сшытак.

Хімічныя ўласцівасці

Пад **хімічнымі** ўласцівасцямi разумеюць *здольнасць адных рэчываў ператварацца ў другія, новыя рэчывы*. Так, напрыклад, калі моцна нагрэць цукар, то праз некаторы час



Мал. 5. Награванне цукру



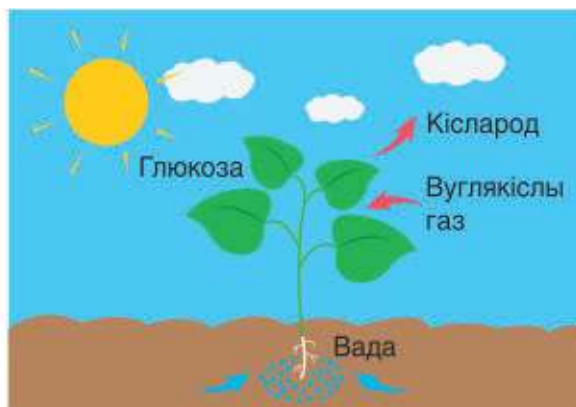
ён ператворыцца ў два новыя рэчывы — чорны вугаль і бясколерную ваду (мал. 5). Вада, у сваю чаргу, пад дзеяннем электрычнага току таксама ператвараецца ў новыя рэчывы — вадарод і кісларод (мал. 6). З вады і вуглякіслага газу ў зялёных раслінах пад уздзеяннем сонечных прамянёў утвараюцца глюкоза і кісларод — ідзе працэс фотасінтэзу (мал. 7). Усё гэта

Мал. 6. Утварэнне кіслароду і вадароду з вады

Мал. 7. Схема працэсу фотасінтэзу

прыклады хімічных ператварэнняў рэчываў.

Вывучэнне такіх ператварэнняў — асноўная задача хіміі. Таму на пытанне, што ж такое хімія, можна даць наступны кароткі адказ.



! Хімія — гэта навука аб рэчывах і іх ператварэннях у іншыя рэчывы.

Хімія гэтак жа, як біялогія і фізіка, адносіцца да прыродазнаўчых навук.

Усе фізічныя целы складаюцца з рэчываў.

Рэчывы характарызуюцца пэўнымі фізічнымі і хімічнымі ўласцівасцямі.

Уласцівасці — гэта прыметы, па якіх розныя рэчывы адрозніваюцца адно ад аднаго ці падобныя паміж сабой.

Хімія — гэта навука, якая вывучае рэчывы і іх ператварэнні.

? Пытанні і заданні

1. Вызначце, у якіх з пералічаных прадметаў змяшчаецца рэчыва жалеза: запалка, нож, мяч, цвік, аловак, адвёртка.
2. Прывядзіце не менш за тры прыклады фізічных цел, якія выраблены з: а) алюмінію; б) поліэтылену.
3. Пералічыце не менш за пяць рэчываў, якія вы можаце знайсці ў сябе дома, і пакажыце, дзе яны прымяняюцца.
4. На якіх уласцівасцях мелу заснавана яго практычнае прымяненне? Дзе ён выкарыстоўваецца?



5. Па якіх уласцівасцях можна адрозніць медзь ад алюмінію, пясок ад жалеза, кухонную соль ад мелу?
6. Чаму медзь выкарыстоўваецца для вырабу электрычных правадоў?
7. Якая ўласцівасць алюмінію дазваляе вырабляць з яго фольгу?
8. Цвёрдае рэчыва белага колеру, раствараецца ў вадзе, яго водны раствор добра праводзіць электрычны ток. Якое з рэчываў — мел, жалеза, вугаль або кухонная соль — валодае пералічанымі фізічнымі ўласцівасцямі?
9. Якія ўласцівасці рэчываў называюцца хімічнымі? Прывядзіце прыклады вядомых вам хімічных ператварэнняў.



Азнаёмцеся з навуковымі метадамі, якія выкарыстоўваюцца ў хіміі пры вывучэнні рэчываў і іх ператварэнняў.

§ 2. Хімія ўчора, сёння, заўтра

Хімія мае багатую гісторыю. Перадумовы для зараджэння хіміі з'явіліся задоўга да новай эры ў Егіпце — тэхнічна найбольш перадавой краіне Старажытнага свету. Невыпадкова, што сучасная назва «хімія» паходзіць ад слова «хемі», якім егіпцяне называлі ў той час сваю краіну. Менавіта там людзі ўпершыню навучыліся з дапамогай розных хімічных ператварэнняў выплаўляць з руды медзь, бронзу і жалеза. Ужо тады егіпецкія жрацы валодалі сакрэтамі вырабу шкла, фаянсу, некаторых мінеральных і раслінных фарбаў, лекавых прэпаратаў, парфумерыі.

У сярэдзіне першага тысячагоддзя новай эры хімічныя веды з Егіпта трапілі на Блізкі Усход. Арабскія вучоныя, якія многа зрабілі для развіцця хіміі, сталі называць гэтую навуку *алхіміяй*, якая ў канцы VIII ст. пранікла ў Еўропу. Галоўнай задачай алхіміі на працягу амаль паўтары тысячы гадоў быў пошук міфічных «філасофскага каменя» і «эліксіру маладосці», нібыта здольных ператвараць невысакародныя металы ў золата і серабро, вылечваць усе хваробы

і рабіць чалавека бессмяротным. Паслядоўнікаў гэтай ідэі сталі называць *алхімікамі* (мал. 8). Імі былі практычна ўсе вучоныя Сярэднявечаў, манакі, лекары і нават некаторыя каралі.

Хоць алхімікі так і не змаглі дасягнуць сваёй галоўнай мэты, яны пакінулі значны след у гісторыі развіцця хіміі. У пошуках «філасофскага каменя» і «эліксіру маладосці» алхімікі атрымалі шмат новых рэчываў, вынайшлі розныя прыборы і прыстасаванні, якія з тых часоў шырока выкарыстоўваюцца ў хімічных даследаваннях.

Пачынаючы з XVI ст., алхімія стала паступова ператварацца з рамяства ў навуку. Нязбытныя алхімічныя ідэі пачалі саступаць месца новым вучэнням. Пачаткам хіміі як сапраўднай навукі сталі даследаванні англійскага хіміка і фізіка Роберта Бойля. Менавіта ён «адкінуў» ад назвы «алхімія» прыстаўку «ал», тым самым адкрыўшы новы перыяд у развіцці хіміі.



Мал. 8. Алхімік у лабараторыі

Роберт Бойль (1627—1691)

Англійскі хімік і фізік. Адкрыў закон залежнасці аб'ёму газу ад ціску, сфармуляваў першае навуковае азначэнне хімічнага элемента, увёў у хімію эксперыментальны метады, заляжыў асновы хімічнага аналізу, садзейнічаў станаўленню хіміі як самастойнай навукі.





Міхаіл Васільевіч Ламаносаў
(1711—1765)

Рускі вучоны-прыродазнавец, заснавальнік першага ў Расіі Маскоўскага ўніверсітэта. Развіваў атамна-малекулярныя ўяўленні аб будове рэчыва, прапанаваў агульную фармулёўку закону захавання масы рэчываў і руху, залажыў асновы фізічнай хіміі.

Ператворэнню хіміі ў сапраўдную навуку спрыялі працы многіх даследчыкаў, у ліку якіх рускі вучоны М. В. Ламаносаў і француз А. Л. Лавуазье. Вялікі ўклад у развіццё і ўмацаванне хіміі ўнеслі такія вучоныя, як Д. Дальтан, А. Авагадра, Е. Я. Берцэліус, А. М. Бутлераў, Д. І. Мендзялееў і многія іншыя.

У цяперашні час хімія стала не толькі адной з найважнейшых абласцей чалавечых ведаў, але і сыравіннай базай практычна для ўсіх галін прамысловасці і сельскай гаспадаркі. З яе дапамогай вугаль, нафту і газ ператвараюць у паліва і пластыку, у розныя матэрыялы і растваральнікі. Людзі, узброеныя веданнем хіміі, выплаўляюць металы, вырабляюць шкло, кераміку і бетон. Яны ствараюць гуму і мыйныя сродкі, лакі і фарбы, лякарствы і вітаміны, угнаенні для павышэння ўрадлівасці глебы і хімічныя сродкі аховы раслін,



Антуан Ларан Лавуазье
(1743—1794)

Французскі вучоны, адзін з заснавальнікаў сучаснай хіміі. Даў правільнае тлумачэнне працэсаў гарэння і дыхання, эксперыментальна даказаў закон захавання масы рэчываў у хімічных рэакцыях, распрацаваў правілы называння хімічных злучэнняў.

Джон Дальтан
(1766—1844)

Англіійскі фізік і хімік. Заснавальнік сучаснага вучэння аб атамнай будове рэчываў. Адкрыў некалькі важных законаў, увёў у хімію паняцце адноснай атамнай вагі, склаў першую табліцу атамных мас хімічных элементаў.

штучныя валокны і выбуховыя рэчывы. На хімічных прадпрыемствах вырабляюць розныя хімікаты — кіслоты і шчолачы, солі, спірты.

Без дасягненняў хіміі немагчыма развіццё харчовай і лёгкай прамысловасці, стварэнне ракетнай і касмічнай тэхнікі. Неверагодна вялікая роля хіміі ў развіцці энергетыкі, у тым ліку атамнай. Сёння 92 % усёй энергіі, якая спажываецца ў свеце, атрымліваюць з выкарыстаннем розных хімічных ператварэнняў. Новай вобласцю хімічных тэхналогій стала ахова навакольнага асяроддзя, перапрацоўка другаснай сыравіны. Відавочна, што без дасягненняў хіміі жыццё сучаснага грамадства немагчыма.

Хімія працягвае актыўна развівацца. Адзін з новых напрамкаў — нанахімія. З яе дапамогай ствараюцца зусім новыя матэрыялы з унікальнымі ўласцівасцямі. Напрыклад,

Енс Якаб Берцэліус
(1779—1848)

Шведскі хімік. Адкрыў цэрый, селен, крэмній і торый, устанавіў дакладныя значэнні атамнай вагі многіх хімічных элементаў, увёў іх сучасныя сімвалы, удасканаліў метады хімічнага аналізу.



з тканін, якія змяшчаюць спецыяльныя сярэбраныя наначасціцы, цяпер вырабляюць вопратку, якая засцерагае чалавека ад шкодных грыбкоў, бактэрый і вірусаў. З нанаматэрыялаў, якія валодаюць унікальнымі ўласцівасцямі, вырабляюцца дэталі прылад для радыёэлектроннай і касмічнай тэхнікі, для атамных электрастанцый, розная прадукцыя медыцынскага прызначэння.

Якія ж перспектывы развіцця хіміі? Адною з галоўных задач, якія стаяць перад хіміяй у будучыні, застаецца стварэнне новых матэрыялаў з зададзенымі каштоўнымі ўласцівасцямі. На аснове новых тэхналогій будуць створаны бяспечныя, даўгавечныя і надзейныя крыніцы энергіі, мініяцюрныя і неверагодна магутныя камп'ютары, новыя лякарствы, матэрыялы для вырабу пратэзаў і штучных органаў для паляпшэння якасці жыцця людзей.

Рэспубліка Беларусь адносіцца да краін з высокім узроўнем развіцця хімічнай прамысловасці (мал. 9). У на-



Мал. 9. Хімічная прамысловасць Беларусі

шай краіне дзейнічаюць 75 хімічных прадпрыемстваў, якія выпускаюць самую разнастайную прадукцыю. Асноўная галіна хімічнай прамысловасці Беларусі — вытворчасць мінеральных угнаенняў. Так, ААТ «Беларуськалій» (г. Салігорск) з'яўляецца адным з найбуйнейшых у свеце вытворцаў калійных угнаенняў (мал. 10). Яго прадукцыя пастаўляецца ў 97 краін свету.

Азотныя ўгнаенні ў нашай краіне вырабляюцца на ААТ «Гродна Азот», а фосфарныя — на ААТ «Гомельскі хімічны завод».

Найважнейшымі прадпрыемствамі нафтахімічнай прамысловасці Рэспублікі Беларусь з'яўляюцца ААТ «Нафтан» (г. Наваполацк) і ААТ «Мазырскі нафтаперапрацоўчы завод». Гэта сучасныя комплексы па выпуску нафтапрадуктаў высокай якасці.

Наша краіна з'яўляецца буйным пастаўшчыком на сусветны рынак хімічных



ААТ «Беларуськалій»



ААТ «Гродна Азот»



ААТ «Нафтан»

Мал. 10. Хімічныя прадпрыемствы Беларусі



валокнаў і нітак. Яны вырабляюцца на ААТ «Палімір» (г. Наваполацк), на ВА «Хімвалакно» (г. Магілёў, г. Гродна, г. Светлагорск, г. Полацк).

У Рэспубліцы Беларусь таксама развіта шынная прамысловасць. ААТ «Белшына» (г. Бабруйск) — адно з найбуйнейшых прадпрыемстваў у Еўропе, якое выпускае больш за 200 відаў шын. Гуматэхнічныя вырабы ў нас вырабляюцца на ААТ «Беларусьгуматэхніка» (г. Бабруйск), ААТ «Гуматэхніка» (г. Барысаў).

Да буйных галін хімічнай прамысловасці ў нашай краіне адносіцца таксама вытворчасць лакаў і фарбаў на ААТ «Лакафарба» (г. Ліда).

У Беларусі актыўна развіваецца хіміка-фармацэўтычная прамысловасць, якая вырабляе лекавыя прэпараты. Да найважнейшых прадпрыемстваў гэтай галіны адносяцца РУП «Белмедпрэпараты» (г. Мінск) і ААТ «Барысаўскі завод медыцынскіх прэпаратаў».

Без хіміі немагчыма развіццё чалавечай цывілізацыі. Але пры ўсёй карысці, якую дае нам хімія, з хімічнымі рэчывамі і матэрыяламі трэба абыходзіцца асцярожна, выконваючы пэўныя правілы, каб выключыць шкоду для здароўя чалавека і забруджанне навакольнага асяроддзя.

§ 3. Знаёмства з хімічнай лабараторыяй

Уласцівасці рэчываў і іх ператварэнні хімікі вывучаюць у спецыяльна абсталяваных памяшканнях — **хімічных лабараторыях** (мал. 11). Лабараторыі аснашчаны рознымі прыборамі і спецыяльнай хімічнай пасудай. У кожнай хімічнай лабараторыі ёсць набор неабходных рэчываў, якія называюцца *рэактывамі*.

У школьным кабінце хіміі вы пазнаёміцеся з будовай і прызначэннем розных прыбораў. Тут жа вы навучыцеся правільна выкарыстоўваць хімічную пасуду і абыходзіцца з рэактывамі.

Для таго каб праца ў кабінце хіміі была бяспечнай, трэба добра ведаць і выконваць спецыяльныя правілы (с. 6). Прачытайце іх яшчэ раз і паспрабуйце запомніць — гэта вельмі важна! А цяпер пачнём знаёмства з найважнейшым лабараторным абсталяваннем.



Мал. 11. Хімічная лабараторыя

Практычная работа 1

Прыёмы абыходжання з найпрасцейшым лабараторным абсталяваннем

Мэта работы: вывучыць правілы паводзін і работы ў школьным кабінце хіміі; пазнаёміцца з найпрасцейшым абсталяваннем для правядзення лабараторных доследаў, яго прызначэннем і будовай, правіламі работы з ім.

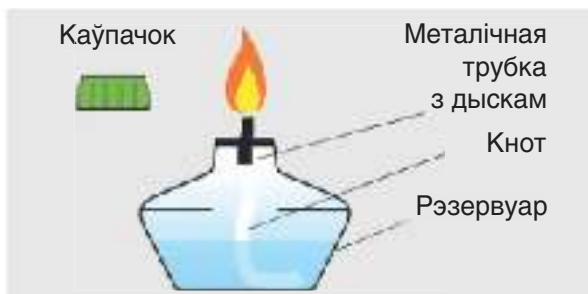
Лабараторны штатыў (мал. 12). Прызначаны для замацавання хімічнай пасуды і абсталявання пры выкананні доследаў. Ён



Мал. 12. Лабараторны штатыў



Мал. 13. Штатыў для прабірак



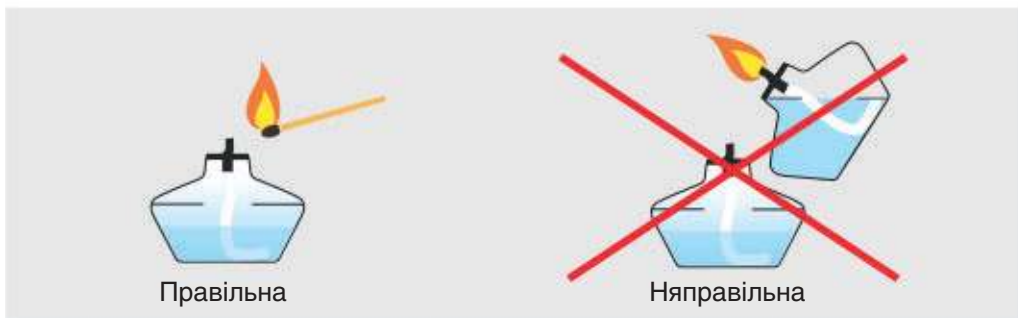
Мал. 14. Спіртоўка

складаецца з *асновы* і *стрыжня*, да якога пры дапамозе *муфт* мацуюцца *кольцы* і *заціскачкі* («лапкі»).

Штатыў для прабірак (мал. 13). Прызначаны для размяшчэння прабірак пры правядзенні доследаў.

Спіртоўка (мал. 14) — награвальны прыбор, які дае цяпло за кошт гарэння спірту. Яна прызначана для награвання рэчываў або матэрыялаў пры правядзенні доследаў. Спіртоўка складаецца са шклянога рэзервуара, металічнай трубка з дыскам, кнота і каўпачка. Уважліва разгледзьце спіртоўку, замалюйце яе будову ў сшытак.

Запомніце: спіртоўку можна запальваць толькі запалкай (мал. 15). Выкарыстоўваць для гэтага полымя запальніцы або другой спіртоўкі строга забаронена, паколькі



Мал. 15. Запальванне спіртоўкі

гэта можа прывесці да пажару. Для тушэння спіртоўкі ні ў якім выпадку нельга задзьмухваць полымя. Робяць гэта, хутка накрыўшы полымя каўпачком.

Заданне. Запаліце спіртоўку запалкай і патушыце полымя пры дапамозе каўпачка.

Электранагравальнікі і газавыя гарэлкі (мал. 16) —

прыборы, якія прызначаны для награвання за кошт электрычнага току або гарэння газу.

Хімічная пасуда. Адкрыўце форзац I вучэбнага дапаможніка і ўважліва разгледзьце хімічную пасуду, якой вы будзеце карыстацца на ўроках хіміі.

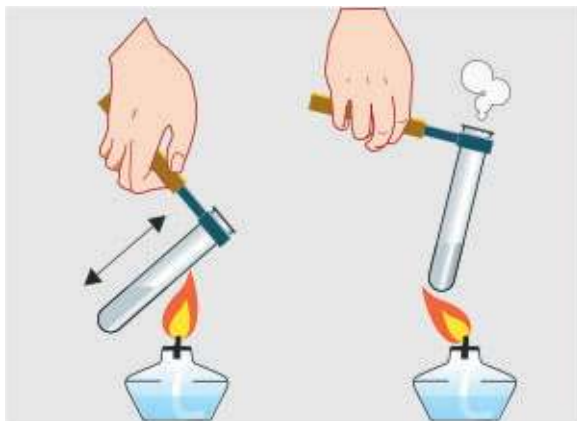
Пасуда агульнага карыстання — хімічныя шклянкі, прабіркі, розныя колбы (канічная, пласкадонная і кругладонная), шклянныя трубка, шпаталі і палачкі, газаадводныя трубка з коркамі, фарфоровыя кубкі, шклянныя лейкі. Паспрабуйце запомніць іх знешні выгляд і назвы. Хімічная пасуда выраблена з далікатных матэрыялаў — шкла, фарфору і патрабуе беражлівага карыстання. Танкасценную хімічную пасуду можна награваць у полымі спіртоўкі.

Вымяральная пасуда прызначана для вымярэння аб'ёмаў розных вадкасцей. Да гэтай пасуды адносяцца: мензуркі, мерныя цыліндры, мерныя шклянкі, мерныя колбы. На іх вонкавых сценах нанесены дзяленні, кожнаму з якіх адпавядае пэўны аб'ём (см³).

Заданне. Наліце ў прабірку з хімічнай шклянкі трохі вады (прыкладна на $\frac{1}{3}$ аб'ёму). Калі звонку прабіркі



Мал. 16. Награвальныя прыборы



Мал. 17. Награванне вады ў прабірцы

цягу прыкладна 5 секунд раўнамерна прагравайце прабірку па ўсёй даўжыні, а потым — толькі яе ніжнюю частку да пачатку кіпення вады (мал. 17). *Не зазірайце ў прабірку з кіпячай вадой і не нахіляйцеся над ёй!*

з'явіліся кропелькі вады, прамакніце іх фільтравальнай паперай. З дапамогай спецыяльнага трымальніка ўнясіце прабірку ў нахіленым становішчы ў верхнюю частку полымя спіртоўкі. *Пры гэтым адтуліну прабіркі абавязкова накіруйце ў бок ад сябе і ад людзей, якія знаходзяцца побач!* На пра-

§ 4. Чыстыя рэчывы і сумесі

Уласцівасці рэчыва можна вывучыць толькі тады, калі яно з'яўляецца чыстым, г. зн. не змяшана з іншымі рэчывамі. Таму неабходна адрозніваць *чыстыя рэчывы ад сумесей рэчываў*.

Чыстыя рэчывы

Гэта рэчыва — адно з самых распаўсюджаных на нашай планеце! Воблакі раняюць яго на зямлю ў выглядзе прахалодных кропель або прыгожых, далікатных сняжынак. Яно запаўняе рэкі, азёры, моры і акіяны. У ім раствараюцца шматлікія рэчывы — соль, цукар, воцат. Пры тэмпературы 100 °С яно кіпіць, ператвараючыся ў бясколерную пару, а пры 0 °С зацвердзяе, утвараючы лёд. Што гэта за рэчыва? Правільна! Гэта — усюдысісная і жыццёва важная **вада!**

Аднак пры названых тэмпературах яна кіпіць або зацвердзяе, калі з'яўляецца *чыстай*, г. зн. не змяшчае прымесей іншых рэчываў. Калі ж вада ўтрымлівае прымесі, тэмпературы яе кіпення і плаўлення будуць адрознівацца ад названых вышэй. Чым больш прымесей у вадзе, тым больш значнае гэта адрозненне. Напрыклад, вада з Міжземнага мора, у адным літры якой змяшчаецца каля 37 г прымесей (солей), кіпіць пры тэмпературы 100,5 °С. У той жа час вада з Мёртвага мора, якая змяшчае прыкладна 300 г солі ў адным літры, кіпіць пры тэмпературы 106 °С. Адсюль вынікае, што пэўнымі фізічнымі ўласцівасцямі валодаюць толькі чыстыя або, як іх яшчэ называюць, індывідуальныя рэчывы, якія не змяшчаюць прымесей іншых рэчываў.

! Чыстымі (індывідуальнымі) называюцца рэчывы, якія не змяшчаюць прымесей іншых рэчываў. Любое чыстае рэчыва валодае пэўнымі ўласцівасцямі, якія належаць толькі яму.

Чыстыя рэчывы ў прыродзе практычна не сустракаюцца. Іх атрымліваюць у лабараторыях у спецыяльных умовах. Без такіх рэчываў было б немагчыма развіццё электронікі, выраб сонечных батарэй — «пастак» сонечнай энергіі.

Сумесі рэчываў

У жыцці мы, як правіла, сустракаемся не з індывідуальнымі рэчывамі, а з іх сумесямі.

! Сумесь — гэта сукупнасць некалькіх індывідуальных рэчываў.

Так, напрыклад, паветра ўяўляе сабой сумесь некалькіх газападобных рэчываў, сярод якіх ёсць ужо знаёмыя вам кісларод і вуглякіслы газ. Акрамя паветра да прыродных



Мал. 18. Прадукты харчавання — сумесі рэчываў Мал. 19. Граніт

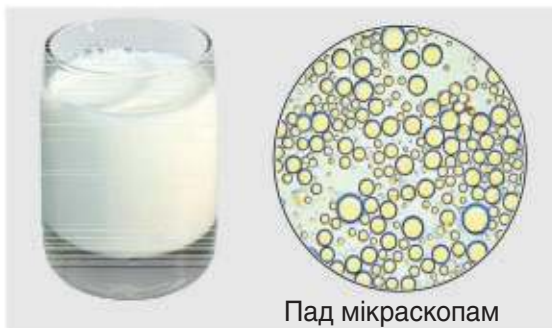
сумесей адносяцца глебы, горныя пароды, вада рэк, мораў і акіянаў. Сумесямі з'яўляюцца, як правіла, усе прадукты харчавання (мал. 18).

Разглядаючы горную пароду граніт (мал. 19), можна нават няўзброеным вокам убачыць, што гэтая прыродная сумесь складаецца з некалькіх састаўных частак — *кампанентаў*, афарбаваных у розныя колеры.

Многія сумесі рэчываў, напрыклад малако, смятана, шакалад, папера або гума, на першы погляд, здаецца, складаюцца з аднаго кампанента. Аднак пры разглядзе іх пад мікраскопам выяўляецца, што і яны складаюцца з некалькіх

кампанентаў (мал. 20). Такія сумесі называюцца *неаднароднымі*.

Бываюць сумесі, кампаненты якіх нябачныя нават у вельмі моцны мікраскоп. Гэта, напрыклад, мінеральная вада, салодкі чай, сталовы воцат. Такія сумесі называюцца *аднароднымі*.



Пад мікраскопам

Мал. 20. Малако — неаднародная сумесь

СУМЕСІ РЭЧЫВАЎ

Аднародныя:

паветра, водаправодная вада, растворы, адэкалон, бензін, алей і інш.

Неаднародныя:

горныя пароды, глебы, малако, шакалад, фарбы, бетон, асфальт, цэгла, кроў і інш.

Для таго каб колькасна ахарактарызаваць тую ці іншую сумесь рэчываў, трэба паказаць *масавыя доли* яе кампанентаў. *Масавая доля кампанента — велічыня, якая паказвае, якую частку ад агульнай масы сумесі састаўляе маса дадзенага рэчыва.* Масавую долю якога-небудзь рэчыва X абазначаюць літарай «w» (дубль-вэ) і запісваюць так: $w(X)$. Яе можна разлічыць, падзяліўшы масу дадзенага рэчыва X на агульную масу сумесі:

$$w(X) = \frac{m(X)}{m(\text{сумесі})}.$$

Калі, напрыклад, маса сумесі солі з цукрам роўна 50 г, а маса цукру ў ёй — 10 г, то яго масавая доля складае:

$$w(\text{цукру}) = \frac{m(\text{цукру})}{m(\text{сумесі})} = \frac{10 \text{ г}}{50 \text{ г}} = 0,20.$$

Як бачым, масавая доля кампанента — безразмерная велічыня, якая ўяўляе сабой лік, меншы за адзінку. Часта масавую долю паказваюць у працэнтах (%). Для гэтага яе значэнне памнажаюць на 100, напрыклад:

$$w(\text{цукру}) = 0,2, \text{ або } 20 \text{ \%}.$$

У такім выглядзе масавая доля лікава роўна масе рэчыва X, якое змяшчаецца ў кожных 100 г сумесі.

Раздзяленне сумесей

У навакольным свеце практычна ўсе рэчывы знаходзяцца ў выглядзе сумесей. Для атрымання чыстых рэчываў



гэтыя сумесі раздзяляюць на асобныя кампаненты. Каб гэта зрабіць, неабходна добра ведаць уласцівасці рэчываў, якія ўваходзяць у састаў сумесей. Зараз вы пазнаёміцеся з найважнейшымі спосабамі іх раздзялення.

Раздзяленне неаднародных сумесей

Адзін з самых простых спосабаў раздзялення неаднародных сумесей — **фільтраванне**. З яго дапамогай можна падзяліць сумесі цвёрдых і вадкіх рэчываў, напрыклад мелу і вады (мал. 21). Для гэтага сумесь, якую раздзяляюць, змяшчаюць на *фільтр* — порысты матэрыял з мноствам скразных адтулін — пор. Іх памер значна меншы, чым памер цвёрдых часціц, якія змяшчаюцца ў сумесі. Гэтыя часціцы не могуць прайсці праз поры фільтра і застаюцца на яго паверхні, а вадкасць лёгка праходзіць праз фільтр. У якасці фільтраў выкарыстоўваюць спецыяльную паперу (рыс. 22), порыстае шкло, кераміку і інш. У некаторых выпадках для фільтравання выкарыстоўваюць складзеную ў



Мал. 21. Фільтраванне сумесі мелу і вады



Папяровыя



Шкляныя



Керамічныя

Мал. 22. Розныя віды фільтраў

некалькі слаёў тканіну, марлю або вату. На адной са стадый ачысткі пітной вады ад цвёрдых прымесей яе прапускаюць праз тоўсты слой чыстага дробнага пяску, які ў гэтым выпадку выконвае ролю фільтра.

Успомніце, ці выкарыстоўваеца фільтраванне ў вас дома, на кухні? Якія фільтры пры гэтым прымяняюцца?

Іншы спосаб раздзялення неаднародных сумесей — **адстойванне**. З яго дапамогай можна раздзяліць сумесі вады з нерастваральнымі ў ёй рэчывамі, шчыльнасць якіх большая ці меншая за шчыльнасць вады. Да такіх неаднародных сумесей адносяцца, напрыклад, сумесі вады з пяском або вады з бензінам. Такія сумесі пасля прыгатавання пакідаюць стаяць на некаторы час. Паколькі шчыльнасць пяску большая, чым шчыльнасць вады, пясчынкі паступова апускаюцца на дно, а зверху застаецца вада, якую можна зліць у іншую пасуду (мал. 23).

У той жа час шчыльнасць бензіну меншая, чым шчыльнасць вады, з прычыны чаго кропелькі бензіну паднімаюцца ўверх. Злучаючыся адна з адной, яны ўтвараюць у верхняй частцы пасудзіны слой бензіну (мал. 24).



Мал. 23. Сумесь вады і пяску



Мал. 24. Сумесь вады і бензіну



Раздзяленне аднародных сумесей

На практыцы часцей за ўсё даводзіцца раздзяляць аднародныя сумесі вадкіх рэчываў. Для гэтага выкарыстоўваюць метады **перагонкі**, або **дыстыляцыі**. Ён заснаваны на тым, што кампаненты сумесі пачынаюць кіпець пры розных тэмпературах. Напрыклад, вада закіпае пры тэмпературы 100 °С, а спірт — пры 78 °С. Пры награванні сумесі спачатку кіпіць рэчыва з больш нізкай тэмпературай кіпення, г. зн. спірт. Яго пар астуджаюць і атрымліваюць чысты спірт у вадкім стане. Пасля выкіпання ўсяго спірту застаецца чыстая вада. Такім чынам, перагонку выкарыстоўваюць пры неабходнасці вылучыць з аднароднай сумесі яе вадкі кампанент (або некалькі кампанентаў). Метадам перагонкі з прыроднай сумесі — нафты атрымліваюць вядомыя вам бензін, газу і змазачнае масла.

Калі з аднароднай сумесі, напрыклад з воднага раствору солі, трэба вылучыць цвёрдае рэчыва (соль), выкарыстоўваюць іншы метады раздзялення — **выпарванне**. Ён заснаваны на адрозненні рэчываў па іх *лятучасці*, г. зн. па здольнасці пры награванні ператварацца ў пару, выпарацца. Да лятучых рэчываў, якія лёгка выпараюцца, адносяцца, напрыклад, вада і спірт, а да нелатучых — соль і цукар. Пры награванні ў адкрытай пасудзіне раствору солі ў вадзе лятучая вада выпараецца (мал. 25), а нелатучая соль застаецца ў выглядзе цвёрдага рэчыва. Такім чынам, выпарванне выкарыстоўваюць для раздзялення сумесей лятучых і нелатучых рэчываў.

У прыродзе пад уздзеяннем сонечных прамянёў адбываецца паступовае выпарэнне вады з паверхні саляных азёр (мал. 26). Гэта з'ява ляжыць у аснове аднаго са спосабаў здабычы кухоннай солі.

У цяперашні час, акрамя названых, выкарыстоўваюцца і іншыя, больш складаныя метады раздзялення сумесей.



Мал. 25. Выпарванне вадкасці



Мал. 26. Здабыча солі на саляным возеры

Чыстымі (індывідуальнымі) называюцца рэчывы, якія не ўтрымліваюць прымесей іншых рэчываў.

Чыстае (індывідуальнае) рэчыва валодае пэўнымі ўласцівасцямі, па якіх яго можна адрозніць ад іншых рэчываў.

Сумесі бываюць аднародныя і неаднародныя.

З неаднароднай сумесі чыстыя (індывідуальныя) рэчывы можна вылучыць з дапамогай фільтравання і адстойвання.

З аднастайнай сумесі чыстыя (індывідуальныя) рэчывы можна вылучыць з дапамогай дыстыляцыі і выпарвання.

? **Пытанні і заданні**

1. Як уплывае наяўнасць прымесей у вадзе на тэмпературу яе кіпення?
2. Уявіце сабе, што з падарожжа вы прывезлі дадому ў якасці сувеніра дзве аднолькавыя бутлі, у адной з якіх вада з Міжземнага, а ў другой — з Мёртвага мора. Як з дапамогай тэрмометра можна вызначыць, дзе якая вада знаходзіцца?
3. Зазірніце ўнутр чайніка, у якім доўга кіпяцілася водаправодная вада, і зрабіце вывад, ці з'яўляецца яна чыстым рэчывам.
4. Прывядзіце па пяць прыкладаў вядомых вам аднародных і неаднародных сумесей.



5. Аднародная або неаднародная сумесь утвараецца пры змешванні вады з: а) цукрам; б) мукой; в) алеем; г) кухоннай соллю; д) воцатам?
6. Чым адрозніваюцца паміж сабой рэчывы, сумесь якіх можна раздзяліць: а) адстойваннем; б) фільтраваннем; в) выпарваннем; г) перагонкай?
7. Для засолкі гародніны падрыхтавалі сумесь, якая складаецца з солі масай 25 г і цукру масай 15 г. Чаму роўныя масавыя долі кампанентаў гэтай сумесі?
8. Як бы вы раздзялілі сумесь цукру, пяску і драўнянага пілавіння? Складзіце план раздзялення, кротка апішыце кожны яго этап і раскажыце аб мяркуемых выніках.
9. Прапануйце спосаб раздзялення жалезнага і меднага пілавіння.

Практычная работа 2

Раздзяленне неаднароднай сумесі

Мэты работы: асвоіць на практыцы асноўныя спосабы раздзялення неаднародных сумесей. Раздзяліць сумесь солі і пяску.

1. Падрыхтоўка сумесі да раздзялення

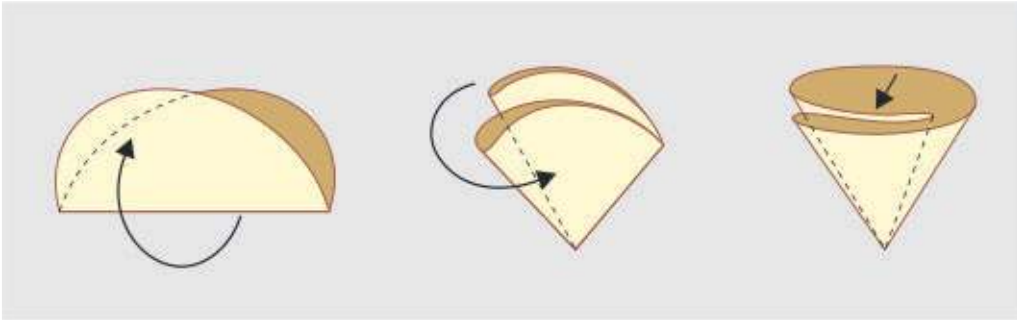
У хімічную шклянку з сумессю солі і пяску наліце ваду, аб'ём якой прыкладна роўны $\frac{1}{3}$ аб'ёму шклянкі. Старанна размяшайце яе змесціва шклянкой палачкай з гумавым наканечнікам. Што вы назіраеце?

2. Адстойванне сумесі

Дастаньце шклянкую палачку з шклянкі і пакіньце яе пастаяць 2—3 мін. Якія змены адбыліся ў шклянцы? Запішыце свае назіранні.

3. Фільтраванне

1) Падрыхтуйце папяровы фільтр. Для гэтага кружок фільтравальнай паперы складзіце ў чатыры столкі, як паказана на малюнку 27. Вышыня фільтра (радыус кружка) павінна быць такой, каб яго верхні край быў прыкладна на 0,5 см ніжэй за край лейкі для фільтравання.



Мал. 27. Выраб папяровага фільтра

2) Устаўце фільтр у лейку. Для таго каб ён шчыльна прылягаў да ўнутранай паверхні лейкі, раўнамерна намачыце яго невялікай колькасцю вады. Для гэтага можна выкарыстаць шклянкую трубочку.

3) Лейку з фільтрам змясціце ў кольца штатыва. Знізу пад лейкай пастаўце пустую шклянку так, каб яе сценка датыкалася да трубки лейкі. Змесціва шклянкі з сумессю вады, пяску і солі асцярожна, невялікімі порцыямі злівайце на фільтр (мал. 28). Што пры гэтым адбываецца? Дзе збіраюцца часцінкі пяску? Празрыстая вадкасць, якая праходзіць праз фільтр і збіраецца ў шклянцы пад варонкай, называецца *фільтратам*. Фільтрат уяўляе сабой раствор солі ў вадзе.

4. Выпарванне

1) Для вылучэння солі з фільтрата невялікі яго аб'ём змясціце ў фарфоравы кубак.

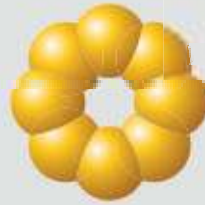


Мал. 28. Фільтраванне сумесі пяску, вады і солі



2) Кубак з фільтратам устаўце ў кольца штатыва і ацярожна награвайце на полымі спіртоўкі так, каб вадкасць з кубка выпаралася без кіпення. Што ўтварылася на дне кубка пасля выпарэння ўсёй вадкасці? Што ўяўляе сабой гэты белы парашок? Чым ён адрозніваецца ад зыходнай сумесі солі і пяску? Запішыце ў сшытку вынікі работы, зрабіце малюнкi, сфармулюйце вывады. Пералічыце спосабы, якія вы выкарыстоўвалі для раздзялення сумесі солі і пяску.

5. Прывядзіце ў парадак сваё рабочае месца.



Раздзел I

Асноўныя хімічныя паняцці

Простыя
рэчывы
Складаныя
рэчывы

Атам
Хімічны
элемент
Малекула

Хімічная
формула
Хімічная
рэакцыя

Металы
Неметалы



У гэтым раздзеле вы даведаецеся аб атамах і хімічных элементах. Зразумеецца, што такое простыя і складаныя рэчывы, як іх можна апісаць з дапамогай хімічных формул. Пазнаёміцеся з хімічнымі рэакцыямі, іх ролю ў жывой і нежывой прыродзе.



§ 5. Атамы. Хімічныя элементы

Усё, што знаходзіцца вакол нас, у тым ліку і Зямля, на якой мы жывём, і мы самі, складаецца з самых разнастайных рэчываў. А з чаго складаюцца самі рэчывы? Вядома, што іх можна драбіць на меншыя часткі, а тыя, у сваю чаргу, яшчэ на больш дробныя. Ці ёсць мяжа такога драбнення? Што ўяўляюць сабой часціцы, якія далей ужо нельга раздрабіць? Над гэтымі пытаннямі задумваліся вучоныя яшчэ ў глыбокай старажытнасці.

Атамная будова рэчываў

Першыя ўяўленні аб атамах як найдрабнейшых, далей непадзельных часціцах рэчываў з'явіліся ў вучоных Старажытнай Грэцыі яшчэ за 400 гадоў да н. э. Яны лічылі, што кожнае фізічнае цела (рэчыва) складзена з уласцівых толькі яму атамаў, г. зн. што існуюць атамы, напрыклад, мяса, пяску, дрэва, вады і г. д. Інакш кажучы, колькі ёсць рэчываў — столькі існуе і відаў атамаў.

Доказаў існавання атамаў у той час, вядома, не было, і гэта вучэнне было забыта амаль на дзве тысячы гадоў. І толькі на самым пачатку XIX ст. ідэя атамнай будовы рэчываў была адроджана англійскім вучоным Д. Дальтанам. Згодна з яго тэорыяй, усе рэчывы складаюцца з вельмі маленькіх часціц — *атамаў*. У працэсе хімічных ператварэнняў атамы не разбураюцца і не ўзнікаюць зноў, а толькі пераходзяць з адных рэчываў у другія. Яны з'яўляюцца быццам дэталямі канструктара, з якіх можна збіраць разнастайныя прадметы.



Атамы — найдрабнейшыя, хімічна непадзельныя часціцы.

Хімічныя элементы

Агульная колькасць атамаў у Сусвеце неймаверна вялікая. Аднак відаў атамаў параўнальна няшмат. Кожны пэўны від атамаў называецца *хімічным элементом*.

**Хімічны элемент — пэўны від атамаў.**

Пазней, пасля вывучэння будовы атама, вы даведаецеся аб больш дакладным азначэнні гэтага паняцця.

Усяго ў цяперашні час вядома 118 хімічных элементаў. Атамы аднаго і таго ж элемента маюць аднолькавыя памеры, практычна аднолькавую будову і масу. Атамы розных элементаў адрозніваюцца паміж сабой, перш за ўсё, *будовай, памерамі, масай* і цэлым радам іншых характарыстык.



Са 118 хімічных элементаў у прыродзе сустракаюцца толькі 92, а астатнія 26 атрыманы штучна з дапамогай спецыяльных фізічных метадаў.

З атамаў такой невялікай колькасці хімічных элементаў пабудаваны ўсе рэчывы, якія існуюць у прыродзе і атрыманы хімікамі ў лабараторыях. А гэта ў цяперашні час больш за 130 млн рэчываў. Усе яны ўяўляюць сабой самыя розныя спалучэнні атамаў тых або іншых элементаў. Гэтак жа, як з 32 літар алфавіта састаўлены ўсе словы беларускай мовы, з атамаў адносна невялікай колькасці элементаў складаюцца ўсе вядомыя рэчывы.

Сімвалы хімічных элементаў

Кожны элемент мае сваю назву і ўмоўнае абазначэнне — *хімічны сімвал (знак)*.

**Хімічны сімвал — умоўнае абазначэнне хімічнага элемента з дапамогай літар яго лацінскай назвы.**

Сімвалы хімічных элементаў складаюцца з адной або дзвюх літар іх лацінскіх назваў. Зразумела, што другая літара патрэбна, каб адрозніваць элементы, у назвах якіх першая літара аднолькавая. Напрыклад, элемент вуглярод абазначаецца першай літарай *C* яго лацінскай назвы *Carboneum*



(карбонеум), а элемент медзь — двума першымі літарамі **Cu** яго лацінскай назвы *Cuprum* (купрум).

Сучасныя сімвалы і назвы найбольш распаўсюджаных элементаў, неабходныя вам на пачатковым этапе вывучэння хіміі, прыведзены ў табліцы 1.

Табліца 1. Назвы, хімічныя сімвалы і адносныя атамныя масы некаторых хімічных элементаў

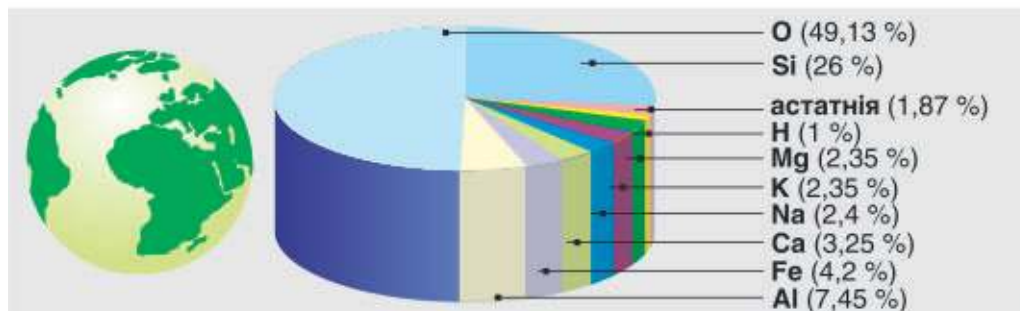
Назва хімічнага элемента	Хімічны сімвал элемента	Вымаўленне хімічнага сімвала	Адносная атамная маса (акругленая)
Азот	N	эн	14
Алюміній	Al	алюміній	27
Вадарод	H	аш	1
Жалеза	Fe	ферум	56
Золата	Au	аўрум	197
Калій	K	калій	39
Кальцый	Ca	кальцый	40
Кісларод	O	о	16
Крэмній	Si	сіліцыум	28
Магній	Mg	магній	24
Медзь	Cu	купрум	64
Натрый	Na	натрый	23
Ртуць	Hg	гідраргірум	201
Свінец	Pb	плюмбум	207
Сера	S	эс	32

Працяг

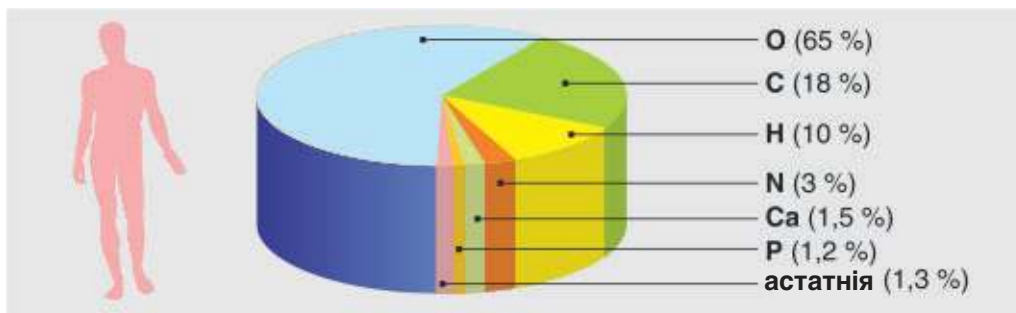
Назва хімічнага элемента	Хімічны сімвал элемента	Вымаўленне хімічнага сімвала	Адносная атамная маса (акругленая)
Серабро	Ag	аргентум	108
Вуглярод	C	цэ	12
Фосфар	P	пэ	31
Хлор	Cl	хлор	35,5
Цынк	Zn	цынк	65

Калі вы хочаце пазнаёміцца з назвамі і сімваламі ўсіх хімічных элементаў, паглядзіце на форзац II вашага вучэбнага дапаможніка. Там прадстаўлена перыядычная сістэма, у якой размешчаны ўсе вядомыя на сённяшні дзень хімічныя элементы. Больш падрабязна з перыядычнай сістэмай вы пазнаёміцеся пазней.

Распаўсюджанасць хімічных элементаў у прыродзе надзвычай нераўнамерная. Самы распаўсюджаны элемент у зямной кары (слоі, таўшчыня якога 16 км) — кісларод **O**. Яго наяўнасць складае 49,13 % ад агульнай колькасці атамаў усіх элементаў. Долі астатніх элементаў паказаны на малюнку 29.



Мал. 29. Распаўсюджанасць хімічных элементаў у зямной кары



Мал. 30. Утрыманне хімічных элементаў у целе чалавека

У нашай Галактыцы амаль 92 % ад агульнай колькасці ўсіх атамаў прыпадае на долю вадароду **H**, 7,9 % — на долю гелію **He** і толькі 0,1 % — на атамы ўсіх астатніх элементаў. Значыць, атамы двух элементаў — вадароду і гелію — складаюць аснову зоркавай матэрыі.

У арганізме чалавека на долю атамаў кіслароду прыпадае 65 % ад масы цела, у той час як доля атамаў вугляроду **C** — 18 %, вадароду **H** — 10 %, азоту **N** — 3 % (мал. 30).

Атамы — найдрабнейшыя, хімічна непадзельныя часціцы.

Пры хімічных рэакцыях атамы не знікаюць і не ўзнікаюць з нічога, а толькі пераходзяць з адных рэчываў у другія.

Кожны асобны від атамаў называецца хімічным элементам. Ён мае сваю назву і абазначэнне — хімічны сімвал.

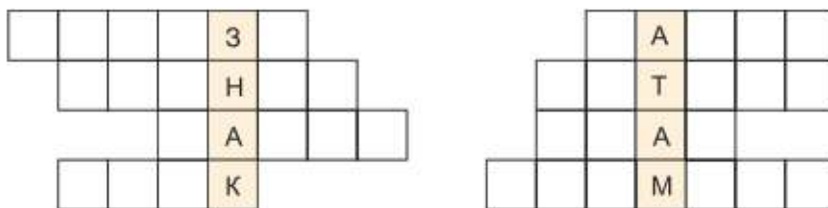
Атамы розных хімічных элементаў адрозніваюцца масай, памерамі і будовай.



Пытанні і заданні

1. Назавіце хімічныя элементы, якія абазначаюцца сімваламі: Mg, Na, Si, P, Cu, Ag, Hg, N.
2. Напішыце хімічныя сімвалы наступных элементаў: медзі, калію, цынку, жалеза, ртуці, золата, магнію, вугляроду, серы, хлору, свінцу.

3. Назавіце элементы, якія займаюць першыя тры месцы па распаўсюджанасці ў зямной кары. Якая агульная доля (%) атамаў усіх астатніх элементаў?
4. Назавіце хімічныя элементы (не менш пяці), атомы якіх уваходзяць у састаў вядомых вам рэчываў. Назавіце гэтыя рэчывы.
5. Выпішыце з табліцы 1 назвы хімічных элементаў:
 - а) жаночага роду; б) ніякага роду; в) мужчынскага роду.
6. Разгадайце два красворды, упісаўшы ў пустыя клеткі па гарызанталі назвы хімічных элементаў:



7. Складзіце самастойна такі ж красворд для слова «сімвал». Умова: нельга выкарыстоўваць першую літару назвы элемента.
- 8*. На аснове даных малюнка 30 разлічыце масу атамаў вугляроду, вадароду і азоту ў вашым целе.

§ 6. Адносная атамная маса хімічных элементаў

Чым адрозніваюцца атомы розных элементаў? Вы ўжо ведаеце — масай, памерамі і будовай. На малюнку 31 паказаны шаравыя мадэлі атамаў некаторых хімічных элементаў, зразумела, не ў рэальных памерах, а шматразова павялічаныя. У рэчаіснасці атомы настолькі малыя, што іх немагчыма разгледзець нават у самых лепшых аптычных мікраскопы.



Мал. 31. Шаравыя мадэлі атамаў некаторых хімічных элементаў

Адносная атамная маса

Карыстацца такімі маленькімі велічынямі мас атамаў пры разліках нязручна. Калі ў XIX ст. пачало фарміравацца атамна-малекулярнае вучэнне, яшчэ не былі вядомыя рэальныя памеры і масы атамаў. Таму на практыцы замест рэальных мас атамаў пачалі прымяняць іх *адносныя значэнні*. Яны разлічваліся па суадносінах мас простых рэчываў у рэакцыях аднаго з адным. Хімікі дапусцілі, што гэтыя суадносіны прапарцыянальны суадносінам мас адпаведных атамаў. Зыходзячы з гэтага, у пачатку XIX ст. Д. Дальтан увёў паняцце *адноснай атамнай масы*. Яна ўяўляла сабой лік, які паказваў, у колькі разоў маса атама дадзенага элемента большая за масу самага лёгкага атама — вадароду.

У цяперашні час масы атамаў параўноўваюць з асаблівым «эталонам» — $\frac{1}{12}$ масы атама вугляроду (мал. 33). Яна атрымала назву **атамнай адзінкі масы (а.а.м.)**.



Мал. 33. Схематычнае адлюстраванне $\frac{1}{12}$ часткі атама вугляроду

$$1 \text{ а.а.м} = \frac{1}{12} m_a(\text{C}) = \frac{19,94 \cdot 10^{-27} \text{ кг}}{12} \approx 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг.}$$

Параўноўваючы масы атамаў розных хімічных элементаў з атамнай адзінкай масы, атрымліваюць значэнні **адносных атамных мас** гэтых элементаў.

! **Адносная атамная маса элемента — гэта фізічная велічыня, якая паказвае, у колькі разоў маса атама дадзенага хімічнага элемента большая за $\frac{1}{12}$ масы атама вугляроду.**



Адносная атамная маса пазначаецца сімваламі A_r (A — першая літара англійскага слова *atomic* — атамная, r — першая літара англійскага слова *relative*, што азначае «адносны»):

$$A_r(X) = \frac{m_a(X)}{\frac{1}{12} m_a(C)}, \text{ дзе } X \text{ — сімвал дадзенага элемента.}$$

Напрыклад, адносная атамная маса вадароду:

$$A_r(H) = \frac{m_a(H)}{\frac{1}{12} m_a(C)} = \frac{1,6735 \cdot 10^{-27} \text{ кг}}{1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}} \approx 1,008,$$

а кіслароду:

$$A_r(O) = \frac{m_a(O)}{\frac{1}{12} m_a(C)} = \frac{26,56 \cdot 10^{-27} \text{ кг}}{1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}} \approx 16.$$

Значэнні адносных атамных мас усіх элементаў прыведзены ў табліцы на форзацы II вучэбнага дапаможніка. У разліках пры рашэнні задач мы будзем карыстацца акругленымі да цэлых значэннямі гэтых велічынь (гл. табл. 1).

Прыклад. У колькі разоў атам жалеза цяжэйшы за атам азоту?

Рашэнне

Адносныя атамныя масы названых элементаў роўны:

$$A_r(\text{Fe}) = 56, A_r(\text{N}) = 14;$$

$$A_r(\text{Fe}) = \frac{m_a(\text{Fe})}{\frac{1}{12} m_a(\text{C})}, \text{ адкуль атрымаем:}$$

$$m_a(\text{Fe}) = A_r(\text{Fe}) \cdot \frac{1}{12} m_a(\text{C});$$

$$A_r(\text{N}) = \frac{m_a(\text{N})}{\frac{1}{12} m_a(\text{C})}, \text{ адкуль атрымаем:}$$

$$m_a(\text{N}) = A_r(\text{N}) \cdot \frac{1}{12} m_a(\text{C}).$$

Адносіны мас атамаў жалеза і азоту роўны:

$$\frac{m_a(\text{Fe})}{m_a(\text{N})} = \frac{A_r(\text{Fe}) \cdot \frac{1}{12} m_a(\text{C})}{A_r(\text{N}) \cdot \frac{1}{12} m_a(\text{C})} = \frac{A_r(\text{Fe})}{A_r(\text{N})}.$$

Іншымі словамі, *адносіны мас атамаў гэтых элементаў роўны адносінам іх адносных атамных мас*. Такім чынам, адносіны мас атамаў жалеза і азоту роўны:

$$\frac{m_a(\text{Fe})}{m_a(\text{N})} = \frac{56}{14} = 4.$$

Адказ: атам жалеза цяжэйшы за атам азоту ў 4 разы.

Увага! Вельмі часта *адносную атамную масу* называюць проста *атамнай масай*. Аднак варта адрозніваць *атамную масу* — велічыню безразмерную (напрыклад, $A_r(\text{O}) = 16$) ад *масы атама* — велічыні, якая выражаецца ў адзінках масы — кілаграмах ($m_a(\text{O}) = 26,56 \cdot 10^{-27}$ кг) або ў атамных адзінках масы ($m_a(\text{O}) = 16$ а.а.м.).

Атамная адзінка масы ўяўляе сабой $\frac{1}{12}$ масы атама вугляроду.

Адносная атамная маса хімічнага элемента роўна адносінам масы яго атама да $\frac{1}{12}$ масы атама вугляроду.

Адносная атамная маса хімічнага элемента з'яўляецца велічынёй безразмернай і паказвае, у колькі разоў маса атама дадзенага элемента большая за $\frac{1}{12}$ масы атама вугляроду.

**?** **Пытанні і заданні**

1. Чым адрозніваюцца паняцці «маса атама» і «адносная атамная маса»?
2. Запоўніце ў шшытку табліцу, выкарыстоўваючы даныя з табліцы 1.

Назва элемента	Цынк			Крэмній		
Сімвал элемента		P			Ag	
Адносная атамная маса			40			32

3. Карыстаючыся данымі табліцы 1, запішыце сімвалы хімічных элементаў у парадку нарастання іх адносных атамных мас.
4. Вызначце, у колькі разоў:
 - а) атам кіслароду лягчэйшы за атам серы;
 - б) атам вугляроду лягчэйшы за атам серабра.
5. Разлічыце, у колькі разоў атамная адзінка масы меншая за 1 г.
6. У колькі разоў маса атама серабра большая за масу атама алюмінію?
- 7*. Разлічыце адносныя атамныя масы наступных элементаў:
 - а) плаціны Pt (маса атама роўна $3,24 \cdot 10^{-25}$ кг);
 - б) урану U (маса атама роўна $3,95 \cdot 10^{-22}$ г).
 Знайдзіце гэтыя элементы ў перыядычнай сістэме на форзацы II.

§ 7. Малекулы. Простыя рэчывы

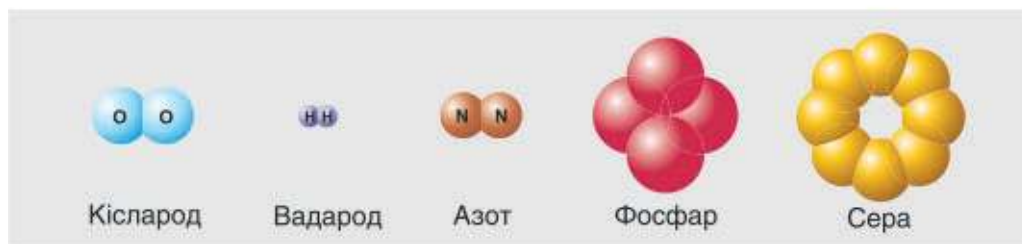
Атамы хімічных элементаў існуюць у прыродзе як у свабодным, так і ў звязаным стане. Напрыклад, **высакародныя газы** — гелій He, неон Ne, аргон Ar, крыптон Kr, ксенон Xe знаходзяцца ў паветры ў выглядзе адзіночных атамаў. Атамы ўсіх астатніх элементаў не існуюць у прыродзе ізалявана адзін ад аднаго. Яны заўсёды імкнуцца злучыцца, звязацца з іншымі атамамі за кошт асаблівых сіл. Чаму? Так яны дасягаюць больш устойлівага стану. Гэта адна з ілюстрацый усеагульнага прынцыпу прыроды — **імкнення да максімальна ўстойлівага стану**.

Малекулы

Напэўна, вы ўжо маеце ўяўленне аб малекулах — часціцах рэчываў, якія складаюцца звычайна з двух і больш атамаў. Што ж такое малекула?

! **Малекула — найменшая часціца рэчыва, якая здольна існаваць самастойна і захоўваць яго хімічныя ўласцівасці.**

Малекулы высакародных газаў аднаатамныя, а малекулы такіх рэчываў, як кісларод, вадарод, азот, хлор, бром, складаюцца з двух атамаў (мал. 34). Малекула фосфару змяшчае чатыры атамы, а серы — восем.



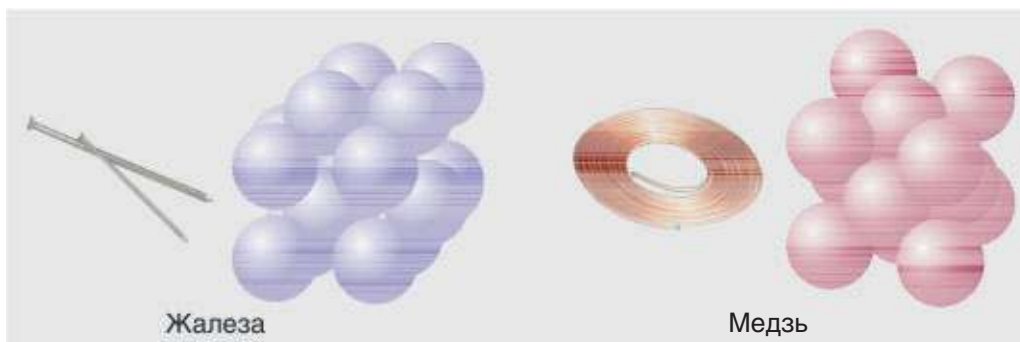
Мал. 34. Шаравыя мадэлі малекул

Простыя рэчывы

Атамы хімічных элементаў існуюць у прыродзе ў выглядзе рэчываў. Калі рэчыва складаецца з атамаў аднаго хімічнага элемента, то яно адносіцца да *простых рэчываў*.

! **Простымі называюцца рэчывы, якія ўтвораны атамамі аднаго хімічнага элемента.**

Простыя рэчывы, якія складаюцца з малекул, адносяцца да рэчываў **малекулярнай будовы**. Пры звычайных умовах сярод іх ёсць газы (вадарод, кісларод, азот, фтор, хлор, высакародныя газы), вадкасці (бром) і цвёрдыя рэчывы (сера, ёд, фосфар).



Мал. 35. Простыя рэчывы немалекулярнай будовы (узоры рэчываў і мадэлі крышталёў)

Атамы кіслароду ўтвараюць два простыя рэчывы малекулярнай будовы: адно з іх — *кісларод* — складаецца з двух-атамных, а другое — *азон* — з трохатамных малекул.

Звязваючыся адзін з адным, атамы ўтвараюць не толькі малекулы. Значна больш простых рэчываў, якія маюць *немалекулярную будову*. Яны ўяўляюць сабой цвёрдыя крышталічныя рэчывы, пабудаваныя з атамаў. Гэта, напрыклад, алмаз, графіт, жалеза, медзь (мал. 35).

Металы і неметалы

Простыя рэчывы па іх фізічных уласцівасцях падзяляюць на металы і неметалы.

Усе *металы* пры пакаёвай тэмпературы з'яўляюцца цвёрдымі рэчывамі (за выключэннем ртуці), добра праводзяць электрычны ток і цеплату, маюць характэрны металічны бляск.

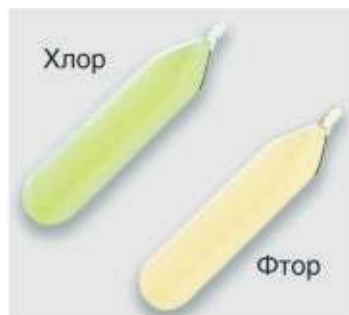
Многія з металаў пластычныя, г. зн. змяняюць сваю форму пры механічным уздзеянні. Дзякуючы гэтай уласцівасці металы можна каваць, расплюшчваць, выцягваць у дрот.

Металамі з'яўляюцца большасць простых рэчываў. Усе яны маюць немалекулярную будову.



Мал. 36. Цвёрдыя простыя рэчывы


Хоць простых рэчываў *неметалаў* значна менш, па сваіх фізічных уласцівасцях яны адрозніваюцца паміж сабой значна мацней, чым металы. Амаль усе яны дрэнна праводзяць электрычны ток і цеплату. Многія з неметалаў пры звычайных умовах з'яўляюцца крохкімі цвёрдымі рэчывамі (мал. 36), іншыя — газамі (мал. 37), а бром — вадкасцю (мал. 38). Большасць неметалаў існуе ў выглядзе малекул, але некаторыя маюць немалекулярную будову, напрыклад бор, вуглярод, крэмній.



Мал. 37. Газпадобныя простыя рэчывы



Мал. 38. Бром — вадкае простае рэчыва

 *Алмаз і графіт* — гэта простыя рэчывы, якія складаюцца з атамаў аднаго і таго ж хімічнага элемента — вугляроду. Хоць яны абодва маюць немалекулярную будову, уласцівасці гэтых рэчываў моцна адрозніваюцца: алмаз — празрыстае, самае цвёрдае ў прыродзе рэчыва, а графіт — цёмна-шэрае, непразрыстае, мяккае рэчыва. Іх уласцівасці розныя таму, што розная будова іх крышталёў, хоць складаюцца гэтыя крышталі з адных і тых жа атамаў — атамаў вугляроду.





Назвы простых рэчываў

У цяперашні час вядома каля 500 простых рэчываў, хоць хімічных элементаў, як вы ўжо ведаеце, пакуль адкрыта толькі 118. Назвы большасці простых рэчываў такія ж, як і назвы адпаведных хімічных элементаў. Толькі ў элемента *вугляроду* простыя рэчывы маюць уласныя назвы, а ў элемента *кіслароду* ёсць яшчэ і простае рэчыва *азон*.

Паколькі ў большасці выпадкаў назвы простых рэчываў і хімічных элементаў супадаюць, неабходна адрозніваць гэтыя паняцці. Як ужо адзначалася, *хімічны элемент* — гэта пэўны від атамаў. Таму назва хімічнага элемента — гэта агульная назва ўсіх атамаў дадзенага віду. Кожны хімічны элемент абазначаецца з дапамогай адпаведнага хімічнага сімвала.

У той жа час паняцце *простае рэчыва* абазначае канкрэтнае хімічнае рэчыва, утворанае атамамі аднаго віду. Яно характарызуецца пэўнымі *саставам*, *будовай*, *фізічнымі* і *хімічнымі ўласцівасцямі*.

Напрыклад, калі гавораць аб тым, што ў састаў якога-небудзь рэчыва ўваходзіць азот, то маюць на ўвазе атамы гэтага хімічнага элемента, а калі гавораць аб азоце, які ўваходзіць у састаў паветра, то размова, зразумела, ідзе аб простым рэчыве.

Больш падрабязна аб адрозненні паняццяў «простае рэчыва» і «хімічны элемент» вы даведаецеся ў раздзелах III і IV.

Малекула — найменшая часціца рэчыва, якая здольна існаваць самастойна і захоўваць яго хімічныя ўласцівасці.

Простыя рэчывы складаюцца з атамаў аднаго хімічнага элемента.

Простыя рэчывы маюць малекулярную і немалекулярную будову.


Простыя рэчывы падзяляюцца на металы і неметалы.

Пытанні і заданні

1. Назавіце формы існавання атамаў хімічных элементаў у прыродзе.
2. Напішыце назвы вядомых вам простых рэчываў, якія можна сустрэць у навакольным асяроддзі. Назавіце іх адрэгатны стан пры звычайных умовах.
3. Чым адрозніваюцца паняцці «хімічны элемент» і «простае рэчыва»? Растлумачце на прыкладзе кіслароду.
4. На якія дзве групы дзеляцца простыя рэчывы? Чым яны адрозніваюцца паміж сабой: а) па фізічных уласцівасцях; б) па будове?
5. Вырабіце з пластыліну мадэлі малекул кіслароду, вадароду, азоту, фосфару і серы ў адпаведнасці з малюнкам 34. Зрабіце фота гэтых мадэляў.
6. Якія простыя рэчывы з'яўляюцца металамі, а якія неметаламі: алюміній, вадарод, жалеза, медзь, азот, серабро, хлор, фосфар, сера, цынк? Што вы ведаеце пра гэтыя простыя рэчывы?
7. Чым адрозніваюцца металы ад неметалаў?
8. Лік простых рэчываў у некалькі разоў большы за лік вядомых хімічных элементаў. Чым гэта можна растлумачыць?

§ 8. Складаныя рэчывы

Хімічныя элементы існуюць не толькі ў выглядзе свабодных атамаў і простых рэчываў. Іх атамы таксама могуць уваходзіць у састаў самых розных *хімічных злучэнняў*.

 **Рэчывы, якія складаюцца з атамаў розных хімічных элементаў, называюцца складанымі рэчывамі або хімічнымі злучэннямі.**

Пераважная большасць хімічных рэчываў — гэта складаныя рэчывы. Вы ўжо ведаеце некаторыя з іх. Вада, метан, цукар, кухонная соль — складаныя рэчывы.

Арганічныя і неарганічныя рэчывы

Складаныя рэчывы падзяляюцца на дзве групы — *неарганічныя* і *арганічныя*. Усе **арганічныя рэчывы** аб'ядноўвае галоўная прымета — у іх састаў абавязкова ўваходзяць атамы *вугляроду*. Акрамя іх, у малекулах арганічных



рэчываў часцей за ўсё ўтрымліваюцца атамы вадароду, кіслароду, а таксама азоту, фосфару, серы. Амаль усе арганічныя рэчывы гаручыя і лёгка раскладаюцца пры награванні. Практычна ўсе яны маюць малекулярную будову (мал. 39).

Найпрасцейшым арганічным рэчывам з'яўляецца прыродны газ метан. Але вам, напэўна, знаёмыя назвы і такіх арганічных рэчываў, як цукар (цукроза), воцатная і лімонная кіслоты, спірт, крухмал, бялкі, тлушчы.

Агульная колькасць усіх арганічных рэчываў перавышае 128 млн. Многія з іх утрымліваюцца ў жывёлных і раслінных арганізмах, адкуль і паходзіць іх назва. Гэтыя рэчывы ўваходзяць у састаў харчовых прадуктаў, паліва, лякарстваў, фарбавальнікаў, самых разнастайных матэрыялаў.

Неарганічныя рэчывы — злучэнні ўсіх астатніх элементаў, акрамя вугляроду. Аднак да іх усё ж адносяць і некалькі рэчываў, якія змяшчаюць атамы гэтага элемента (вуглякіслы і чадны газы, мел, соду і некаторыя іншыя).

Неарганічных рэчываў вядома каля 800 тыс. Амаль усе яны — цвёрдыя рэчывы немалекулярнай будовы (мал. 40). Неарганічныя рэчывы ўваходзяць у састаў мінералаў, глебы, горных парод.



Мал. 39. Узоры складаных рэчываў малекулярнай будовы



Мал. 40. Узоры складаных рэчываў немалекулярнай будовы

Існуюць таксама неарганічныя рэчывы малекулярнай будовы, як, напрыклад, вада, вуглякіслы і чадны газы і інш.

Якасны і колькасны састаў рэчываў

Кожнае рэчыва характарызуецца пэўным *якасным і колькасным саставам*.

Якасны састаў рэчыва паказвае, з атамаў якіх элементаў яно складаецца. Напрыклад, вада складаецца з атамаў вадароду і кіслароду, а метан — з атамаў вугляроду і вадароду. Лік атамаў кожнага элемента ў саставе найменшай часціцы рэчыва характарызуе яго **колькасны** састаў. Напрыклад, малекула вады складаецца з двух атамаў вадароду і аднаго атама кіслароду, а малекула метану — з аднаго атама вугляроду і чатырох атамаў вадароду.

Складанае рэчыва з дапамогай розных хімічных метадаў можна раскласці на некалькі новых рэчываў, і так да таго часу, пакуль не атрымаюцца рэчывы, кожнае з якіх будзе з'яўляцца простым. Напрыклад, цукар пры награванні раскладаецца на ваду і вугаль (вуглярод):

цукар → вада + вуглярод (вугаль),

а ваду можна раскласці з дапамогай электрычнага току на вадарод і кісларод:

вада → вадарод + кісларод.

Уласцівасці простых рэчываў, якія пры гэтым атрымліваюцца, — вугляроду, кіслароду і вадароду — зусім не падобныя на ўласцівасці складаных рэчываў — цукру і вады. Гэта розныя рэчывы з рознымі ўласцівасцямі. *Уласцівасці складанага рэчыва не з'яўляюцца сумай уласцівасцей простых рэчываў, якія ўтвараюцца пры яго раскладанні.*



Складаныя рэчывы, як і простыя, маюць або малекулярную, або немалекулярную будову. Пры гэтым рэчывы малекулярнай будовы існуюць пры звычайных умовах у розных аграгатных станах. Напрыклад, метан пры звычайных умовах — газ, вада — вадкасць, цукар — цвёрдае рэчыва.

Большасць рэчываў немалекулярнай будовы пры звычайных умовах уяўляюць сабой цвёрдыя крышталі, напрыклад кухонная соль, мел. Зразумела, што пры награванні (часам да некалькіх тысяч градусаў) такія рэчывы плавяцца, а затым пераходзяць у газападобны стан.

Чым адрозніваюцца складаныя рэчывы і сумесі розных рэчываў? Асноўныя адрозненні паміж імі прыведзены ў табліцы 2.

Табліца 2. Адрозненні паміж складанымі рэчывамі і сумесямі рэчываў

Складанае рэчыва (хімічнае злучэнне)	Сумесь рэчываў
Утвараецца ў выніку злучэння атамаў розных элементаў паміж сабой	Утвараецца ў выніку змешвання розных рэчываў
Уласцівасці складанага рэчыва адрозніваюцца ад уласцівасцей простых рэчываў, з якіх яно атрымана	Уласцівасці рэчываў, з якіх састаўлена сумесь, не змяняюцца
Мае пэўны якасны і колькасны састаў	Састаў адвольны
Раскладаецца на састаўныя часткі толькі ў выніку хімічных ператварэнняў	Раздзяляецца на састаўныя часткі з дапамогай розных фізічных метадаў

Рэчывы, якія складаюцца з атамаў розных хімічных элементаў, называюцца складанымі рэчывамі або хімічнымі злучэннямі.

Кожнае рэчыва мае пэўны якасны і колькасны састаў. Уласцівасці складанага рэчыва адрозніваюцца ад уласцівасцей простых рэчываў, з якіх яно атрымана.

Складаныя рэчывы маюць малекулярную або немалекулярную будову.

Усе складаныя рэчывы падзяляюцца на арганічныя і неарганічныя.



Пытанні і заданні

1. Растлумачце, чым адрозніваюцца простыя і складаныя рэчывы. Што агульнага паміж імі? Адказ пакажыце на канкрэтных прыкладах.
2. З прыведзенага пераліку рэчываў выпішыце асобна простыя, а затым складаныя рэчывы: кісларод, цукар, алмаз, азот, жалеза, ртуць, кухонная соль, алюміній, вада, метан, сера, графіт, азон.
3. З пераліку рэчываў, прыведзенага ў заданні 2, выпішыце назвы рэчываў малекулярнай будовы.
4. Да якой групы складаных рэчываў (арганічных або неарганічных) адносіцца: а) вуглякіслы газ; б) цукар; в) кухонная соль; г) вада?
5. Пры награванні цвёрдага рэчыва ўтварыліся газ і новае цвёрдае рэчыва. Простым ці складаным было зыходнае рэчыва? Чаму?
6. Ці можа рэчыва немалекулярнай будовы пры звычайных умовах знаходзіцца ў газападобным стане?
7. Чым адрозніваюцца паміж сабой складаныя рэчывы і сумесі? Патлумачце на прыкладзе вады і сумесі вадароду і кіслароду.

§ 9. Хімічная формула

Такім чынам, вы ўжо ведаеце, што кожнае рэчыва валодае пэўным якасным і колькасным саставам. У хіміі састаў любога рэчыва выражаецца *хімічнай формулай*.



Хімічная формула — гэта ўмоўны запіс саставу рэчыва з дапамогай хімічных сімвалаў і індэксаў.



Якасны састаў выражаецца з дапамогай сімвалаў хімічных элементаў, а колькасны — з дапамогай *індэксаў*, якія запісваюцца справа і крыху ніжэй, чым сімвалы хімічных элементаў.

! **Індэкс — лік атамаў дадзенага хімічнага элемента ў формуле рэчыва.**

Напрыклад, хімічная формула малекулы простага рэчыва вадароду, якая складаецца з двух атамаў, запісваецца так:

хімічны сімвал вадароду $\rightarrow \text{H}_2 \leftarrow$ індэкс

і чытаецца «аш-два».

Хімічныя формулы рэчываў малекулярнай будовы

Формулы двухатамных малекул абазначаюцца і чытаюцца так: кісларод O_2 («о-два»), хлор Cl_2 («хлор-два»), азот N_2 («эн-два»). Трохатамная малекула азону і васьміатамная малекула серы абазначаюцца формуламі O_3 («о-тры») і S_8 («эс-восем»).

Формулы малекул складаных рэчываў таксама адлюстроўваюць іх якасны і колькасны склад. Напрыклад, формула вады, як вы ўжо, напэўна, добра ведаеце, — H_2O («аш-два-о»), метану — CH_4 («цэ-аш-чатыры»), а аміяку — NH_3 («эн-аш-тры»). Дакладна гэтак жа чытаюцца формулы любых складаных рэчываў. Напрыклад, формула сернай кіслаты — H_2SO_4 («аш-два-эс-о-чатыры»), а глюкозы — $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ («цэ-шэсць-аш-дванаццаць-о-шэсць»).

Хімічныя формулы рэчываў малекулярнай будовы называюцца *малекулярнымі формуламі*. Яны паказваюць якасны і колькасны састаў малекул.

Хімічныя формулы рэчываў немалекулярнай будовы

А калі рэчыва мае немалекулярную будову? Хімічныя формулы простых рэчываў такога тыпу (напрыклад, металаў)

запісваюць знакамі адпаведных элементаў без індэксаў (ці дакладней з індэксам, роўным адзінцы, якая не запісваецца). Так, формула простага рэчыва жалеза — Fe, медзі — Cu, алюмінію — Al.

Састаў складаных рэчываў немалекулярнай будовы выражаюць з дапамогай формул, якія паказваюць *найпрасцейшыя суадносіны лікаў атамаў* розных хімічных элементаў у гэтых рэчывах. Такія формулы называюцца *найпрасцейшымі*. Напрыклад, найпрасцейшая формула *кварцу* — галоўнай састаўной часткі пяску — SiO_2 («сіліцыум-о-два»). Яна паказвае, што ў крышталі кварцу на адзін атам крэмнію прыходзіцца два атамы кіслароду, г. зн. найпрасцейшыя суадносіны лікаў атамаў крэмнію і кіслароду ў гэтым рэчыве роўны 1 : 2. Найпрасцейшая формула Al_2O_3 («алюміній-два-о-тры») паказвае, што ў гэтым рэчыве найпрасцейшыя суадносіны паміж лікамі атамаў алюмінію і кіслароду роўны 2 : 3. Найпрасцейшая формула кухоннай солі — NaCl («натрый-хлор»), мелу — CaCO_3 («кальцый-цэ-о-тры») і г. д.

Формулы больш складаных злучэнняў немалекулярнай будовы чытаюцца аналагічна. Дадаткова паказваецца толькі лік груп атамаў, якія заключаны ў круглыя дужкі: $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ («алюміній-два-эс-о-чатыры-тройчы»), $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ («магній-эн-о-тры-двойчы») і г. д.

У табліцы 3 паказаны формульны запіс і схематычны відарыс саставу рэчываў рознага тыпу.

Табліца 3. Спосабы запісу саставу рэчываў

Формульны запіс	Змест запісу	Схематычны відарыс
H	Адзін атам вадароду	
3H	Тры атамы вадароду	
H ₂	Адна малекула вадароду	



Формульны запіс	Змест запісу	Схематычны відарыс
2H_2	Дзве малекулы вадароду	
H_2O	Адна малекула вады (складаецца з двух атамаў вадароду і аднаго атама кіслароду)	
Na_2SO_4	Найпрасцейшая формула рэчыва немалекулярнай будовы (складаецца з двух атамаў натрыю, аднаго атама серы і чатырох атамаў кіслароду) $\text{Na} : \text{S} : \text{O} = 2 : 1 : 4$	

Якасны і колькасны састаў рэчыва выражаецца з дапамогай хімічных формул.

Хімічная формула рэчыва малекулярнай будовы паказвае састаў яго малекулы.

Хімічная формула рэчыва немалекулярнай будовы паказвае найпрасцейшыя суадносіны лікаў атамаў у гэтым рэчыве.

Пытанні і заданні

1. Прачытайце ўслых наступныя хімічныя формулы: KCl , CaSO_4 , HNO_3 , Fe_2O_3 , P_2O_5 , $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$, $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$.
2. Ахарактарызуйце якасны і колькасны састаў рэчываў: H_2S , KClO_3 , H_3PO_4 , Al_2O_3 , CuSO_4 , HgCl_2 , $\text{Fe}(\text{OH})_3$. Прачытайце ўслых гэтыя формулы.
3. Прыведзіце прыклады вядомых вам складаных рэчываў. Напішыце формулы простых рэчываў, з якіх магло б атрымацца кожнае з названых вамі складаных рэчываў.

4. Запішыце хімічныя формулы рэчываў: вада, вуглякіслы газ, кісларод, азот, кухонная соль, серная кіслата. Прачытайце ўслых формулы гэтых рэчываў. Назавіце вядомыя вам вобласці іх прымянення.
5. Вызначце агульны лік атамаў, якія ўваходзяць у састаў формулы кожнага з наступных рэчываў: PbS , CaSO_3 , $\text{Mg}(\text{OH})_2$, $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$. Прачытайце ўслых гэтыя формулы.
6. Напішыце формулы наступных рэчываў: купрум-эс-о-чатыры; калій-эн-о-тры; алюміній-два-эс-о-чатыры-тройчы; аш-тры-пэ-о-чатыры.
7. Хімічная формула злучэння $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$. Пакажыце якасны і колькасны састаў гэтага рэчыва.
- 8*. Разлічыце лік малекул вуглякіслага газу, у якіх агульны лік усіх атамаў роўны іх ліку ў пяці малекулах глюкозы $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$.

§ 10. Валентнасць

Вы ўжо ведаеце, што ў хімічных злучэннях атамы розных элементаў знаходзяцца ў пэўных лікавых суадносінах. Ад чаго залежаць гэтыя суадносіны?

Разгледзім хімічныя формулы некалькіх злучэнняў вадароду з атамамі іншых элементаў:

HCl	H_2O	NH_3	CH_4
хлоравадарод	вада	аміак	метан

Няцяжка заўважыць, што атам хлору звязаны з адным атам вадароду, атам кіслароду — з двума, атам азоту — з трыма, а атам вугляроду — з чатырма атамамі вадароду. У той жа час у малекуле вуглякіслага газу CO_2 атам вугляроду звязаны з двума атамамі кіслароду. З гэтых прыкладаў відаць, што атамы валодаюць рознай здольнасцю да злучэння з іншымі атамамі.

Азначэнне валентнасці

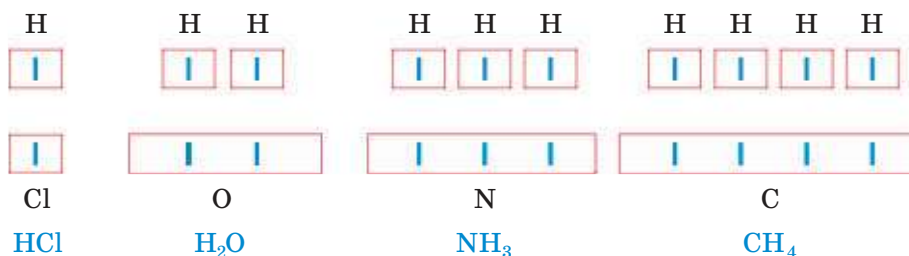
Такая здольнасць атамаў выражаецца з дапамогай колькаснай характарыстыкі, якая называецца *валентнасцю*.

! Валентнасць — лікавая характарыстыка здольнасці атамаў дадзенага элемента злучацца з іншымі атамамі.



Ва ўсіх прыведзеных вышэй формулах няма рэчыва, у саставе якога на адзін атам вадароду прыпадала б некалькі атамаў іншых хімічных элементаў. Такім чынам, адзін атам вадароду можа злучыцца толькі з *адным атамам* іншага элемента. Таму яго валентнасць лічыцца роўнай адзінцы, г. зн. вадарод *аднавалентны*.

Валентнасць атама якога-небудзь іншага элемента роўна ліку атамаў вадароду, якія з ім злучыліся. Таму ў малекуле HCl валентнасць атама хлору роўна адзінцы, а ў малекуле H₂O валентнасць атама кіслароду роўна двум. Па той жа прычыне ў малекуле NH₃ валентнасць атама азоту роўна тром, а ў малекуле CH₄ валентнасць атама вугляроду роўна чатыром. Калі ўмоўна пазначыць адзінку валентнасці рымскай I, то вышэйсказанае можна адлюстравачь схематычна:



Такім чынам, *валентнасць атама любога хімічнага элемента ёсць лік, які паказвае, колькі атамаў аднавалентнага элемента звязана з дадзеным атамам у хімічным злучэнні.*

Лікавыя значэнні валентнасці абазначаюць рымскімі лічбамі над сімваламі хімічных элементаў:



Аднак вадарод утварае злучэнні далёка не з усімі элементамі, а вось кіслародныя злучэнні ёсць амаль у кожнага элемента. І ва ўсіх такіх злучэннях атамы кіслароду працяўляюць валентнасць, роўную *двум*. Ведаючы гэта, мож-

на вызначаць валентнасці атамаў іншых элементаў у іх бінарных злучэннях з кіслародам. (*Бінарнымі называюцца злучэнні, якія складаюцца з атамаў толькі двух хімічных элементаў.*)

Каб гэта зрабіць, неабходна прытрымлівацца простага правіла: **у хімічнай формуле бінарнага злучэння агульны лік адзінак валентнасці аднаго элемента заўсёды роўны агульнаму ліку адзінак валентнасці другога элемента.**

Так, у малекуле вады H_2O агульная колькасць адзінак валентнасці двух атамаў вадароду роўна здабытку валентнасці аднаго атама на адпаведны лікавы індэкс у формуле:

$$\text{I} \cdot 2 = 2.$$

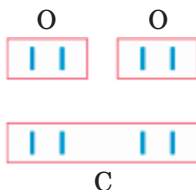
Такім чынам, лік адзінак валентнасці атама кіслароду роўны двум:

$$\text{II} \cdot 1 = 2.$$

Па велічыні валентнасці атамаў аднаго элемента можна вызначыць валентнасць атамаў другога элемента. Напрыклад, вызначым валентнасць атама вугляроду ў малекуле вуглякіслага газу CO_2 :



Згодна з прыведзеным раней правілам $x \cdot 1 = \text{II} \cdot 2$, адкуль $x = \text{IV}$.



Існуе і іншае злучэнне вугляроду з кіслародам — чадны газ CO , у малекуле якога атам вугляроду злучаны толькі з адным атамам кіслароду:





У гэтым рэчыве валентнасць вугляроду роўна II, паколькі $x \cdot 1 = II \cdot 1$, адкуль $x = II$:



Як бачым, адзін атам вугляроду злучаецца з розным лікам атамаў кіслароду, г. зн. мае *пераменную* валентнасць. У большасці элементаў валентнасць — велічыня *пераменная*. Толькі ў вадароду, кіслароду і яшчэ некалькіх элементаў яна *пастаянная* (табл. 4)

Табліца 4. Валентнасць атамаў некаторых элементаў у злучэннях

Элементы з пастаяннай валентнасцю		Элементы з пераменнай валентнасцю	
Элемент	Валентнасць	Элемент	Валентнасць
H, Li, Na, K, F	I	S	II, IV, VI
O, Mg, Ca, Ba, Zn	II	N	I, II, III, IV, V
Al, B	III	P	III, V
		Fe	II, III
		Cu	I, II
		C, Si	II, IV
		Cl, Br, I	I, III, V, VII

Састаўленне хімічных формул па валентнасці

Ведаючы валентнасць элементаў, можна састаўляць формулы іх бінарных злучэнняў. Напрыклад, неабходна запісаць формулу кіслароднага злучэння хлору, у якім яго валентнасць роўна сямі. Парадак дзеянняў такі:

1	Запісаць сімвалы хімічных элементаў і значэнні іх валентнасці	VIII ClO
2	Знайсці найменшае агульнае кратнае (НАК) валентнасцей абодвух элементаў	VII · II = 14
3	Раздзяліць НАК на валентнасць кожнага элемента (г. зн. знайсці значэнні іх індэксаў)	14 : II = 7 14 : VII = 2
4	Запісаць індэксы каля сімвалаў хімічных элементаў (індэкс «1» не пішуць)	Cl ₂ O ₇

Яшчэ адзін прыклад. Саставім формулу злучэння крэмнію з азотам, калі валентнасць крэмнію роўна IV, а азоту — III.

Запісваем побач сімвалы элементаў і значэнні іх валентнасці:



Знаходзім НАК валентнасцей абодвух элементаў. Яно роўна 12 (IV · III). Вызначаем індэксы для кожнага элемента:

$$\begin{array}{l} \text{Si} - 12 : \text{IV} = 3; \\ \text{N} - 12 : \text{III} = 4. \end{array}$$

Такім чынам, формула злучэння Si₃N₄.

У далейшым пры састаўленні формул рэчываў не абавязкова паказваць значэнні валентнасцей, а неабходныя нескладаныя вылічэнні можна выконваць мысленна.

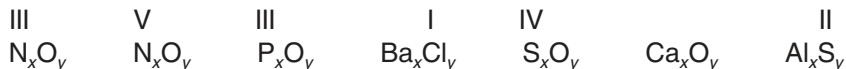
Валентнасць — лікавая характарыстыка здольнасці атамаў дадзенага элемента злучацца з іншымі атамамі.

Валентнасць атамаў вадароду пастаянная і роўна адзінцы. Валентнасць атамаў кіслароду таксама пастаянная і роўна двум.

Валентнасць атамаў большасці астатніх элементаў не з'яўляецца пастаяннай. Яе можна вызначыць па формулах іх бінарных злучэнняў з вадародам або кіслародам.

**Пытанні і заданні**

1. Сярод элементаў: Na, P, S, Ca, Al, C, Cl, F выберыце элементы з а) пастаяннай валентнасцю; б) пераменнай валентнасцю.
2. З элементаў з пераменнай валентнасцю выберыце пяць элементаў, валентнасць якіх можа быць роўна адзінцы.
3. Вызначце валентнасць элементаў па формулах рэчываў: PH_3 , MgO , SO_3 , P_2O_5 , CaH_2 , Mn_2O_7 , NaH , Cl_2O .
4. Састаўце хімічныя формулы злучэнняў з кіслародам наступных элементаў (у дужках паказана іх валентнасць): K, Ba, Fe(II), Fe(III), N(I), N(II), N(IV), P(III).
5. Састаўце формулы злучэнняў, у састаў якіх уваходзяць атамы наступных хімічных элементаў: а) Fe(III) і S(II); б) C(IV) і Cl(I); в) Mg і P(V).
6. Карыстаючыся данымі табліцы 4, састаўце хімічныя формулы злучэнняў з кіслародам наступных хімічных элементаў: Li, F, Ba, Zn, Al.
7. У прыведзеных формулах знайдзіце індэксы x і y :



8. Састаўце формулы ўсіх злучэнняў з кіслародам для наступных хімічных элементаў: S(II), P(III), Si(IV), F.

§ 11. Адносная малекулярная і адносная формульная масы

Кожны хімічны элемент характарызуецца пэўным значэннем адноснай атамнай масы. Састаў любога рэчыва выражаецца яго формулай. Гэта альбо малекулярная формула, альбо найпрасцейшая формула рэчыва немалекулярнай будовы. Любая формула складаецца з пэўнага ліку атамаў. Паколькі маса атамаў выражаецца як у кілаграмах, так і ў атамных адзінках масы, то і маса малекулы выражаецца такім жа чынам.

Адносная малекулярная маса

Рэчывы малекулярнай будовы характарызуюцца велічынёй адноснай малекулярнай масы, якая абазначаецца M_r .

! Адносная малекулярная маса — гэта фізічная велічыня, якая паказвае, у колькі разоў маса адной малекулы рэчыва большая за $\frac{1}{12}$ масы атама вугляроду.

Гэтая велічыня роўна суме адносных атамных мас усіх хімічных элементаў з улікам ліку іх атамаў у малекуле.

Напрыклад, разлічым адносную малекулярную масу вады H_2O :

$$M_r(\text{H}_2\text{O}) = 2 \cdot A_r(\text{H}) + A_r(\text{O}) = 2 \cdot 1 + 16 = 18.$$

Адносная малекулярная маса сернай кіслаты H_2SO_4 :

$$\begin{aligned} M_r(\text{H}_2\text{SO}_4) &= 2 \cdot A_r(\text{H}) + A_r(\text{S}) + 4 \cdot A_r(\text{O}) = \\ &= 2 \cdot 1 + 32 + 4 \cdot 16 = 98. \end{aligned}$$

Адносныя малекулярныя масы, як і адносныя атамныя масы, з'яўляюцца велічынямі *безразмернымі*. Значэнне M_r паказвае, у колькі разоў маса малекулы дадзенага рэчыва большая за $\frac{1}{12}$ масы атама вугляроду С. Напрыклад, калі $M_r(\text{H}_2\text{O}) = 18$, то гэта азначае, што маса малекулы H_2O ў 18 разоў большая за $\frac{1}{12}$ масы атама вугляроду (атамнай адзінкі масы). Адпаведна, маса малекулы H_2SO_4 у 98 разоў большая за гэтую велічыню.

Адносная формульная маса

Рэчывы немалекулярнай будовы таксама характарызуюцца падобнай велічынёй, якая называецца **адноснай формульнай масай**. Яна абазначаецца і разлічваецца гэтак жа, як і адносная малекулярная маса. Напрыклад, адносная формульная маса рэчыва CaCO_3 роўна:

$$\begin{aligned} M_r(\text{CaCO}_3) &= A_r(\text{Ca}) + A_r(\text{C}) + 3 \cdot A_r(\text{O}) = \\ &= 40 + 12 + 3 \cdot 16 = 100. \end{aligned}$$

Адносная формульная маса рэчыва $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ роўна:



$$M_r(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) = 2 \cdot A_r(\text{Al}) + 3 \cdot A_r(\text{S}) + 12 \cdot A_r(\text{O}) = \\ = 2 \cdot 27 + 3 \cdot 32 + 12 \cdot 16 = 342.$$

Вылічэнне масавай долі хімічнага элемента па формуле рэчыва

Зыходзячы з хімічнай формулы складанага рэчыва, можна разлічыць **масавую долю** атамаў кожнага хімічнага элемента, які ўваходзіць у яго састаў.

! **Масавая доля (w) атамаў хімічнага элемента ў рэчыве паказвае, якая частка адноснай малекулярнай (формульнай) масы рэчыва прыходзіцца на атамы дадзенага элемента.**

Масавая доля атамаў элемента А ў складаным рэчыве A_xB_y разлічваецца па формуле:

$$w(\text{A}) = \frac{x \cdot A_r(\text{A})}{M_r(\text{A}_x\text{B}_y)},$$

дзе w («дубль-вэ») — масавая доля элемента А;

$A_r(\text{A})$ — адносная атамная маса элемента А;

x, y — лік атамаў элементаў А і В у формуле рэчыва;

$M_r(\text{A}_x\text{B}_y)$ — адносная малекулярная (формульная) маса рэчыва A_xB_y .

Масавую долю выражаюць у долях адзінкі, напрыклад 0,07; 0,26; 0,99. Значэнне масавай долі можна выразіць і ў працэнтах. Для гэтага значэнне ў долях неабходна памножыць на 100, напрыклад $w(\text{O}) = 0,22$, або 22 %.

Прыклад. Вызначыць масавыя долі элементаў у малекуле фосфарнай кіслаты H_3PO_4 .

Дадзена:



$w(\text{H})$ — ?

$w(\text{P})$ — ?

$w(\text{O})$ — ?

Рашэнне

1. Вылічым адносную малекулярную масу H_3PO_4 :

$$M_r(\text{H}_3\text{PO}_4) = 3 \cdot A_r(\text{H}) + A_r(\text{P}) + 4 \cdot A_r(\text{O}) = \\ = 3 \cdot 1 + 31 + 4 \cdot 16 = 98.$$

2. Разлічым масавыя долі атамаў кожнага элемента:

$$w(\text{H}) = \frac{3 \cdot A_r(\text{H})}{M_r(\text{H}_3\text{PO}_4)} = \frac{3}{98} = 0,031, \text{ або } 3,1 \%$$

$$w(\text{P}) = \frac{1 \cdot A_r(\text{P})}{M_r(\text{H}_3\text{PO}_4)} = \frac{31}{98} = 0,316, \text{ або } 31,6 \%$$

$$w(\text{O}) = \frac{4 \cdot A_r(\text{O})}{M_r(\text{H}_3\text{PO}_4)} = \frac{64}{98} = 0,653, \text{ або } 65,3 \%$$

Адказ: $w(\text{H}) = 3,1 \%$; $w(\text{P}) = 31,6 \%$; $w(\text{O}) = 65,3 \%$.

Звярніце ўвагу на тое, што $w(\text{H}) + w(\text{P}) + w(\text{O}) = 1$, або 100 %.

Маса любога складанага рэчыва роўна суме мас атамаў, якія ўваходзяць у яго састаў. Відавочна, што агульная маса атамаў кожнага элемента складае пэўную долю ад агульнай масы ўсяго рэчыва або, іншымі словамі, пэўную масавую долю. Яна паказвае, якую частку ад агульнай масы рэчыва складае маса атамаў дадзенага элемента.

Адносная малекулярная маса рэчыва — гэта фізічная велічыня, якая паказвае ў колькі разоў маса адной малекулы рэчыва большая за $\frac{1}{12}$ масы атама С.

Адносная малекулярная маса рэчыва роўна суме адносных атамных мас хімічных элементаў, якія ўваходзяць у састаў малекулы дадзенага рэчыва з улікам кожнага элемента.

Рэчывы немалекулярнай будовы характарызуюцца адноснай формульнай масай, якая вызначаецца і разлічваецца гэтак жа, як і адносная малекулярная маса.

Масавая доля хімічнага элемента ў рэчыве роўна адносінам масы атамаў гэтага элемента да масы ўсяго рэчыва.

**Пытанні і заданні**

1. Назавіце адрозненні велічынь: адносная малекулярная маса і маса малекулы.
2. Вылічыце адносныя малекулярныя масы наступных рэчываў: HCl , NH_3 , HNO_3 , $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$, O_3 .
3. Вылічыце адносныя формульныя масы наступных рэчываў: CuSO_4 , Fe_2O_3 , Na_2CO_3 , $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$.
4. Чаму роўны масавыя долі элементаў у наступных рэчывах: NO , N_2O_3 , NH_3 , NH_4NO_3 ? У якім з гэтых рэчываў масавая доля азоту найменшая?
5. У прамысловасці жалеза атрымліваюць з яго розных кіслародных злучэнняў — FeO , Fe_2O_3 або Fe_3O_4 . У якім з гэтых рэчываў масавая доля жалеза найбольшая?
6. Вызначце адносныя формульныя масы рэчываў $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ і CaSO_4 . У якім з іх масавая доля кіслароду большая?
- 7*. У састаў малекулы злучэння азоту з кіслародам уваходзяць тры атамы кіслароду. Адносная малекулярная маса гэтага рэчыва роўна 76. Устанавіце хімічную формулу гэтага рэчыва і вызначце масавыя долі элементаў у ім.
- 8*. Пры гарэнні серы ў кіслародзе ўтвараецца злучэнне, маса якога ў 2 разы большая за масу серы, што згарэла. Выведзіце формулу гэтага злучэння, ведаючы, што ў яго малекуле змяшчаецца адзін атам серы.

§ 12. З'явы фізічныя і хімічныя.

Прыметы хімічных рэакцый

Вы ўжо ведаеце, што ўвесь навакольны свет складаецца з розных рэчываў: арганічных і неарганічных, простых і складаных, цвёрдых, вадкіх, газападобных. Рэчывы пастаянна зведваюць розныя змяненні, якія называюцца *з'явамі*. У залежнасці ад таго, якія менавіта змяненні адбываюцца з рэчывамі, з'явы дзеліцца на *фізічныя* і *хімічныя*. Давайце разбярэмся, чым жа яны адрозніваюцца.

Фізічныя з'явы

Кавалачак лёду змесцім у прабірку і пачнем яе нагрываць. Кожны з вас ужо ведае, што спачатку лёд расплавіцца і ператворыцца ў вадку. Пры далейшым нагрыванні вада закіпіць, утвараючы вадзяную пару. Калі гэтую пару астудзіць, яна пе-

ратворыцца ў ваду, якая пры далейшым ахаладжэнні зацвярдзее, утвараючы лёд. Усе гэта сведчыць аб тым, што лёд, вада і вадзяная пара складаюцца з аднаго і таго ж рэчыва — вады H_2O . Такім чынам, пры пераходзе з аднаго агрэгатнага стану ў другі вада не змяняецца і застаецца той жа вадой.

Нагрэем тонкую шкляную трубку ў полымі спіртоўкі. Шкло стане мяккім, і мы зможам лёгка сагнуць трубку (мал. 41). Нягледзячы на тое што форма трубки змянілася, яна засталася такой жа празрыстай і ломкай, як і раней, паколькі складаецца з таго ж шкла.

Што ж агульнае ў гэтых, здавалася б, розных з'явах, якія адбываюцца з вадой і шклом? У ходзе гэтых з'яў не ўтвараюцца новыя рэчывы — вада застаецца вадой, а шкло — шклом. Адбываецца толькі змяненне агрэгатнага стану рэчываў і знешняй формы цел, а састаў рэчываў застаецца ранейшым. Гэта — прыметы фізічных з'яў.

! Фізічнымі называюцца з'явы, пры якіх змяняецца агрэгатны стан рэчываў або знешняя форма фізічных цел.

Такія з'явы пастаянна адбываюцца ў прыродзе, у паўсядзённым жыцці ў выніку дзейнасці чалавека. Зацвярдзенне аліўкавага алею на холадзе, драбненне солі, згінанне дроту, выпарэнне бензіну, плаўленне некаторых металаў, напрыклад галію ад цяпла далоні (мал. 42), — усё гэта прыклады фізічных з'яў.



Мал. 41. Згінанне шкляннай трубки пры нагрэванні



Мал. 42. Плаўленне металу галію на далоні



Хімічныя з'явы (рэакцыі)

У чым жа сутнасць хімічных з'яў? Каб адказаць на гэтае пытанне, давайце ўспомнім, што адбываецца з жалезам, якое блішчыць, калі яно доўга знаходзіцца ў вільготным паветры? Кожны з вас скажа — жалеза ржаве! Яно пакрываецца *іржой* — шурпатым рыжым або бурым налётам, які можна лёгка саскрэбці нажом. Гэты налёт зусім не падобны на жалеза па колеры і шчыльнасці. Ён уяўляе сабой сумесь іншых рэчываў, якія складаюцца з атамаў жалеза, кіслароду і вадароду. Такім чынам, у выніку іржаўлення рэчыва жалеза ператвараецца ў іншыя, зусім непадобныя на яго рэчывы. Такія з'явы, пры якіх адны рэчывы ператвараюцца ў другія, называюцца *хімічнымі з'явамі* або *хімічнымі рэакцыямі*.

! **Хімічныя рэакцыі — гэта з'явы, пры якіх адбываецца ператварэнне адных рэчываў у другія.**

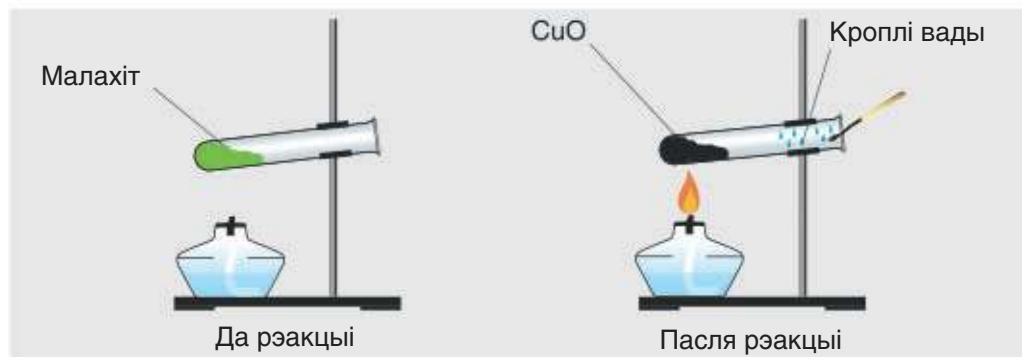
Гэтак жа, як і фізічныя з'явы, хімічныя рэакцыі пастаянна адбываюцца ў навакольным свеце. Яны працякаюць унутры нашых арганізмаў, у быце, у хімічных лабараторыях, на хімічных прадпрыемствах, у прыродзе. Так, напрыклад, у арганізме чалавека рэчывы цукар і тлушч ператвараюцца ў новыя рэчывы — вуглякіслы газ і ваду. Яны ж утвараюцца і на кухні пры гарэнні прыроднага газу метану. У лабараторыях вучоныя праводзяць хімічныя рэакцыі для пошуку і вывучэння новых, важных і карысных рэчываў. У вялікай колькасці гэтыя рэчывы атрымліваюць на хімічных прадпрыемствах. Новыя рэчывы пастаянна ўтвараюцца і ў прыродзе. Горныя пароды і мінералы пад уздзеяннем сонца, вады, кіслароду, вуглякіслага газу паступова разбураюцца і ператвараюцца ў новыя рэчывы. У зялёных раслінах з вуглякіслага газу і вады на сонечным святле ўтвараюцца глюкоза і крухмал. (*Успомніце, як называецца гэты працэс.*)

Прыметы хімічных рэакцый

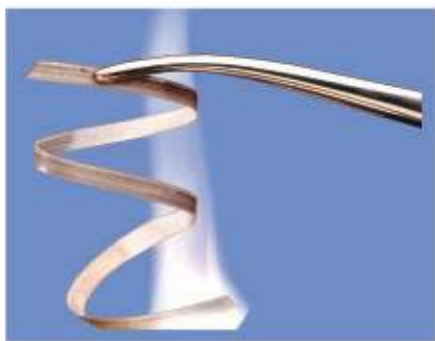
Якія ж прыметы хімічных рэакцый? Для адказу на гэта пытанне правядзём некалькі цікавых доследаў.

Нагрэем у прабірцы зялёны парашок *малахіту* $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3$ (мал. 43). Праз некаторы час вы ўбачыце, што колер парашка паступова змяняецца на чорны. Гэта колер новага рэчыва CuO , якое складаецца з атамаў медзі і кіслароду. На паверхні парашку вы ўбачыце мноства маленькіх «вулканчыкаў», якія ўтварыліся з-за бурнага вылучэння газаў. Адзін з газаў — вадзяная пара. Дакрануўшыся да халодных сценак прабіркі, пара ператвараецца ў бясколерныя кропелькі вады. Паднясём да адтуліны прабіркі падпаленую запалку — яна тут жа пагасне. Гэта значыць, што пры награванні з малахіту вылучаецца і вуглякіслы газ CO_2 , які гасіць полымя. Назіраючы за гэтым доследам, вы пераканаліся ў тым, што пры награванні з аднаго рэчыва — малахіту ўтварыліся тры новыя рэчывы — CuO , H_2O і CO_2 . А якая ж найбольш значная прымета гэтага ператварэння? Правільна! Гэта *змена колеру* зыходнага рэчыва.

Цяпер у другой прабірцы нагрэем ярка-аранжавы парашок складанага рэчыва HgO (мал. 44). Праз некаторы час яго колер таксама пачне змяняцца на больш цёмны. Пры гэтым сценкі прабіркі знутры пакрыюцца бліскучай плёнкай і маленькімі



Мал. 43. Награванне малахіту

Мал. 44. Нагрыванне аксиду ртуці HgO 

Мал. 45. Гарэнне магнію ў паветры

бліскучымі кропелькамі новага рэчыва — вадкага металу ртуці Hg . Як і ў папярэднім доследзе, бачнай прыметай хімічнай рэакцыі з'яўляецца змяненне колеру зыходнага рэчыва.

Для знаёмства з іншымі прыметамі хімічных рэакцый падпалім тонкую спіральку серабрыста-белага металу магнію Mg . Ён гарыць у паветры асляпляльна

на яркім і вельмі гарачым полымем, тэмпература якога дасягае $2200\text{ }^\circ\text{C}$ (мал. 45)! Пры гэтым метал магній ператвараецца ў новае рэчыва белага колеру MgO , якое складаецца з атамаў магнію і кіслароду. Прыметамі гэтай рэакцыі з'яўляюцца *выпраменьванне святла і вылучэнне цеплыні*.



Парашок магнію выкарыстоўваецца для вырабу феерверкаў і «бенгальскіх агнёў». Раней успышка магнію прымянялася для асвятлення аб'екта падчас фатаграфавання.

Правядзём яшчэ адзін дослед, змяшаўшы водныя растворы двух рэчываў. Адно з іх — медны купарвас $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, а другое — сода Na_2CO_3 . Як толькі іх растворы перамяша-

юцца, вы ўбачыце адразу тры прыметы хімічнай рэакцыі. Сярод іх ужо знаёмае вам змяненне колеру і дзве новыя прыметы — *утварэнне асадку і вылучэнне газу* (мал. 46). Калі да атрыманага асадку прыліць раствор воцату, асадак хутка знікне, растворуцца.



Мал. 46. Утварэнне асадку і вылучэнне газу

Растварэнне асадкаў — яшчэ адна прымета, якая адрознівае хімічную рэакцыю ад фізічнай з'явы.

Да прымет хімічных рэакцый адносіцца таксама *з'яўленне паху*. Гэта адбываецца, напрыклад, пры гарэнні ў паветры простага рэчыва серы S. У выніку рэакцыі яно ператвараецца ў газападобнае рэчыва SO₂ з рэзкім непрыемным пахам. Нюхаць яго трэба вельмі асцярожна!

Падвядзём вынік. **Найважнейшымі прыметамі, якія сведчаць аб працяканні хімічных рэакцый, з'яўляюцца:**

- змяненне колеру;
- вылучэнне газу;
- утварэнне або знікненне асадку;
- выпраменьванне святла;
- вылучэнне цеплаты;
- з'яўленне паху.

У большасці выпадкаў рэчывы не могуць узаемадзейнічаць адно з адным адвольна. Для працякання хімічных рэакцый неабходны пэўныя ўмовы.

Умовы працякання хімічных рэакцый

Неабходная і галоўная ўмова працякання большасці рэакцый паміж рэчывамі — гэта іх *судакрананне, кантакт*. Для таго каб рэакцыя пачалася, рэчывы трэба змяшаць так, каб



яны судакрануліся, кантактавалі адно з адным. Цвёрдыя рэчывы рэагуюць тым лепш, чым меншы памер іх часціц. Таму перад правядзеннем рэакцый такія рэчывы здрабняюць, напрыклад, у фарфаравай ступцы. Многія рэчывы лепш рэагуюць адно з адным, калі яны раствораны ў вадзе.

Для пачатку многіх рэакцый, акрамя судакранання рэчываў, патрабуецца яшчэ і *награванне*. Успомніце, як распальваюць вогнішча. Для таго каб прымусіць драўніну рэагаваць з кіслародам паветра, яе трэба нагрэць полымем. Пры гарэнні драўніны ў кіслародзе вылучаецца шмат цеплаты. Яна награве новыя порцыі драўніны, і яе рэакцыя з кіслародам працягваецца адвольна. Таму для ажыццяўлення рэакцый гарэння, як і многіх іншых, патрабуецца толькі пачатковае награванне. Другія ж рэакцыі, напрыклад раскладанне малахіту або цукру, працякаюць толькі пры пастаянным награванні звонку.

У некаторых выпадках для пачатку хімічных рэакцый неабходна *асвятленне*. Прыкладам такой рэакцыі з'яўляецца вядомая вам рэакцыя фотасінтэзу.

Такім чынам, у навакольным свеце пастаянна ажыццяўляюцца розныя фізічныя з'явы і хімічныя рэакцыі. Многія з іх знаходзяць шырокае практычнае прымяненне.

Вывучаючы хімічныя рэакцыі, чалавек спазнае сутнасць працэсаў, якія адбываюцца ў прыродзе. Гэта дае людзям магчымасць беражліва і граматы адносіцца да навакольнага свету.

Хімічныя рэакцыі — гэта з'явы, пры якіх адны рэчывы ператвараюцца ў другія.

Прыметамі хімічных рэакцый з'яўляюцца змяненне колеру, вылучэнне газу, утварэнне або знікненне асадку, выпраменьванне святла, вылучэнне цеплаты, з'яўленне паху.

Неабходнай умовай працякання хімічных рэакцый з'яўляецца судакрананне рэчываў, якія рэагуюць.

Для пачатку і працякання многіх рэакцый патрабуецца награванне.

? Пытанні і заданні

1. Якія з'явы называюцца фізічнымі? Прывядзіце тры прыклады фізічных з'яў, якія вы можаце назіраць у паўсядзённым жыцці.
2. Якія з'явы называюцца хімічнымі? Як яны называюцца інакш? Пералічыце найважнейшыя прыметы хімічных рэакцый.
3. Прывядзіце прыклады хімічных рэакцый, якія працякаюць у арганізме чалавека, у прыродзе.
4. Да якіх з'яў — фізічных або хімічных адносяцца: а) выпарэнне спірту; б) гарэнне бензіну; в) плаўленне цукру пры награванні; в) пацямненне меднай пласцінкі ў полімі спіртоўкі; г) скісанне малака; д) гніенне мяса?
5. Апішыце хімічныя рэакцыі, якія працякаюць пры награванні малахіту, пры гарэнні магнію, пры змешванні раствораў меднага купарваса і соды.
6. Якія ўмовы неабходны для пачатку і ажыццяўлення хімічных рэакцый? Навошта перад пачаткам рэакцыі цвёрдыя рэчывы здрабняюць?
7. У якіх выпадках награванне патрабуецца толькі для пачатку рэакцый?
8. Для ачышчэння жалезных вырабаў ад іржы іх апускаюць у гарачы водны раствор лімоннай кіслаты. Праз некаторы час іржа знікае, а вадкасць афарбоўваецца ў жоўты колер. Да якіх з'яў — фізічных ці хімічных — адносіцца апісаны працэс?
9. Якія прыметы хімічных рэакцый назіраюцца пры «вывяржэнні хімічнага вулкана» — разлажэнні аднаго са злучэнняў хрому пры награванні (мал. 47)? Відэазапіс гэтага доследу можна ўбачыць у Інтэрнэце, набраўшы ў пошукавіку «Хімічны вулкан».



Мал. 47. «Хімічны вулкан»

Дамашні эксперымент

1. Змясціце некалькі крышталікаў «марганцоўкі» ў вадку. Апішыце з'явы, якія вы назіраеце. Да якіх з'яў адносіцца растварэнне гэтага рэчыва ў вадзе?



2. Змяшайце невялікую колькасць (на кончыку нажа) лімоннай кіслаты і пітной соды. Да атрыманай сумесі дабаўце крыху вады. Апішыце з'яву, якую вы назіраеце. Да якога тыпу з'яў яна адносіцца?

Практычная работа 3

Вывучэнне прымет хімічных рэакцый і ўмоў іх працякання

Мэты работы: вывучыць прыметы хімічных рэакцый і ўмовы іх працякання; навучыцца распазнаваць хімічныя з'явы сярод мноства іншых.

Уважліва разгледзьце бутэлечкі з растворамі рэчываў, выддзеныя вам для правядзення доследаў. Прачытайце формулы рэчываў, указаныя на этыкетках. Прытрымлівайцеся правіл бяспечных паводзін пры выкананні доследаў.

Дослед 1. *Вылучэнне газу пры хімічнай рэакцыі.* У прабірку змясціце невялікі кавалачак мелу CaCO_3 і прыліце да яго 1—2 см³ сталовага воцату (раствор воцатнай кіслаты). Што вы назіраеце? Назавіце ўмовы і прыметы працякання дадзенай рэакцыі.

Дослед 2. *Утварэнне асадку.* У прабірку наліце прыкладна 1 см³ раствору рэчыва CaCl_2 і дабаўце да яго столькі ж раствору соды Na_2CO_3 . Апішыце з'явы, якія вы назіраеце. Якія ўмовы і прымета працякання дадзенай рэакцыі?

Дослед 3. *Знікненне асадку.* Да асадку, атрыманага ў доследзе 2, прыліце 1—2 см³ раствору воцатнай кіслаты. Апішыце з'явы, якія вы назіраеце. Якія прыметы хімічнай рэакцыі вы адзначылі? Якія ўмовы яе працякання?

Дослед 4. *Вывучэнне прымет рэакцыі гарэння.* Запаліце спіртоўку (запалку, свечку). Якія прыметы хімічнай рэакцыі вы назіраеце?

§ 13. Закон захавання масы рэчываў. Хімічныя ўраўненні

Да гэтага часу пры разглядзе хімічных рэакцый вы звярталі ўвагу на іх прыметы і ўмовы, пры якіх адны рэчывы ператвараюцца ў другія. Гэта *якасны* бок хімічных рэакцый. Сёння вы пачнёце знаёмства з *колькаснай* характарыстыкай гэтых працэсаў.

Тыя рэчывы, якія ўступаюць у рэакцыю, называюцца *зыходнымі рэчывамі*, а тыя, якія ўтвараюцца, — *прадуктамі рэакцый*. Але як жа суадносяцца паміж сабой іх масы? Можна быць, маса зыходных рэчываў большая ці меньшая за масу прадуктаў? А можна быць, іх масы аднолькавыя? Гэтае пытанне доўга хвалявала вучоных. Адказ на яго складае сутнасць аднаго з найважнейшых законаў хіміі, з якім вы зараз пазнаёміцеся.

Закон захавання масы рэчываў

Англіскі вучоны Р. Бойль у XVII ст. даследаваў уплыў награвання на масу металаў. Ён правёў мноства доследаў па гартаванні металу свінцу ў запаяных шкляных пасудзінах. Па заканчэнні доследаў Бойль раскрываў пасудзіны і ўзважваў рэчывы, якія ў іх змяшчаліся, — прадукты рэакцый. У выніку вучоны прыйшоў да вываду, што іх маса большая за масу зыходнага металу. Ён патлумачыў гэта тым, што пры награванні метал становіцца больш цяжкім з-за далучэння да яго асаблівай «вогненнай матэрыі», якая нібыта пранікае ўнутр пасудзіны праз шкло.

У 1748 г. рускі вучоны М. В. Ламаносаў паўтарыў доследы Р. Бойля, гартуючы ў запаяных шкляных пасудзінах іншы метал — жалеза (мал. 48).



Мал. 48. Вопыт Ламаносава па гартаванні жалеза



Пры награванні яно ператваралася ў чорна-буры парашок («жалезная акаліна»), што сведчыла аб праходжанні хімічнай рэакцыі. Аднак, у адрозненне ад Бойля, Ламаносаў перад узважваннем не раскрываў астуджаныя пасудзіны. Аказалася, што, нягледзячы на працяканне ў рэтортах хімічнай рэакцыі, іх маса не змяняецца. Іншымі словамі, агульная маса зыходных рэчываў (жалеза і рэчыва з паветра) роўна масе прадукту рэакцыі «жалезнай акаліны».

У 1789 г. французскі хімік А. Лавуазье даказаў, што пры высокай тэмпературы металы далучаюць кісларод, які змяшчаецца ў паветры. На аснове работ М. В. Ламаносава і А. Лавуазье быў сфармуляваны *закон захавання масы рэчываў у хімічных рэакцыях*.

! *Маса рэчываў, якія ўступілі ў хімічную рэакцыю, роўна масе рэчываў, якія ўтварыліся ў выніку рэакцыі.*

Чаму ж так адбываецца? Справа ў тым, што пры хімічных рэакцыях атамы зыходных рэчываў раз'ядноўваюцца і, злучаючыся ў іншым парадку, утвараюць новыя рэчывы. Паколькі ў выніку рэакцый атамы не знікаюць бяследна і не ўзнікаюць з нічога, а толькі перагрупоўваюцца, іх агульны лік застаецца нязменным. А паколькі атамы маюць пастаянную масу, то і маса ўтвораных імі рэчываў таксама застаецца пастаяннай.

Закон захавання масы рэчываў можна праверыць эксперыментальна. У адну з двух шклянчак нальём раствор CuSO_4 , а ў другую — раствор NaOH . Паставім абедзве шклянчкі з растворамі на вагі і вызначым іх агульную масу (мал. 49). Зняўшы шклянчкі з вагаў і змяшаўшы іх змесціва, мы ўбачым утварэнне сіняга асадку — прымета хімічнай рэакцыі. Зноў паставіўшы абедзве шклянчкі на вагі, мы выявім, што іх агульная маса засталася ранейшай.



Мал. 49. Доказ закону захавання масы рэчываў пры хімічных рэакцыях

Закон, адкрыты М. В. Ламаносавым, адзіны для ўсіх хімічных працэсаў, якія адбываюцца ў прыродзе, дзе **нішто не можа знікнуць бяследна і ўзнікнуць з нічога.**

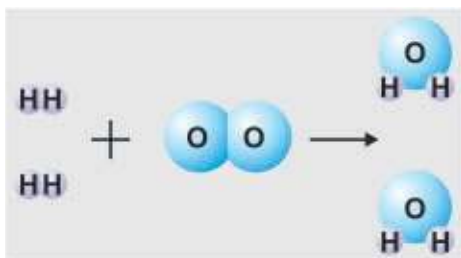
Хімічныя ўраўненні

Для выражэння сутнасці хімічных рэакцый выкарыстоўваецца спецыяльная мова хімічных формул. З іх складаюць *ураўненні хімічных рэакцый*, або *хімічныя ўраўненні*. Гэта ўсё падобна на тое, як у любой мове з літар складаюць словы, а са слоў — сказы:

Хімічны элемент	→	Хімічны сімвал (Літара)
Рэчыва	→	Хімічная формула (Слова)
Хімічная рэакцыя	→	Хімічнае ўраўненне (Сказ)

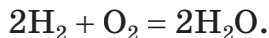
! Ураўненне хімічнай рэакцыі (хімічнае ўраўненне) — гэта ўмоўны запіс хімічнай рэакцыі з дапамогай хімічных формул і знакаў «+» і «-».

Як і матэматычныя ўраўненні, ураўненні хімічных рэакцый складаюцца з дзвюх частак. У левай частцы запісваюцца формулы зыходных рэчываў, а ў правай — формулы прадуктаў рэакцый, злучаныя знакам «+» (плюс). Паколькі лік атамаў кожнага элемента да рэакцыі роўны іх ліку пасля



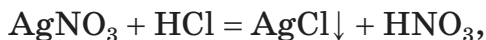
Мал. 50. Схема рэакцыі вадароду з кіслародам

рэакцыі, паміж левай і правай часткамі хімічнага ўраўнення ставіцца знак «=» (роўна). Напрыклад, ураўненне рэакцыі вадароду з кіслародам (мал. 50) мае выгляд:



Лічбы «2», якія стаяць у гэтым ураўненні перад формуламі рэчываў, называюцца **каэфіцыентамі**. Яны паказваюць лік малекул (або найпрасцейшых формул) зыходных і канечных рэчываў. Напрыклад, з запісанага ўраўнення вынікае, што дзве малекулы H_2 рэагуюць з адной малекулай O_2 , утвараючы дзве малекулы H_2O . Каэфіцыент «1» у хімічных ураўненнях не запісваецца.

Пры напісанні хімічных ураўненняў прымяняюць таксама і некаторыя спецыяльныя знакі. Напрыклад, ва ўраўненні рэакцыі

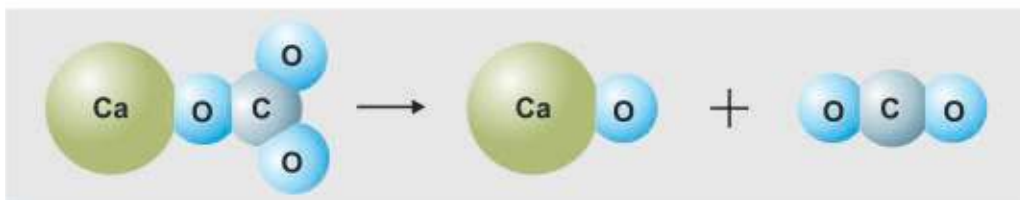


якая працякае ў водным раствору, знак « \downarrow », які стаіць пасля формулы AgCl , абазначае, што гэтае рэчыва ўтварае асадок (г. зн. яно не раствараецца ў вадзе).

Другі знак « \uparrow » выкарыстоўваецца для абазначэння таго, што гэтае рэчыва вылучаецца ў выглядзе газу, напрыклад:



Схема гэтай рэакцыі прыведзена на малюнку 51.



Мал. 51. Схема рэакцыі ўтварэння CaO і CO_2 з CaCO_3

Часта ва ўраўненнях хімічных рэакцый над знакам «=» паказваюць умовы іх працякання: награванне (t), ціск (p), асвятленне ($h\nu$), электрычны ток (⚡) і інш.

Пры хімічных рэакцыях выконваецца закон захавання масы рэчываў: маса зыходных рэчываў роўна масе прадуктаў рэакцыі.

У ходзе хімічных рэакцый атамы зыходных рэчываў перагрупоўваюцца і ўтвараюць новыя рэчывы.

Лік атамаў кожнага хімічнага элемента да і пасля рэакцыі аднолькавы.

Хімічнае ўраўненне — гэта ўмоўны запіс рэакцыі з дапамогай хімічных формул і спецыяльных знакаў.



Пытанні і заданні

1. У чым заключалася галоўнае адрозненне доследу М. В. Ламаносава ад доследу Р. Бойля? Якія вынікі атрымаў Ламаносаў? Аб чым яны сведчаць?
2. Як А. Лавуазье растлумачыў павелічэнне масы металаў пры іх гартаванні на паветры?
3. Сфармулюйце закон захавання масы рэчываў у хімічных рэакцыях.
4. Чаму агульная маса рэчываў у ходзе любой хімічнай рэакцыі не змяняецца?
5. У выніку гартавання рэчыва HgO атрымліваецца метал ртуць Hg , маса якога меншая за масу зыходнага рэчыва. Растлумачце, чаму так адбываецца.
6. Пры гарэнні вугалю C на паветры ён ператвараецца ў газападобнае рэчыва CO_2 . Маса гэтага рэчыва большая або меншая за масу зыходнага вугалю? Чаму?
7. Рэчыва Cu(OH)_2 пры награванні ператвараецца ў два новых рэчывы — CuO і H_2O . Састаўце ўраўненне дадзенай рэакцыі.
8. У хімічную рэакцыю ўступіла жалеза масай 5,6 г і сера масай 3,2 г. Якая маса прадукту рэакцыі, які ўтварыўся?
9. У выніку хімічнай рэакцыі $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 = 2\text{NH}_3$ утварыліся 24 малекулы рэчыва NH_3 (аміяку). Колькі малекул кожнага з зыходных рэчываў уступілі ў рэакцыю?

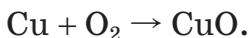


§ 14. Састаўленне ўраўненняў хімічных рэакцый

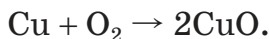
Паколькі хімічныя рэакцыі працякаюць строга ў адпаведнасці з законам захавання масы рэчываў, **хімічныя ўраўненні** неабходна складаць, абапіраючыся на гэты закон. Разгледзім, як можна скласці хімічнае ўраўненне на прыкладзе рэакцыі медзі з кіслародам. Злева запішам назвы зыходных рэчываў, злучыўшы іх знакам «+», а справа — назву прадукту рэакцыі. Паміж левай і правай часткамі пакуль паставім стрэлку:

медзь + кісларод → злучэнне медзі з кіслародам.

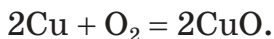
Падобны запіс называюць *схемай* хімічнай рэакцыі. Запішам яе інакш, пры дапамозе хімічных формул:



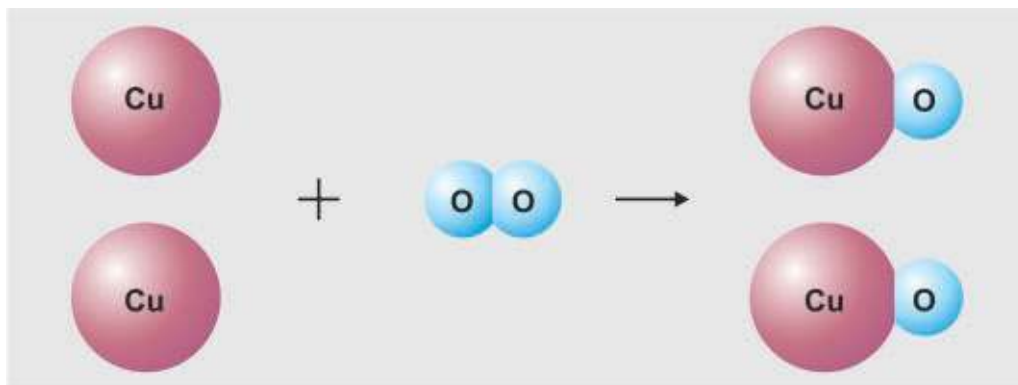
Паколькі пры хімічных рэакцыях атамы элементаў не знікаюць, а толькі перагруппоўваюцца, **у левай і правай частках хімічнага ўраўнення лік атамаў кожнага элемента павінен быць аднолькавым**. А як жа з нашай схемай? У левай яе частцы лік атамаў кіслароду роўны двум, а ў правай — аднаму. Каб лік атамаў кіслароду O ў абедзвюх частках схемы стаў аднолькавым, перад формулай CuO паставім каэфіцыент «2»:



Цяпер лік атамаў медзі ў правай частцы схемы роўны двум, а ў левай — толькі аднаму. Таму перад сімвалам медзі Cu таксама паставім каэфіцыент «2». У выніку выкананых дзеянняў лік атамаў кожнага элемента ў абедзвюх частках схемы стаў аднолькавым (мал. 52). Гэта дае нам права замяніць у схеме «→» (стрэлку) на знак «=» (роўна). Схема рэакцыі ператварылася ва ўраўненне хімічнай рэакцыі:

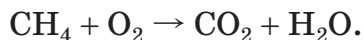


Яно чытаецца так: *два купрум плюс о-два роўна два купрум-о*.

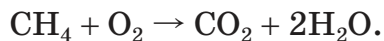


Мал. 52. Схема рэакцыі медзі з кіслародам

Разгледзім яшчэ адзін прыклад. Саставім ураўненне хімічнай рэакцыі паміж рэчывамі CH_4 (метан) і O_2 (кісларод). У выніку іх узаемадзеяння ўтвараюцца новыя рэчывы — CO_2 (вуглякіслы газ) і H_2O (вада). Спачатку запішам схему рэакцыі, у левай частцы якой размесцім формулы зыходных метану і кіслароду, а ў правай — формулы прадуктаў рэакцыі:

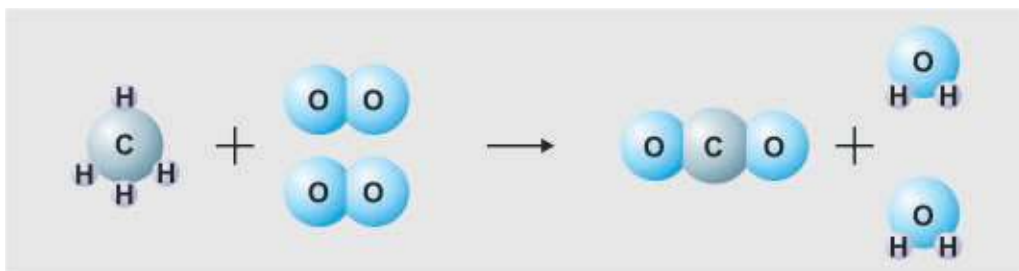


Звярніце ўвагу, што ў левай частцы схемы лік атамаў вугляроду роўны іх ліку ў правай частцы. Таму ўраўноўваць патрэбна лікі атамаў вадароду і кіслароду. Каб лік атамаў вадароду ў абедзвюх частках стаў аднолькавым, перад формулай вады паставім каэфіцыент «2»:



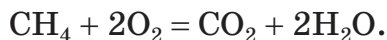
Цяпер у кожнай частцы схемы налічваецца па 4 атамы вадароду.

Падлічым лік атамаў кіслароду справа. У адной малекуле CO_2 утрымліваюцца два атамы кіслароду ($1 \cdot 2 = 2$). Столькі ж іх і ў дзвюх малекулах вады ($2 \cdot 1 = 2$). Усяго ў правай частцы схемы 4 атамы кіслароду. Для таго каб столькі ж атамаў кіслароду аказалася і ў левай частцы схемы, перад



Мал. 53. Схема рэакцыі метану з кіслародам

формулай кіслароду паставім каэфіцыент «2» і стрэлку заменім на знак роўнасці:



Цяпер лік атамаў кожнага элемента ў левай частцы схемы роўны іх ліку ў правай частцы (мал. 53). Ураўненне рэакцыі састаўлена. Чытаецца яно так: *цэ-аш-чатыры плюс два о-два роўна цэ-о-два плюс два аш-два-о*. Дадзены метада расстаноўкі каэфіцыентаў называюць *метадам падбору*.

Існуюць і іншыя метады ўраўноўвання лікаў атамаў элементаў у левай і правай частках ураўненняў рэакцый. З імі вы пазнаёміцеся пры далейшым вывучэнні хіміі.

Падвядзём вынікі і абагульнім сказанае. Для састаўлення ўраўненняў хімічных рэакцый неабходна прытрымлівацца наступнага парадку дзеянняў:

1. Вызначыць састаў зыходных рэчываў і прадуктаў рэакцыі.
2. Запісаць формулы зыходных рэчываў злева, а прадуктаў рэакцыі — справа.
3. Паміж левай і правай часткамі схемы паставіць стрэлку.
4. Перад формуламі рэчываў расставіць каэфіцыенты, г. зн. ураўняць лік атамаў кожнага хімічнага элемента ў абедзвюх частках схемы.
5. Замяніць у схеме рэакцыі «→» (стрэлку) на знак «=» (роўна).

Роля хімічных рэакцый у прыродзе і ў жыцці чалавека

Хімічныя рэакцыі адбываюцца ў навакольным свеце, у прыродзе, у жывых арганізмах, у прамысловасці і ў быцце. Адна з найважнейшых рэакцый, якія адбываюцца ў прыродзе — рэакцыя фотасінтэзу (гл. мал. 7). Расліны паглынаюць з паветра вуглякіслы газ, а з глебы ваду з растворанымі ў ёй рэчывамі і ператвараюць іх у пажыўныя рэчывы — глюкозу, крухмал і неабходны нам для дыхання кісларод.

Горныя пароды і мінералы паступова разбураюцца ў выніку ўзаемадзеяння з кіслародам, вадой і іншымі рэчывамі.

Кожны жывы арганізм — своеасаблівая хімічная лабараторыя, у якой працякаюць тысячы розных рэакцый. Яны ляжаць у аснове ўсіх працэсаў жыццядзейнасці. У арганізме чалавека найбольшая колькасць рэакцый ажыццяўляецца ў печані.

Многія хімічныя рэакцыі суправаджаюць нас у паўсядзённым жыцці. Гэта, перш за ўсё, рэакцыі гарэння, якія даюць нам магчымасць сагрэцца і прыгатаваць ежу. Хімічныя працэсы працякаюць, напрыклад, пры смажанні мяса, выпяканні хлеба, гатаванні тварагу, пры брадженні вінаграднага соку. Яны ляжаць у аснове адбельвання тканін, зацвярдзення цэменту і алебастру, пачарнення з часам сярэбраных упрыгожванняў і т. п.

Хімічныя рэакцыі складаюць аснову такіх тэхналагічных працэсаў, як атрыманне металаў з руд, вытворчасць угнаенняў, пластмас, сінтэтычных валокнаў, лекастваў, іншых важных рэчываў. З дапамогай хімічных рэакцый абясшкоджваюць таксічныя рэчывы, перапрацоўваюць прамысловыя і бытавыя адходы.

Працяканне некаторых рэакцый прыводзіць да негатыўных наступстваў. Напрыклад, рэакцыя іржаўлення жалеза скарачае тэрмін работы розных механізмаў, абсталявання, транспартных сродкаў, прыводзіць да вялікіх страт



гэтага металу. Пажары, пры якіх працякаюць рэакцыі гэрэння, знішчаюць лясы, жыллё, прамысловыя і культурныя аб'екты, гістарычныя каштоўнасці. Большасць харчовых прадуктаў псуецца з прычыны іх узаемадзеяння з кіслародам паветра. Пры гэтым утвараюцца рэчывы, якія маюць непрыемны пах, смак і з'яўляюцца шкоднымі для чалавека. Каб такія непажаданыя рэакцыі прыносілі як мага менш шкоды, трэба ўмець кіраваць імі. Для гэтага неабходны адпаведныя хімічныя веды.



Пытанні і заданні

- Што абазначае схема хімічнай рэакцыі? Чым яна адрозніваецца ад ураўнення хімічнай рэакцыі?
- Чаму лік атамаў кожнага элемента ў абедзвюх частках хімічнага ўраўнення павінен быць аднолькавым?
- Якія з прыведзеных запісаў уяўляюць сабой схемы хімічных рэакцый, а якія — ураўненні:
а) $\text{CaCO}_3 = \text{CaO} + \text{CO}_2\uparrow$; б) $\text{CH}_4 + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$;
в) $\text{Ca}(\text{OH})_2 + 2\text{HCl} = \text{CaCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$; г) $\text{CS}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{SO}_2$?
- Пералічыце асноўныя дзеянні, якія неабходна выканаць, каб саставіць ураўненне хімічнай рэакцыі.
- Састаўце ўраўненні хімічных рэакцый, прыняўшы да ўвагі тое, што ў рэчывах, якія ўтварыліся, азот праяўляе валентнасць тры, а сера — два: а) магній + азот; б) калій + сера; в) алюміній + азот; г) алюміній + сера.
- Састаўце ўраўненні хімічных рэакцый:
а) $\text{Zn} + \text{O}_2 \rightarrow$; б) $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow$;
в) $\text{KClO}_3 \rightarrow \text{KCl} + \text{O}_2$; г) $\text{Al} + \text{O}_2 \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3$.
- Замест знака пытання запішыце формулы рэчываў і састаўце ўраўненні хімічных рэакцый:
а) $\text{HgO} \rightarrow \text{Hg} + ?$; б) $\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{O}_2 + ?$; в) $\text{P} + \text{O}_2 \rightarrow ?$;
г) $\text{Ca} + \text{O}_2 = ?$; д) $\text{Fe} + ? \rightarrow \text{FeCl}_3$; е) $\text{Al} + \text{S} \rightarrow ?$.
- Для спынення крывацёку і дэзінфекцыі раны яе апрацоўваюць растворами рэчыва H_2O_2 (т. зв. перакісу вадароду). Пры кантакце з крывёю яно ператвараецца ў два новых рэчывы — H_2O і O_2 . Напішыце ўраўненне адпаведнай рэакцыі.
- Пералічыце важнейшыя хімічныя рэакцыі, якія працякаюць: а) у прыродзе; б) у жывых арганізмах; в) у быце; г) у прамысловасці.



Раздзел II

Кісларод



У гэтым раздзеле вы даведаецеся аб кіслародзе — рэчыве, без якога немагчыма жыццё на Зямлі. Пазнаёміцеся з яго фізічнымі і хімічнымі ўласцівасцямі. Даведаецеся пра спосабы атрымання і прымянення кіслароду ў самых розных галінах жыцця і дзейнасці чалавека.

*У чым гараць драўніна, газ, фосфар, сера і алмаз?
Дыхае чым кожны з нас увесь дзень і кожны час?
Без чаго мёртвая прырода? Правільна, без кісларода!*

Паводле С. Раманавай

§ 15. Паветра. Кісларод і азон

Вы ўжо ведаеце, што ў залежнасці ад умоў (тэмпература, ціск) рэчывы могуць знаходзіцца ў розных агрэгатных станах: газападобным, вадкім і цвёрдым.

У навакольнай прыродзе многія рэчывы пры звычайных умовах знаходзяцца ў газападобным стане. Перш за ўсё, гэтыя кампаненты паветранай абалонкі Зямлі — атмасферы. Вельмі многа газаў раствараюцца ў водах Сусветнага акіяна. У час вывяржэння вулканаў у атмасферу выкідваецца вялікая колькасць вулканічных газаў, у нетрах нашай планеты захоўваюцца велізарныя запасы прыроднага газу. У працэсе атрымання энергіі шляхам спальвання паліва (транспарт, цеплаэлектрастанцыі) таксама ўтвараюцца газы.

Атмосферы належыць найважнейшая роля ў жыцці чалавека, жывёлных і раслінных арганізмаў. Яе даследаваннем прысвячалі свае працы многія вучоныя мінулага. З даўніх часоў быў вядомы толькі адзін від газу — паветра. Пры гэтым ён вывучаўся ў асноўным фізікамі і цікавасці ў хімікаў не выклікаў. Толькі ў другой палове XVIII ст. было вызначана, што паветра ўяўляе сабой сумесь газаў.

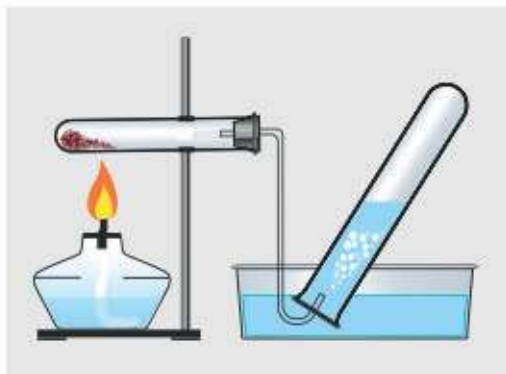
Паветра як сумесь газаў

Асноўнымі кампанентамі паветра з'яўляюцца азот N_2 і кісларод O_2 . Пры звычайных умовах у паветры аб'ёмам 100 дм^3 змяшчаецца азот аб'ёмам 78 дм^3 і кісларод аб'ёмам 21 дм^3 , а на долю ўсіх астатніх газаў прыпадае каля 1 дм^3 . У значных колькасцях у паветры прысутнічаюць аргон, вуглякіслы газ, азон і іншыя газы.

Для рашэння некаторых задач вельмі зручна разглядаць паветра не як сумесь газаў, а як адно газападобнае рэчыва з адноснай малекулярнай масай, роўнай 29. Усе газы, адносна малекулярная маса якіх меншая за 29, прынята называць **газамі, лягчэйшымі за паветра** (напрыклад, вадарод H_2 , азот N_2 , аміяк NH_3 , чадны газ CO , метан CH_4), а газы, у якіх яна больш за 29, — **газамі, цяжэйшымі за паветра** (напрыклад, кісларод O_2 , азон O_3 , вуглякіслы газ CO_2).

Метады збірання газаў

У хімічнай лабараторыі невялікія аб'ёмы газаў можна атрымліваць пры награванні некаторых цвёрдых рэчываў. Для збірання газу, які вылучаецца, можна выкарыстоўваць два метады: **метад выцяснення вады** (мал. 54) і **метад выцяснення паветра** (мал. 55). Першы прымяняюць для збірання толькі *маларастваральных*



Мал. 54. Схема ўстаноўкі для збірання газаў метадам выцяснення вады



Мал. 55. Схема ўстаноўкі для збірання газаў метадам выцяснення паветра

у вадзе газаў (кісларод, азот, вадарод). Другі — для збірання як *растваральных* (аміяк, вуглякіслы газ), так і *маларстваральных* у вадзе газаў.

Для збірання газаў, якія лягчэйшыя за паветра, пасудзіну для збору газу трэба замацаваць дном уверх (гл. мал. 55, а), а для газаў, якія цяжэйшыя за паветра, — дном уніз (гл. мал. 55, б).



Мал. 56. Стальныя балоны для захоўвання газаў



Мал. 57. Праверка прыбора на герметычнасць

Для захоўвання газаў трэба выкарыстоўваць пасудзіны, якія не злучаюцца з навакольным асяроддзем. Такія пасудзіны называюць **герметычнымі** (г. зн. якія не маюць адтулін для выхаду газу з пасудзіны вонкі). У быцц прыкладам герметычнай пасудзіны з'яўляецца бутэлька са шчыльным коркам, завязаны паветраны шарык або напампаваная камера ад веласіпеднага кола, у хімічнай лабараторыі — прабірка, шчыльна закрытая гумавым коркам, газаметр.

У прамысловасці для захоўвання газаў часцей за ўсё выкарыстоўваюць больш трывалыя пасудзіны — балоны, у якіх газы знаходзяцца пад вялікім ціскам (мал. 56). Для папярэджвання разбурэння балона сціснутым газам, яго сценкі робяць з тоўстай сталі.

Усім добра вядома, што пры награванні газы расшыраюцца. Гэту ўласцівасць можна выкарыстоўваць для праверкі прыбора для атрымання газаў на герметычнасць (мал. 57). Для гэтага пасля зборкі прыбора канец газаадводнай трубка трэба апусціць у вадку, а прабірку на некалькі секунд заціс-

нуць у далоні. Награваючыся ад цяпла рукі, паветра ў прабірцы расшыраецца і выходзіць з газаадводнай трубка і ў выглядзе бурбалак. Калі бурбалкі адсутнічаюць, гэта сведчыць пра тое, што прыбор сабраны негерметычна і для газу ёсць іншы, акрамя газаадводнай трубка і, выхад.

Лабараторны дослед 2

Зборка найпрасцейшых прыбораў для атрымання і збірання газу

1. З частак, якія ёсць на вашым рабочым сталі, збярыце адзін з прыбораў для атрымання газу ў хімічнай лабараторыі (мал. 58).

2. Праверце прыбор на герметычнасць і замацуйце яго ў штатыве. (Чаму прыбор трэба правяраць на герметычнасць перад пачаткам работы з газамі?)

3. Збярыце прыбор для збірання газу метадам выцяснення паветра. (Як трэба размясціць прыёмную пасудзіну для збірання газу, які лягчэйшы за паветра, і для газу, які цяжэйшы за паветра?)

4. Збярыце прыбор для збірання газу метадам выцяснення вады (выкарыстоўваецца для газу, маларастваральных у вадзе).

Самым першым газападобным рэчывам, да вывучэння якога мы прыступаем, з'яўляецца кісларод. Назва гэтага рэчыва супадае з назвай хімічнага элемента *кісларод*. Аднак паміж паняццямі «хімічны элемент» і «простае рэчыва» існуе прынцыповая розніца. Давайце разбяромся, у чым жа яна заключаецца.



Мал. 58. Самыя простыя прыборы для атрымання газу

Кісларод як хімічны элемент

Як вы ўжо ведаеце, хімічны знак кіслароду — O (гэта першая буква яго лацінскай назвы «*Oxygenium*», мал. 59). Адносная атамная маса кіслароду роўна 16:

$$A_r(O) = 16.$$



Рис. 59. Хімічны элемент кісларод

Пазней вы даведаецеся, чым атам кіслароду адрозніваецца ад атамаў іншых хімічных элементаў.

Калі гавораць аб кіслародзе як аб хімічным элеменце, то маюць на ўвазе атамы кіслароду (O). Напрыклад, «У састаў многіх складаных рэчываў уваходзіць кісларод», «Масавая доля кіслароду ў глюкозе роўна 53,3 %». У гэтых прыкладах гаворка ідзе аб атамах кіслароду (O), якія разам з атамамі іншых хімічных элементаў уваходзяць у састаў складаных рэчываў. Значыць, у дадзеным выпадку гаворка ідзе аб кіслародзе як аб хімічным элеменце.

Кісларод як простае рэчыва

Прастае рэчыва кісларод існуе ў выглядзе малекул. Малекула кіслароду складаецца з двух атамаў хімічнага элемента кіслароду (мал. 60). Хімічная формула простага рэчыва кіслароду — O₂, а яго адносная малекулярная маса роўна:

$$M_r(O_2) = 2 \cdot A_r(O) = 2 \cdot 16 = 32.$$

Калі гавораць аб кіслародзе як аб простым рэчыве, то маюць на ўвазе рэчыва, якое мае формулу O₂. Напрыклад, «Жалезныя вырабы хутка ржавеюць у атмасферы вільготнага кіслароду», «Для га-



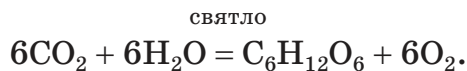
Мал. 60. Мадэль малекулы кіслароду

рэння драўніны неабходны кісларод». У гэтых прыкладах гаворка ідзе аб простым рэчыве, якое мае формулу O_2 . Давайце разгледзім найважнейшыя ўласцівасці гэтага рэчыва.

Кісларод у прыродзе

Вялікая колькасць газападобнага кіслароду змяшчаецца ў атмасферы, растварана ў водах мораў і акіянаў. Кісларод неабходны ўсім жывым арганізмам для дыхання. Без кіслароду немагчыма было б атрымліваць энергію за кошт спальвання розных відаў паліва. На гэтыя патрэбы штогод расходуюцца прыкладна 2 % атмасфернага кіслароду.

Адкуль бярэцца кісларод на Зямлі і чаму яго колькасць застаецца прыкладна пастаяннай, нягледзячы на такі расход? Адзінай крыніцай кіслароду на нашай планеце з'яўляюцца зялёныя расліны, якія вырабляюць яго пад уздзеяннем сонечнага святла ў працэсе **фотасінтэзу** (гл. мал. 7). Гэта вельмі складаны працэс, у выніку якога ў зялёных частках раслін вуглякіслы газ і вада пад уздзеяннем сонечнага святла ператвараюцца ў глюкозу $C_6H_{12}O_6$ і кісларод. Сумарнае ўраўненне рэакцый, якія працякаюць у працэсе фотасінтэзу, можна запісаць наступным чынам:



Лічыцца, што прыкладна адну дзясятую частку кіслароду, які вырабляецца зялёнымі раслінамі, даюць наземныя расліны, а астатнія дзевяць дзясятых — расліны вод Сусветнага акіяна.

Азон

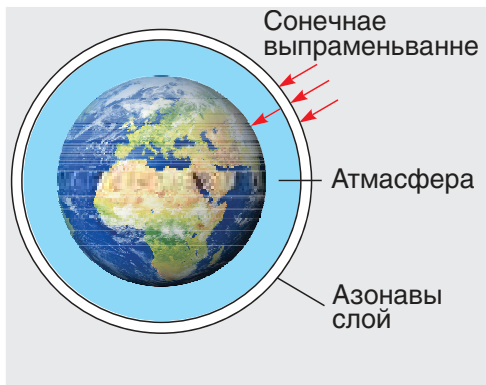
Акрамя кіслароду, існуе яшчэ адно простае рэчыва, малекулы якога складаюцца толькі з атамаў кіслароду. Гэта рэчыва называецца *азон*. Яго малекула змяшчае тры атамы

кіслароду (мал. 61), такім чынам, формула азону — O_3 . Ён уяўляе сабой газ з рэзкім пахам, надзвычай таксічны для ўсіх жывых арганізмаў.

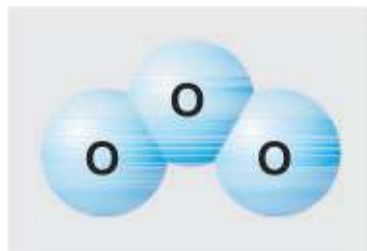
Невялікія колькасці азону ўтвараюцца ў паветры ў час навальніцы, а таксама ў выніку ўзаемадзеяння смалы хвойных дрэў з кіслародам. Азон аказвае пагубнае ўздзеянне на бактэрыі, таму лясное паветра (асабліва ў хвойных лясах) валодае аздараўленчым дзеяннем.

У невялікіх колькасцях азон утвараецца таксама пры рабоце капіравальных апаратаў і лазерных прынтараў. Выкарыстоўваць такія прыборы трэба толькі ў памяшканнях, якія добра праветрываюцца.

У верхніх сляях атмасферы Зямлі (на вышыні прыкладна 30—40 км) існуе *азонавы слой* (мал. 62). Ён утвараецца з кіслароду пад уздзеяннем сонечнага выпраменьвання. Некаторыя кампаненты гэтага выпраменьвання пагубныя для ўсіх жывых арганізмаў на нашай планеце, а азнавы слой па-



Мал. 62. Азнавы слой Зямлі



Мал. 61. Мадэль малекулы азону

глынае гэтыя выпраменьванні. Калі б не было азнавага слоя, то жыццё на Зямлі наўрад ці было б магчымым. Менавіта таму ў апошнія гады вучоныя ўсяго свету б'юць трывогу з нагоды разбурэння азнавага слоя, утварэння ў ім «дзірак». Мяркуюць, што гэта звязана з выкідам у атмасферу залішняй колькасці пэўных хімічных рэчываў.

Паветра ўяўляе сабою сумесь газаў, асноўнымі з якіх з'яўляюцца азот N_2 і кісларод O_2 . Пры звычайных умовах у паветры аб'ёмам 100 дм^3 змяшчаюцца азот аб'ёмам 78 дм^3 і кісларод аб'ёмам 21 дм^3 .

У лабараторных умовах для збірання газаў можна выкарыстоўваць метады выцягнення вады і метады выцягнення паветра.

Калі гавораць аб кіслародзе, як аб хімічным элеменце, то маюць на ўвазе атамы кіслароду O .

Калі гавораць аб кіслародзе, як аб простым рэчыве, то маюць на ўвазе простае рэчыва, якое складаецца з малекул O_2 .

Хімічны элемент кісларод існуе ў выглядзе двух простых рэчываў — кіслароду O_2 і азону O_3 .

На Зямлі кісларод утвараецца ў працэсе фотасінтэзу ў зялёных раслінах пад уздзеяннем сонечнага святла.

Пытанні і заданні

1. Прывядзіце хімічныя формулы пяці газападобных пры звычайных умовах рэчываў.
2. Якія з названых газаў лягчэйшыя за паветра: вуглякіслы газ, азот, кісларод, азон, метан, чадны газ, аміяк?
3. Якія метады збірання невялікіх колькасцей газаў у лабараторыі вы ведаеце? У чым адрозненне гэтых метадаў?
4. Вызначце, з дапамогай якога метаду збірання газаў у лабараторных умовах можна запоўніць колбу кожным з названых газаў: кісларод, азот, аміяк, вуглякіслы газ.
5. Разлічыце аб'ём кіслароду, які змяшчаецца пры звычайных умовах у пакоі, памеры якога складаюць $4 \text{ м} \times 4 \text{ м} \times 3 \text{ м}$.
6. Для кожнага сцверджання вызначце, што азначае тэрмін кісларод (хімічны элемент або простае рэчыва):
 - а) металічныя балоны з кіслародам афарбаваны ў блакітны колер;
 - б) у цыліндры аўтамабіля згарае сумесь бензіну з кіслародам;
 - в) самым распаўсюджаным у зямной кары з'яўляецца кісларод;
 - г) пры награванні некаторых рэчываў можна атрымаць кісларод;
 - д) упершыню кісларод быў атрыманы пры награванні HgO ;

- е) алюмасілікаты змяшчаюць крэмній, *кісларод* і алюміній;
 ж) у склад цукру і глюкозы ўваходзіць *кісларод*;
 з) чалавек гіне ў адкрытым космасе без скафандра, таму што там няма *кіслароду*;
 і) у састаў малекулы азону ўваходзіць *кісларод*.
7. З якіх рэчываў утвараецца глюкоза ў зялёных раслінах у працэсе фотасінтэзу пад уздзеяннем сонечнага святла?
 8. Якую ролю на нашай планеце адыгрываюць зялёныя расліны? Чаму неабходна ахоўваць лясы ад знішчэння і клапаціцца аб іх развядзенні?
 9. Разлічыце адносную малекулярную масу азону.

§ 16. Фізічныя ўласцівасці кіслароду. Атрыманне кіслароду


Для вытворчасці ў прамысловых маштабах многіх прадуктаў і матэрыялаў неабходна вялікая колькасць кіслароду. Для гэтых мэт яго атрымліваюць з паветра, аддзяляючы кісларод ад астатніх газаў з дапамогай фізічных метадаў. Гэта вельмі складаны тэхналагічны працэс, і атрымаць невялікія колькасці кіслароду ў лабараторыі такім спосабам немагчыма. Але ў лабараторыі гэта лёгка можна зрабіць з дапамогай хімічных рэакцый.

Фізічныя ўласцівасці кіслароду

Па сваіх фізічных уласцівасцях простае рэчыва кісларод адносіцца да неметалаў. Пры звычайных умовах ён знаходзіцца ў газападобным агрэгатным стане. Кісларод не мае колеру, паху і смаку. Пры пакаёвай тэмпературы маса кіслароду аб'ёмам 1 дм^3 роўна прыкладна $1,33 \text{ г}$.

Пры тэмпературы ніжэй $-183 \text{ }^\circ\text{C}$ кісларод ператвараецца ў блакітную вадкасць, а пры $-219 \text{ }^\circ\text{C}$ гэта вадкасць становіцца цвёрдым рэчывам. Гэта азначае, што тэмпература кіпення кіслароду роўна: $t_{\text{кіп.}} = -183 \text{ }^\circ\text{C}$, а тэмпература плаўлення складае: $t_{\text{пл.}} = -219 \text{ }^\circ\text{C}$.

Кісларод дрэнна растваральны ў вадзе.

 Пры пакаёвай тэмпературы (20 °С) у вадзе аб'ёмам 1 дм³ раствараецца каля 0,043 г кіслароду. З павышэннем тэмпературы яго растваральнасць памяншаецца. Пры 80 °С растваральнасць кіслароду ў 3 разы меншая, а пры 0 °С у 1,5 раза большая, чым пры 20 °С. Вось чаму, калі ў акварыум наліць толькі што пракіпячоную ахалоджаную ваду, рыбы могуць загінуць ад недахопу кіслароду. У халодных паўночных морах жыве больш рыбы, чым у цёплых паўднёвых вадаёмах, часткова дзякуючы большай колькасці раствараемага ў вадзе кіслароду.

Атрыманне кіслароду ў лабараторных умовах

У хімічнай лабараторыі кісларод можна атрымліваць нагрываннем некаторых складаных рэчываў, у састаў якіх уваходзяць атамы кіслароду. Да ліку такіх рэчываў адносіцца перманганат калію KMnO_4 — рэчыва, якое ёсць у вашай дамашняй аптэчцы пад назвай *марганцоўка*.

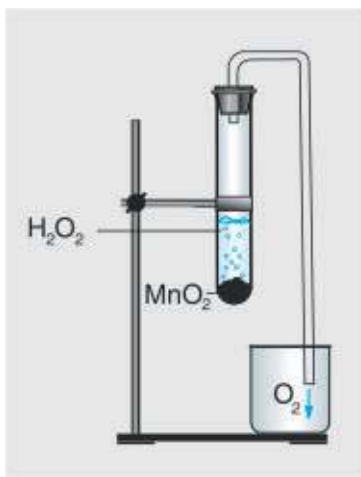
Для атрымання кіслароду ў шкляную прабірку неабходна змясціць крыху парашку KMnO_4 , зачыніць яе коркам з газаадводнай трубкай і нагрэць. У выніку будзе вылучацца газападобны кісларод (мал. 63):



Кісларод можна таксама атрымаць з пераксіду вадароду H_2O_2 , рэчыва, якое амаль ва ўсіх можна знайсці ў дамашняй аптэчцы ў выглядзе воднага раствору пад назвай *перакіс вадароду, 3%*. Для гэтага ў прабірку з H_2O_2 неабходна дадаць невялікую колькасць спецыяльнага рэчыва — **каталізатара** і закрыць прабірку коркам з газаадводнай трубкай. Для дадзенай рэакцыі каталізатарам

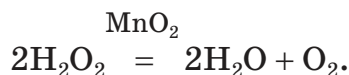


Мал. 63. Атрыманне кіслароду з KMnO_4



Мал. 64. Атрыманне кіслароду з пераксиду вадароду H_2O_2

з'яўляецца рэчыва, формула якога MnO_2 (мал. 64). Пры гэтым працякае наступная хімічная рэакцыя:

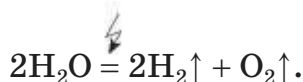


Звярніце ўвагу на тое, што ні сярод зыходных рэчываў, ні сярод прадуктаў рэакцыі формулы каталізатара няма. Яго формулу прынята запісваць ва ўраўненні рэакцыі над знакам роўнасці. Для чаго ж дадаецца каталізатар? Пры яго адсутнасці працэс утварэння кіслароду з H_2O_2 пры пакаёвых умовах працякае вельмі павольна. Таму для атрымання значных колькасцей кіслароду неабходна шмат часу. Аднак гэту рэакцыю можна рэзка паскорыць шляхам дабаўлення каталізатара.

! **Каталізатар — гэта рэчыва, якое паскарае хімічную рэакцыю, але само ў ёй не расходзецца.**

Паколькі колькасць каталізатара пасля рэакцыі роўна яго колькасці да рэакцыі (г. зн. ён у рэакцыі не расходзецца), мы і не запісваем яго формулу ва ўраўненні рэакцыі ні сярод зыходных рэчываў, ні сярод прадуктаў рэакцыі.

Яшчэ адзін спосаб атрымання кіслароду — раскладанне вады пад дзеяннем пастаяннага электрычнага току. Гэты працэс называецца **электралізам вады**. Атрымаць кісларод можна ў прыборы, паказаным на малюнку 6. Пры гэтым працякае наступная хімічная рэакцыя:



Рэакцыі раскладання

Калі ўважліва паглядзець на прыведзеныя вышэй рэакцыі, з дапамогай якіх у лабараторных умовах можна атрымаць кісларод, то робіцца відавочным іх некаторае падабенства. У левай частцы гэтых ураўненняў прысутнічае толькі адно рэчыва, і яно складанае, а ў правай частцы — многа рэчываў (два і больш), і сярод іх ёсць як простыя, так і складаныя. Аказваецца, у хіміі ёсць шмат рэакцый такога тыпу і яны маюць агульную назву *рэакцыі раскладання*.

! **Рэакцыі раскладання — гэта рэакцыі, у якіх з аднаго складанага рэчыва ўтвараецца некалькі новых рэчываў (простых або складаных).**

Пры далейшым вывучэнні хіміі мы пазнаёмімся з іншымі тыпамі хімічных рэакцый.

Гісторыя адкрыцця кіслароду

Гісторыя адкрыцця самага важнага для чалавека газу была доўгай і забытанай. Упершыню аб адкрыцці кіслароду паведаміў у 1774 г. англійскі хімік Д. Прыстлі, які атрымаў гэты газ пры награванні рэчыва HgO . Аднак Прыстлі не зразумеў, што ён атрымаў новае газападобнае рэчыва, і палічыў яго разнавіднасцю паветра. Яшчэ раней у 1772 г. кісларод быў атрыманы К. Шээле, але паведамленне аб гэтым ён надрукаваў толькі ў 1777 г.

Джозеф Прыстлі (1733—1804)

Англійскі хімік, адзін з заснавальнікаў хіміі газаў. У 1774 г. адкрыў кісларод, адкрыў і апісаў шэраг іншых газаў. Упершыню выявіў, што вуглякіслы газ раствараецца ў вадзе, надавая ёй прыемны, даўкі смак. Таму Д. Прыстлі лічыцца бацькам індустрыі безалкагольных газіраваных напіткаў.





Карл Вільгельм Шзеле
(1742—1786)

Шведскі хімік. Адкрыў кісларод незалежна ад Д. Прыстлі, апісаў уласцівасці хлору, лічыцца першаадкрывальнікам яшчэ пяці хімічных элементаў. Атрымаў шмат неарганічных і арганічных злучэнняў, у тым ліку гліцэрыну, розныя кіслоты, злучэнні марганцу. Даказаў, што паветра ўяўляе сабой сумесь газаў.

Правільнае прадстаўленне аб тым, што кісларод ёсць частка паветра «найбольш прыдатная для дыхання», даў вялікі французскі хімік А. Лавуазье. Ён таксама прыйшоў да высновы, што гарэнне адбываецца толькі пры наяўнасці ў паветры кіслароду. Лавуазье меркаваў, што кісларод можа быць атрыманы з розных *бінарных* злучэнняў.

Паходжанне назвы «кісларод» звязана з утварэннем кіслот пры растварэнні ў вадзе некаторых злучэнняў, якія змяшчаюць атамы гэтага хімічнага элемента. А. Лавуазье лічыў, што кісларод — гэта абавязковая састаўная частка ўсіх кіслот, што ён «*нараджае*» кіслоты. Каб падкрэсліць гэта, А. Лавуазье ў 1779 г. назваў гэты газ «*нараджаючым кіслоты*», або скарачана — **кіслародам**.

Простае рэчыва кісларод O_2 у лабараторыі можна атрымаць шляхам награвання некаторых складаных рэчываў, якія змяшчаюць атамы кіслароду.

Вялікія колькасці кіслароду для прамысловых мэт атрымліваюць з паветра.

Каталізатар — гэта рэчыва, якое паскарае хімічную рэакцыю, але само ў ёй не расходуюцца.

Рэакцыі раскладання — гэта рэакцыі, у якіх з аднаго складанага рэчыва ўтвараюцца некалькі новых рэчываў (простых або складаных).

**Пытанні і заданні**

1. Чаму кісларод мае вельмі важнае значэнне для большасці жывых арганізмаў на нашай планеце?
2. З чаго атрымліваюць кісларод у прамысловых маштабах?
3. Прыведзіце формулы двух рэчываў, з якіх у лабараторных умовах можна атрымаць кісларод.
4. Якія рэчывы называюцца каталізатарамі? Прыведзіце прыклад хімічнай рэакцыі, якая працякае з удзелам каталізатара.
5. Акрамя названых у параграфе рэчываў, кісларод таксама можна атрымаць пры награванні берталетавай солі KClO_3 у прысутнасці MnO_2 (як каталізатара). Пры гэтым адным з прадуктаў рэакцыі з'яўляецца рэчыва з формулай KCl . Састаўце ўраўненне гэтай рэакцыі.
6. Да якога тыпу адносяцца вядомыя вам рэакцыі атрымання кіслароду са складаных рэчываў (KMnO_4 , H_2O_2)?
7. Прыведзіце ўраўненне хімічнай рэакцыі, з дапамогай якой Д. Прыстлі ўпершыню атрымаў кісларод.



Азнаёмцеся з іншымі метадамі атрымання кіслароду ў лабараторыі, а таксама з метадам яго прамысловай вытворчасці.

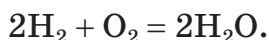
**§ 17. Хімічныя ўласцівасці кіслароду**

Для разумення працэсаў, якія адбываюцца з удзелам кіслароду, важна ведаць, у якія хімічныя рэакцыі ўступае кісларод і што пры гэтым утвараецца, г. зн. ведаць яго *хімічныя ўласцівасці*.

Кісларод з'яўляецца хімічна актыўным рэчывам. Ён рэагуе са многімі простымі і складанымі рэчывамі. Адны з іх узаемадзейнічаюць з кіслародам пры пакаёвай тэмпературы, а другія — пры награванні.

Узаемадзеянне з простымі рэчывамі

Адным з простых рэчываў, з якім узаемадзейнічае кісларод, з'яўляецца вадарод. Гэты працэс апісваецца наступным ураўненнем:

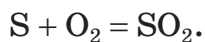




Мал. 65. Гарэнне ў кіслародзе

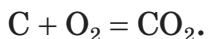
Як вынікае з гэтага ўраўнення, прадуктам хімічнай рэакцыі кіслароду і вадароду з'яўляецца вада H_2O . Аб асаблівасцях працякання гэтай рэакцыі вы даведаецеся пры вывучэнні хімічных уласцівасцей вадароду (§ 21).

Калі ў колбу з кіслародам унесці лыжачку з падпаленай серай, то сера ўспыхвае з утварэннем яркага блакітнага полымя і хутка згарае (мал. 65). Хімічную рэакцыю, якая працякае ў гэтым выпадку, можна апісаць наступным ураўненнем:



У выніку рэакцыі ўтвараецца рэчыва SO_2 , якое называецца *сярністы газ*. Ён мае рэзкі пах, які вы адчуваеце пры запальванні звычайнай запалкі. Гэта сведчыць аб тым, што ў састаў галоўкі запалкі ўваходзіць сера, пры гарэнні якой і ўтвараецца сярністы газ.

Калі ў колбу з кіслародам унесці тлеючы вугельчык, які складаецца ў асноўным з вугляроду, то ён таксама ўспыхвае і згарае яркім полымем (гл. мал. 65). Хімічную рэакцыю, якая пры гэтым працякае, можна апісаць наступным ураўненнем:

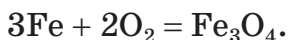


Прадуктам рэакцыі з'яўляецца вуглякіслы газ CO_2 , з якім вы ўжо знаёмыя. Даказаць яго ўтварэнне можна дадаўшы ў колбу крыху вапнавай вады. З'яўленне памутнення сведчыць аб прысутнасці CO_2 у колбе.

Узгаранне вугельчыка можна выкарыстоўваць для адрознення кіслароду ад другіх газаў. Калі ў пасудзіну (колбу, прабірку) з газам унесці вугельчык, які тлее, і ён успыхне, то гэта паказвае на наяўнасць у пасудзіне кіслароду.

Акрамя неметалаў, з кіслародам рэагуюць і многія металы.

Унясём у колбу з кіслародам распаленую спіраль з тонкага сталёнага дроту, які складаецца ў асноўным з жалеза. Дрот пачынае ярка свяціцца і раскідваць у розныя бакі распаленыя іскры, як пры гарэнні бенгальскага агню (гл. мал. 65). Пры гэтым працякае наступная хімічная рэакцыя:



У выніку рэакцыі ўтвараецца *жалезная акаліна* саставу Fe_3O_4 . Яе можна разглядаць як сумесь двух злучэнняў жалеза — FeO і Fe_2O_3 .

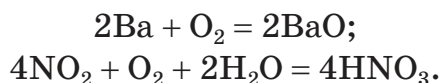


Рэакцыю жалеза з кіслародам выкарыстоўваюць для «рэзкі» сталёных вырабаў. Для гэтага пэўны ўчастак дэталі спачатку трэба нагрэць з дапамогай кіслародна-газавай гарэлкі. Затым неабходна накіраваць на нагрэтае месца струмень чыстага кіслароду. Нагрэтае да высокай тэмпературы жалеза ўступае ў хімічную рэакцыю з кіслародам і ператвараецца ў рыхлую акаліну. Так можна разрэзваць тоўстыя жалезныя дэталі.

Рэакцыі злучэння

Вы ўжо ведаеце, што рэакцыі, у ходзе якіх з аднаго зыходнага рэчыва ўтвараюцца некалькі новых, адносяцца да рэакцый раскладання. Зараз вы пазнаёміцеся з рэакцыямі

новага тыпу. Для пачатку ўважліва паглядзіце на ўраўненні такіх рэакцый:

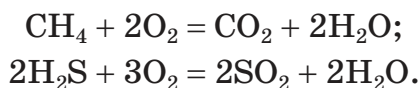


Чым жа гэтыя рэакцыі падобныя паміж сабой? Правільна! У левай частцы кожнага з гэтых ураўненняў запісаны формулы некалькіх рэчываў (простых або складаных), а ў правай — формула толькі аднаго, складанага рэчыва. Такія рэакцыі, у ходзе якіх два або больш зыходных рэчываў злучаюцца ў адно новае, адносяцца да *рэакцый злучэння*.

! Рэакцыі злучэння — гэта рэакцыі, у выніку якіх з некалькіх рэчываў (простых або складаных) утвараецца толькі адно новае, складанае рэчыва.

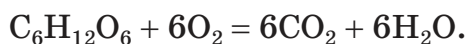
Узаемадзеянне са складанымі рэчывамі

Кісларод уступае ў хімічныя рэакцыі з многімі складанымі рэчывамі, напрыклад з метанам CH_4 і серавадародам H_2S :



Адным з прадуктаў гэтых рэакцый з'яўляецца вада. Акрамя яе, утвараюцца ўжо вядомыя вам сярністы газ SO_2 і вуглякіслы газ CO_2 .

Без кіслароду немагчыма жыццё жывых органаў. Крыніцай энергіі для забеспячэння іх жыццядзейнасці з'яўляюцца працэсы *клетачнага дыхання*. Найважнейшы з іх — рэакцыя кіслароду з глюкозай $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$:



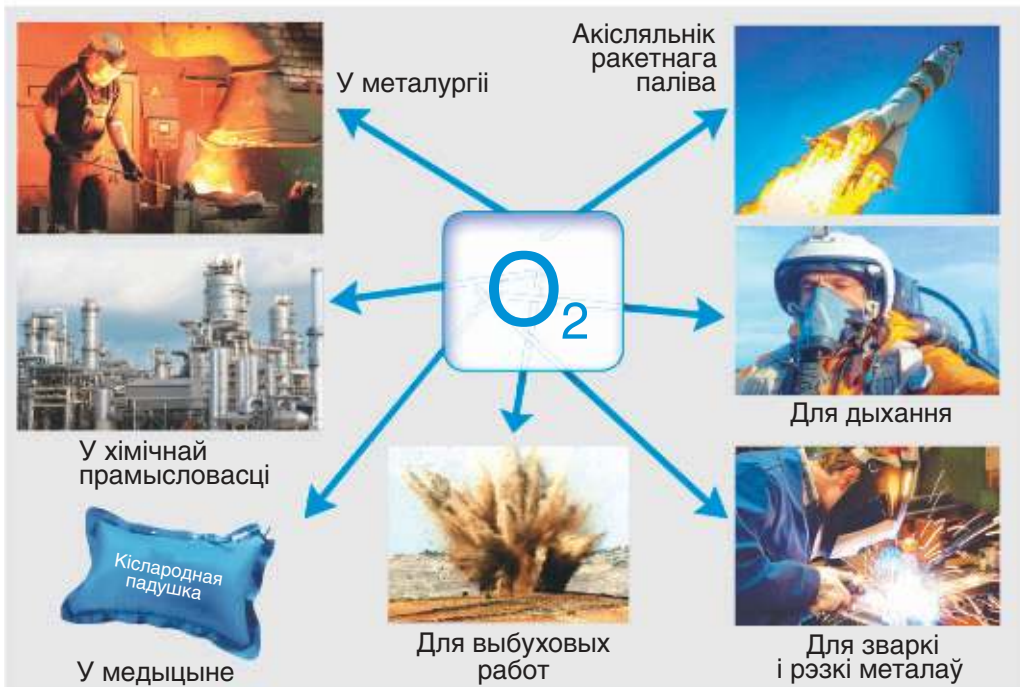
Кісларод, неабходны для гэтай рэакцыі, жывыя арганізмы атрымліваюць з паветра.

Прымяненне кіслароду

Кісларод знаходзіць шырокае практычнае прымяненне (мал. 66). У прамысловасці яго выкарыстоўваюць пры выплаўцы сталі, для рэзкі і зваркі металаў, для атрымання многіх хімічных злучэнняў.

Кісларод, які знаходзіцца ў спецыяльных балонах, выкарыстоўваюць для дыхання ў экстрэмальных умовах касманаўты, ваенныя лётчыкі, пажарныя, вадалазы. Ён прымяняецца таксама ў медыцыне для падтрымання дыхання ў выглядзе так званых «кіслародных падушак», кіслародных катэіляў і ваннаў.

Вадкі кісларод выкарыстоўваецца як кампанент некаторых выбуховых сумесей.



Мал. 66. Прымяненне кіслароду

Кісларод з'яўляецца хімічна актыўным рэчывам. Ён уступае ў рэакцыі з мноствам простых і складаных рэчываў.

Рэакцыі злучэння — гэта рэакцыі, у якіх з некалькіх рэчываў (простых або складаных) утвараецца толькі адно рэчыва (складанае).

Рэакцыя глюкозы з кіслародам з'яўляецца адной з крыніц энергіі для жывых арганізмаў.



Пытанні і заданні

1. Прыведзіце назвы трох простых рэчываў, з якімі ўзаемадзеянчае кісларод. Запішыце ўраўненні рэакцый паміж кіслародам і гэтымі рэчывамі.
2. Да якога тыпу адносяцца рэакцыі кіслароду з простымі рэчывамі?
3. Пры недастатковай колькасці кіслароду метан можа ўступаць у рэакцыю з кіслародам з утварэннем не вуглякіслага газу CO_2 , а чаднага газу CO . Прыведзіце ўраўненне гэтай хімічнай рэакцыі.
4. Як можна эксперыментальна даказаць, што колба запоўнена чыстым кіслародам?
5. Разлічыце масавую долю кіслароду ў рэчывах: Fe_2O_3 , Fe_3O_4 , SO_2 , P_2O_5 .
6. Напішыце ўраўненне рэакцыі атрымання Fe_2O_3 з простых рэчываў.
7. Чаму пры выкананні цяжкай фізічнай працы дыханне чалавека становіцца больш частым і глыбокім?
8. Рэакцыя, якая з'яўляецца адной з крыніц энергіі для жывых арганізмаў, з'яўляецца адваротнай ужо вядомай вам рэакцыі, якая працякае ў зялёных раслінах на сонечным святле. Як называецца гэта рэакцыя? Прыведзіце хімічнае ўраўненне гэтай рэакцыі.

§ 18. Рэакцыі гарэння

Многія рэакцыі кіслароду з простымі і складанымі рэчывамі маюць адну характэрную асаблівасць, якая дазваляе аднесці іх да рэакцый гарэння.

Рэакцыі гарэння

Агульным для разгледжаных намі рэакцый кіслароду з простымі і складанымі рэчывамі з'яўляецца тое, што пры іх працяканні вылучаецца многа цеплаты і святла. Менавіта так узаемадзейнічаюць з кіслародам многія рэчывы.

Разгледжаныя вышэй рэакцыі простых рэчываў серы, вугляроду, жалеза, метану і серавадароду з кіслародам з'яўляюцца *рэакцыямі гарэння*.

! Рэакцыямі гарэння называюцца хімічныя рэакцыі, якія працякаюць з вылучэннем вялікай колькасці цеплаты і святла.

Як вы ўжо ведаеце, акрамя простых рэчываў, з кіслародам могуць рэагаваць і *складаныя рэчывы*, напрыклад метан CH_4 . Гэта азначае, што гарэць у кіслародзе могуць і складаныя рэчывы.

У выніку рэакцыі гарэння метану вылучаецца вялікая колькасць цеплаты. Вось чаму да многіх дамоў падведзены прыродны газ, асноўным кампанентам якога з'яўляецца метан. Цеплата, якая вылучаецца пры яго гарэнні, выкарыстоўваецца для гатавання ежы, абагрывання жылля, выпрацоўкі энергіі і іншых мэт.



Некаторыя хімічныя рэакцыі працякаюць вельмі хутка. Такія рэакцыі называюць выбуховымі, або проста выбухамі. Напрыклад, узаемадзеянне кіслароду з вадародам можа працякаць у форме выбуху.

Рэчывы могуць гарэць не толькі ў кіслародзе, але і ў іншых газах. Аб гэтых працэсах вы даведаецеся пры далейшым вывучэнні хіміі.

Гарэнне рэчывай у паветры і ў кіслародзе

Вы ўжо ведаеце, што ў састаў навакольнага паветра ўваходзіць кісларод. Таму многія рэчывы гараць не толькі ў чыстым кіслародзе, але і ў паветры.

Гарэнне ў паветры працякае часцей за ўсё значна больш павольна, чым у чыстым кіслародзе. Адбываецца гэта таму, што ў паветры толькі $\frac{1}{5}$ частка па аб'ёме прыпадае на кісларод. Вось чаму, калі паменшыць доступ паветра да прадмета, які гарыць (а значыць, паменшыць доступ кіслароду), гарэнне запавольваецца або спыняецца. Адсюль зразумела, чаму, каб патушыць прадмет, які гарыць, на яго неабходна накінуць, напрыклад, коўдру або шчыльную тканіну.



Пры пажарах для тушэння прадметаў, якія гараць, часта выкарыстоўваюць пену. Яна абвалаквае падпалены прадмет і спыняе доступ да яго кіслароду. Гарэнне спачатку запавольваецца, а затым спыняецца зусім.



Некаторыя рэчывы, якія хутка згараюць у кіслародзе, у паветры не гараць наогул. Так, калі нагрэць жалезны дрот на паветры нават да белага калення, ён усё роўна не пачне гарэць, тады як у чыстым кіслародзе ён хутка згарае з утварэннем распаленых іскраў.

Гарэнне як крыніца энергіі

Працэсы гарэння здаўна выкарыстоўваюцца для задавальнення патрэб чалавека ў энергіі і цяпле. Паліва — гэта рэчыва, якое гарыць з вылучэннем цеплавой энергіі. Па агрэгатным стане паліва бывае *цвёрдым, вадкім і газавым*. Запасы паліва могуць быць *аднаўляльнымі* (драўніна) і *неаднаўляльнымі* (вугаль, торф, нафта).

Драўніна. Як паліва драўніна выкарыстоўваецца пераважна на бытавым узроўні. Асноўная яе маса прымяняецца як будаўнічы матэрыял, а таксама ідзе на хімічную перапрацоўку.

Торф. У Беларусі важнае значэнне для бытавога ацяплення і работы невялікіх прадпрыемстваў мае *торф* (мал. 67). Гэта паліва, якое ўтвараецца без доступу паветра на нізінных балотах з моху сфагнуму і іншай расліннасці. Калі торф справаць з вугальнай крошчай, то атрымліваюцца торфавугальныя брыкеты, якія таксама выкарыстоўваюцца як паліва.

Каменны і буры вугаль. *Вугаль* (мал. 68) з'яўляецца найстаражытнай крыніцай энергіі, з якой знаёма чалавецтва. Ён уяўляе сабой карысны выкапень, які ўтвараўся з расліннага матэрыялу на працягу многіх мільёнаў гадоў. Першапачаткова раслінныя рэшткі (у тым ліку і драўніна) пад дзеяннем мікраарганізмаў ператвараліся ў торф. Торф — у буры вугаль, буры вугаль — у каменны. Асноўная маса вугалю складаецца з вугляроду і арганічных злучэнняў. Каменны і буры вугаль здабываюць з зямной кары. Існуе два асноўных спосабы здабычы вугалю: у вугальных шахтах і ў вугальных разрэзах (адкрытым спосабам). Першы спосаб здабычы выкарыстоўваецца, калі вугальныя пласты размяшчаюцца



Мал. 67. Здабыча торфу



Мал. 68. Здабыча вугалю адкрытым спосабам

далёка ад паверхні Зямлі (на вялікай глыбіні), а другі — калі пласты залягаюць недалёка ад паверхні. Глыбіня некаторых шахт для здабычы вугалю перавышае 1000 м. Здабываюць каменны і буры вугаль для таго, каб, спальваючы іх на паветры, атрымаць вялікую колькасць цеплавой энергіі (частку яе ператвараюць далей у іншыя віды энергіі, напрыклад электрычную). Акрамя таго, невялікую частку здабываемага каменнага і бурага вугалю выкарыстоўваюць для атрымання амаль чыстага вугляроду — коксу (неабходнага для выплаўлення сталі), а таксама атрымання некаторых арганічных рэчываў.

Нафта. Крыніца самых разнастайных вадкіх відаў паліва на зямлі — *нафта* (мал. 69). Пры яе перапрацоўцы атрымліваюць такія важныя віды паліва, як бензін, газу, ліграін, мазут. Гэтыя віды паліва выкарыстоўваюцца ў аўтамабілях і трактарах, рэактыўных авіяцыйных рухавіках, а таксама на цеплавых электрастанцыях і ў сістэмах забеспячэння цяплом жылля і прадпрыемстваў.

Прыродны газ прыкладна на 90 % складаецца з *метану* CH_4 . Выкарыстоўваць яго ў якасці паліва пачалі толькі ў XX ст. Сёння наша жыццё немагчыма без газаводаў (мал. 70), якія дастаўляюць «блакітнае паліва» ў нашы кварталы, на ЦЭЦ, прамысловыя прадпрыемствы.



Мал. 69. Здабыча нафты



Мал. 70. Укладка газавода

Ахова атмасферы

У выніку дзейнасці чалавека адбываецца забруджванне атмасферы самымі рознымі рэчывамі, многія з якіх небяспечныя для чалавека, жывёлных і раслінных арганізмаў. Змяненне саставу атмасферы прыводзіць да аслаблення здароўя насельніцтва, зніжэння працягласці жыцця, распаўсюджвання розных захворванняў.



Мал. 71. Узлёт рэактыўнага самалёта

Гэта асабліва характэрна для вялікіх гарадоў, дзе атмасфера забруджваецца газавымі выкідамі прамысловых прадпрыемстваў і аўтамабільнага транспарту.

У састаў амаль усіх вядомых традыцыйных відаў паліва ўваходзяць самыя розныя рэчывы, пры згаранні якіх утвараюцца не толькі CO_2 і H_2O . Пры няпоўным згаранні паліва можа вылучацца вельмі ядавіты *чадны газ* CO . Таксама вельмі неспрыяльныя для чалавека прадукты згарання злучэнняў, што змяшчаюць атамы серы і азоту, якімі з'яўляюцца SO_2 , NO і NO_2 .

На спальванне розных відаў паліва расходуецца вялікая колькасць кіслароду. Так, за 1 гадзіну палёту рэактыўны самалёт (мал. 71) скарыстоўвае такую колькасць кіслароду, якую выпрацоўвае 1 га лесу за месяц.

Найбольш неспрыяльнымі наступствамі згарання паліва з'яўляюцца смог, кіслотныя дажджы і парніковы эфект.

Смог — гэта туман, які змешаны з пылам, сажай і змяшчае прадукты ўзаемадзеяння аксідаў серы і азоту з вадой (мал. 72, с. 112). Трапляючы ў лёгкія чалавека, смог аказвае



Мал. 72. Смог над горадам

разбуральнае ўздзеянне на тканкі і можа прыводзіць да вельмі сур'ёзных захворванняў, у тым ліку і анкалагічных.

Кіслотныя дажджы. У апошнія дзесяцігоддзі ў розных месцах планеты назіраюцца *кіслотныя дажджы*. Дажджавая вада ў гэтым выпадку больш кіслая, чым звычайная, паколькі ў ёй змяшчаюцца рэчывы, якія называюцца кіслотамі. Яны ўтвараюцца пры ўзаемадзеянні некаторых злучэнняў серы і азоту (SO_2 і NO_2) з парай вады. Выпадзенне кіслотных



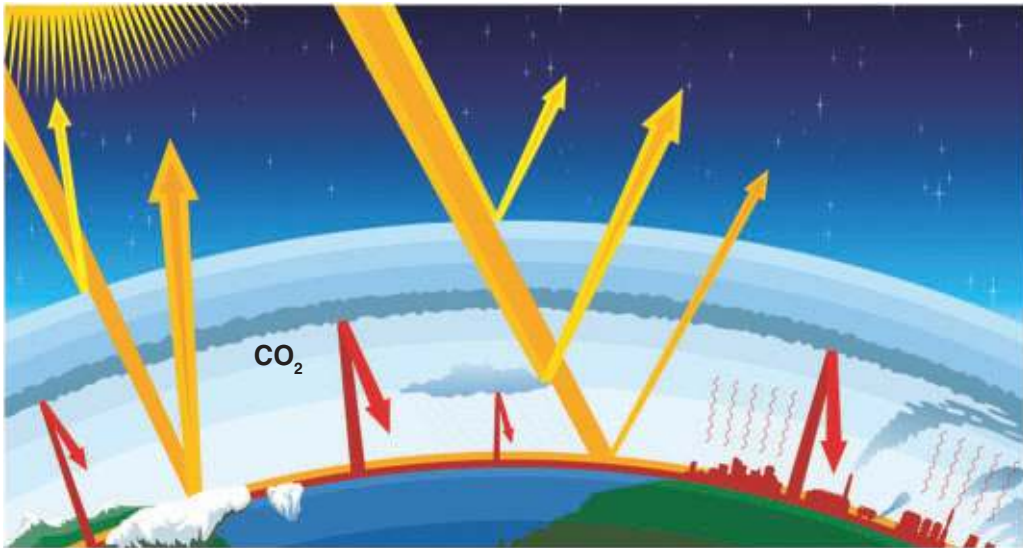
Мал. 73. Наступствы кіслотных дажджоў

дажджоў прыводзіць да павышэння кіслотнасці глебы, што, у сваю чаргу, можа выклікаць пагаршэнне росту як раслінных, так і жывёльных арганізмаў. Кіслотныя дажджы, як і смог, аказваюць негатыўны ўплыў на экалогію нашай планеты, выклікаюць разбурэнне архітэктурных помнікаў даўніны (мал. 73).

Парніковы эффект — павышэнне тэмпературы паветра ў ніжніх слаях атмасферы. Гэта з'ява ўзнікае за кошт назапашвання ў атмасферы некаторых газаў, якія называюцца *парніковымі* (мал. 74). Яны перашкаджаюць адводу лішку цяпла ад паверхні Зямлі. Асноўным парніковым газам з'яўляецца вуглякіслы газ CO_2 . У выніку парніковага эфекту адбываецца змяненне клімату, магчымы раставанне леднікоў, паводкі.

Паколькі атмасфера для ўсіх народаў Зямлі агульная, розныя дзяржавы прадпрымаюць сумесныя меры па яе ахове ад шкодных выкідаў. Для гэтага на заводах устанаўліваюцца ачышчальныя ўстаноўкі, удасканальваюцца сістэмы ачысткі выхляпных газаў аўтатранспарту, распрацоўваюцца новыя экалагічна чыстыя вытворчасці і віды транспарту.

Паменшыць уплыў хімічных рэчываў на прыроду, здароўе людзей магчыма толькі падчас правядзення самых дасканалых даследаванняў крыніц і саставу ядавітых злучэнняў.



Мал. 74. Схема парніковага эфекту

Хімія як навука дазваляе чалавеку знайсці шляхі вырашэння ў тым ліку і названых вышэй праблем аховы атмасферы.

Рэакцыямі гарэння называюцца хімічныя рэакцыі, якія праходзяць з вылучэннем вялікай колькасці цеплаты і святла.

Простыя і складаныя рэчывы могуць гарэць як у кіслародзе, так і на паветры. У кіслародзе рэчывы згараюць хутчэй.

Паліва — рэчыва, якое згарае з вылучэннем цеплавой энергіі. Асноўнымі відамі паліва з'яўляюцца каменныя і бурныя вуглі, торф, драўніна, нафта і прадукты яе перапрацоўкі, прыродны газ.

Атрыманне цеплавой энергіі шляхам спальвання паліва прыводзіць да такіх неспрыяльных наступстваў, як смог, кіслотныя дажджы і парніковы эфект.



Пытанні і заданні

1. Па якіх знешніх прыметах можна адрозніць рэакцыі гарэння ад іншых хімічных рэакцый?
2. Чаму рэчывы гараць не толькі ў чыстым кіслародзе, але і на паветры?
3. Чаму ў кіслародзе многія рэчывы гараць больш інтэнсіўна, чым на паветры?
4. Якое практычнае прымяненне маюць рэакцыі гарэння рэчываў у кіслародзе і на паветры? Прывядзіце прыклад такой рэакцыі гарэння.
5. Як называюць рэчывы, якія выкарыстоўваюцца на практыцы для атрымання цеплавой энергіі за кошт іх рэакцыі з кіслародам? Назавіце тры прыклады такіх рэчываў.
6. Калі на вугельчыкі, якія тлеюць, моцна падзьмуць, то яны ўспыхваюць яркім полымем. Патлумачце, чаму гэта адбываецца.
7. Чаму для тушэння прадметаў, якія гараць, у бытавых умовах рэкамендуецца хутка накінуць на іх коўдру або шчыльную тканіну?
8. Чаму выкарыстанне традыцыйных відаў паліва прыводзіць да ўзмацнення парніковага эфекту? Як можна пазбегнуць гэтай непажаданай з'явы?

Практычная работа 4

Атрыманне кіслароду і вывучэнне яго ўласцівасцей

Мэта работы: асвоіць адзін з лабараторных спосабаў атрымання кіслароду і збіранне яго метадам выцягнення паветра; замацаваць веды аб фізічных і хімічных уласцівасцях кіслароду.

1. Атрыманне і збіранне кіслароду

1) Збярыце прыбор для атрымання газаў. Праверце яго на герметычнасць.

2) У прабірку прыкладна на чвэрць яе аб'ёму насыпце парашок KMnO_4 . Закрыйце прабірку коркам з газаадводнай трубкой. Замацуйце прыбор у штатыве ў нахіленым становішчы, як паказана на малюнку 54. Падрыхтуйце шклянку (або прабірку) для збірання кіслароду. Нагрэйце спачатку ўсю прабірку з KMnO_4 , а потым толькі тую яе частку, дзе знаходзіцца рэчыва.

3) Пераканаўшыся, што шклянка або прабірка запоўніліся кіслародам, спыніце награванне і закрыйце пасудзіну з кіслародам.

2. Даследаванне ўласцівасцей кіслароду

1) Якія фізічныя ўласцівасці кіслароду можна вызначыць, разглядаючы атрыманы газ?

2) Унясіце ў пасудзіну з кіслародам лучынку, якая тлее. Што вы назіраеце? Аб чым гэта сведчыць?

3. Зрабіце справаздачу аб праведзенай рабоце па плане:

1) Назва работы.

2) Мэта работы.

3) Выкарыстанае абсталяванне.

4) Назва кожнай часткі работы з кароткім запісам вынікаў, малюнкам прыбора, тлумачальнымі надпісамі і адказамі на пастаўленыя ў рабоце пытанні.

5) Састаўленне ўраўнення адпаведных хімічных рэакцый.

6) Агульны вывад.

§ 19. Акіды

Большасць хімічных рэчываў адносіцца да складаных рэчываў, кожнае з якіх належыць да аднаго з вядомых класаў. Знаёмства з імі мы пачнём з самага простага класа неарганічных рэчываў — аксідаў.

Акіды — складаныя рэчывы

У састаў многіх складаных хімічных рэчываў уваходзяць атомы толькі двух хімічных элементаў, адным з якіх з'яўляецца кісларод. Такія складаныя рэчывы называюцца *аксідамі*. Напрыклад: SiO_2 , CuO , CaO , Al_2O_3 і інш. У саставе складаных рэчываў атомы кіслароду заўсёды праяўляюць валентнасць, роўную II.

! Акіды — складаныя рэчывы, у састаў якіх уваходзяць атомы двух хімічных элементаў, адзін з якіх кісларод.

Прадуктамі разгледжаных намі ў папярэдніх параграфрах рэакцый простых і складаных рэчываў з кіслародам з'яўляюцца аксіды: H_2O , CO_2 , SO_2 і Fe_3O_4 .

Пры звычайных умовах аксіды розных элементаў знаходзяцца ў вадкім (H_2O), цвёрдым (CaO) і газападобным (CO_2) станах. Яны маюць самую розную афарбоўку (белыя CaO , Al_2O_3 , чорны CuO , буры Ag_2O , аранжавы HgO , карычневы Fe_2O_3 , мал. 75) і адрозніваюцца іншымі фізічнымі ўласцівасцямі.

Як вы памятаеце, злучэнні, у састаў якіх уваходзяць атомы толькі двух хімічных элементаў, называюцца *бінарнымі*. Таму



Мал. 75. Узоры розных аксідаў

акіды адносяцца да бінарных злучэнняў. Як вынікае з прыведзеных вышэй прыкладаў, у састаў акідаў уваходзіць розны лік атамаў кіслароду і іншага хімічнага элемента. Чаму? Вы ўжо ведаеце, што атамы злучаюцца ў хімічныя злучэнні згодна з іх валентнасцямі. А з правілам складання хімічнай формулы бінарнага злучэння з улікам валентнасці атамаў, якія ўваходзяць у яго састаў, вы ўжо знаёмыя.

Назвы акідаў

Вядома многа акідаў розных хімічных элементаў. Кожны з іх мае сваю формулу і назву. Назва акіду ўтвараецца са слова **акід** і беларускай назвы хімічнага элемента ў родным склоне. Напрыклад, *акід магнію* — MgO , *акід натрыю* — Na_2O , *акід вадароду* — H_2O . Калі хімічны элемент праяўляе пераменную валентнасць, то пасля назвы гэтага элемента ў круглых дужках трэба запісаць рымскую лічбу, якая паказвае валентнасць гэтага хімічнага элемента ў дадзеным акідзе. Напрыклад, *акід серы(IV)* — SO_2 , *акід серы(VI)* — SO_3 , *акід жалеза(III)* — Fe_2O_3 , *акід фосфару(V)* — P_2O_5 .

Акіды ў прыродзе

Акіды шырока распаўсюджаны ў навакольнай прыродзе. Уявіце сабе, колькі вады змяшчаецца ў морах, акіянах і рэках. А ўсё гэта *акід вадароду* H_2O , ён жа — звычайная вада. Другі вельмі распаўсюджаны акід, з якім мы сустракаемся кожны дзень, — *акід кремнію(IV)* SiO_2 , або пясок. У паветры, якое мы выдыхаем, змяшчаецца *акід вугляроду(IV)* CO_2 , або вуглякіслы газ. Пры згаранні некаторых відаў паліва ўтвараецца *акід серы(IV)* SO_2 , або сярністы газ.

Многія акіды сустракаюцца ў зямной кары ў саставе мінералаў.

Аксіды — складаныя рэчывы, у састаў якіх уваходзяць атамы двух хімічных элементаў, адзін з якіх кісларод.

Пры нармальных умовах аксіды могуць знаходзіцца ў газападобным, вадкім або цвёрдым аграгатным стане, мець самую розную афарбоўку.

Назва аксіду ўтвараецца са слоў «аксід» і беларускай назвы хімічнага элемента ў родным склоне.

Для элементаў з пераменнай валентнасцю яе паказваюць у назве аксіду рымскай лічбай у круглых дужках пасля знака хімічнага элемента.

? **Пытанні і заданні**

1. Прыведзіце хімічныя формулы трох аксідаў, у састаў малекул якіх уваходзіць 1, 2 і 3 атамы кіслароду.
2. Запішыце формулы аксідаў, у састаў якіх уваходзяць атамы наступных хімічных элементаў: жалеза(II), вуглярод(IV), азот(V), медзь(I), сера(VI), хлор(VII).
3. Назавіце аксіды: Fe_2O_3 , NO , P_2O_5 , SO_2 .
4. Акрамя прынятых міжнародных назваў, у некаторых аксідаў ёсць трывіяльныя (якія склаліся гістарычна) назвы. Якія трывіяльныя назвы аксіду серы(IV) і аксіду вугляроду(IV)?
5. Якія газападобныя аксіды, што забруджваюць атмасферу Зямлі, вы ведаеце?
6. Чаму аксіды з'яўляюцца шырока распаўсюджанымі на Зямлі хімічнымі злучэннямі? Які аксід — самы распаўсюджаны на нашай планеце?
7. Састаўце ўраўненні рэакцый атрымання аксідаў алюмінію, кальцыю і вадароду з простых рэчываў.
8. Разлічыце масавую долю кіслароду ў аксідах натрыю, алюмінію, фосфару(III), азоту(IV). У якім з іх масавая доля кіслароду найбольшая?
9. Малекулы рэчываў, якія ўваходзяць у састаў бензіну, складаюцца з атамаў вугляроду і вадароду. Якія рэчывы ўтвараюцца пры згаранні бензіну ў аўтамабільным рухавіку? Чаму павелічэнне колькасці аўтамабіляў, якія выкарыстоўваюць у якасці паліва бензін, прыводзіць да ўзмацнення парніковага эфекту?



Раздзел III

Вадарод



У гэтым раздзеле вы пазнаёміцеся з вадародам — самым распаўсюджаным элементом у Сусвеце. Даведаецеся пра фізічныя і хімічныя ўласцівасці, атрыманне і выкарыстанне вадароду.

*Вадарод — аснова свету! Космас, зорак карагод
На тры чвэрці іх на масе састаўляе вадарод,
У нетрах Сонца выгарае, ён да нас цяпло вяртае
І святло — за годам год!..*

Паводле Ю. Прасолава

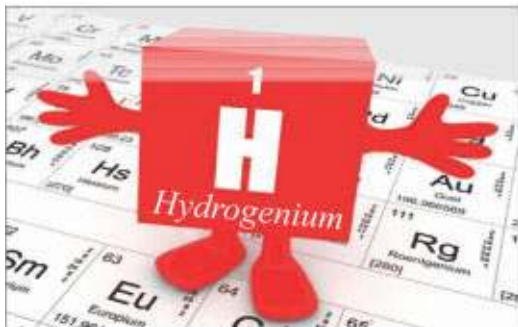
На папярэдніх уроках вы пазнаёміліся з хімічным элементам і простым рэчывам кіслародам. Вы даведаліся многа новага і цікавага аб яго фізічных і хімічных уласцівасцях, аб знаходжанні ў прыродзе, аб атрыманні і выкарыстанні гэтага рэчыва. Сёння вы пачынаеце вывучэнне новай тэмы «Вадарод». Так называецца другі хімічны элемент і адпаведнае яму простае рэчыва.

§ 20. Вадарод — хімічны элемент і простае рэчыва

Ахарактарызуем хімічны элемент вадарод і пазнаёмімся з некаторымі ўласцівасцямі яго атамаў.

Вадарод – хімічны элемент

Вы памятаеце, што элемент кісларод абазначаецца сімвалам O — першай літарай яго лацінскай назвы *Oxygenium*. Успомніце, што значыць гэта слова. Па тым жа прынцыпе для абазначэння хімічнага элемента вадароду выкарыстоўваюць сімвал H («аш») — першую літару лацінскага слова *Hydrogenium* (мал. 76). У перакладзе на беларускую мову яно азначае «які нараджае ваду». Справа ў тым, што ў выніку злучэння атамаў вадароду H з атамамі кіслароду O ўтвараюцца, «нараджаюцца» малекулы вады H₂O.



Мал. 76. Хімічны элемент вадарод

Першы я на белым свеце —
 У Сусвеце, на планеце,
 У лёгкі гелій ператваруся,
 І Сонцам у небе ўзгаруся!

Паводле Ю. Прасолава

На Зямлі атамы вадароду змяшчаюцца ў вадзе, прыродным газе і нафце, у раслінах, у арганізмах жывёл і людзей.

Вадарод — простае рэчыва

Давайце спачатку ўспомнім, чым простыя рэчывы адрозніваюцца ад складаных. Правільна! Простае рэчыва складаецца з атамаў аднаго хімічнага элемента, а складанае — з атамаў розных элементаў. Адзіночныя атомы вадароду Н, злучаючыся парамі, утвараюць двухатамныя малекулы простага рэчыва Н₂ (мал. 77).

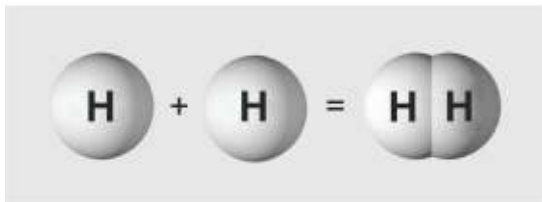
Гэта рэчыва, як і хімічны элемент, называецца «вадарод».

Разлічым адносную малекулярную масу простага рэчыва вадароду, акругліўшы значэнне $A_r(\text{H})$ да 1:

$$M_r(\text{H}_2) = 2 \cdot A_r(\text{H}) = 2 \cdot 1 = 2.$$

Якую інфармацыю дае нам атрыманая велічыня? Яна паказвае, што маса адной малекулы вадароду ў 2 разы большая за $\frac{1}{12}$ масы атома вугляроду (1 а.а.м.).

У паветры каля зямной паверхні ўтрыманне простага рэчыва вадароду Н₂ вельмі малое. У верхніх жа сляях



Мал. 77. Схема ўтварэння малекулы вадароду

атмасферы яно большая і павялічваецца па меры аддалення ад Зямлі. Простае рэчыва вадарод уваходзіць у састаў атмасферы некаторых планет Сончнай сістэмы — Юпітэра, Сатурна, Урана.



На аснове вынікаў нядаўніх даследаванняў Юпітэра вучоныя выказалі меркаванне, што пад вадароднай атмасферай гэтай планеты знаходзіцца акіян з вадкага вадароду. Глыбіня гэтага акіяна — дзясяткі тысяч кіламетраў. Верагодна таксама, што ядро Юпітэра пакрыта абалонкай з цвёрдага вадароду.



Гісторыя адкрыцця вадароду

Хто ж адкрыў вадарод і як гэта адбылося? Ужо пачынаючы з XVI ст. было вядома, што пры ўздзеянні кіслот на жалеза вылучаецца нейкі газ. У 1766 г. англійскі вучоны Генры Кавендзіш упершыню сабраў гэта рэчыва і даследаваў некаторыя яго ўласцівасці. У прыватнасці, аказалася, што пры падпальванні чыстага газу ён спакойна гарыць блакітным полымем, а яго сумесь з паветрам пры гэтым выбухае! Гэта ўразіла вучонага, і ён назваў гэты газ «гаручым паветрам». Паколькі менавіта Г. Кавендзіш першым апісаў найважнейшыя ўласцівасці вадароду, яго лічаць першаадкрывальнікам гэтага простага рэчыва і адпаведнага хімічнага элемента.

У 1783 г. французскі хімік А. Лавуазье даказаў, што пры злучэнні «гаручага паветра» з кіслародам утвараецца складанае рэчыва вада. Прапускаючы яе пару над распаленым жалезам, ён здолеў атрымаць з вады зыходнае «гаручае паветра». На падставе гэтых вынікаў у 1787 г.

Генры Кавендзіш
(1731—1810)

Англійскі хімік і фізік. Даследаваў уласцівасці многіх газаў, атрымаў чысты вадарод і апісаў яго ўласцівасці, устанавіў якасны састаў вады. Яго імем названа сусветна вядомая навуковая лабараторыя ў Кембрыджскім універсітэце (Англія).

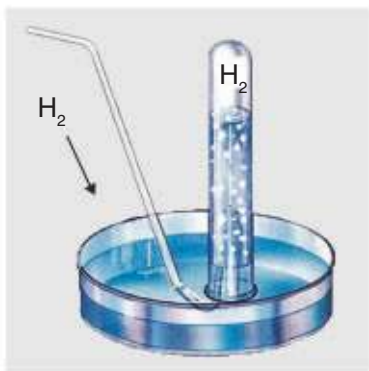


Лавуазье зрабіў вывад аб тым, што «гаручае паветра» ўяўляе сабой новае простае рэчыва або, як тады лічылася, новы хімічны элемент. Ён даў гэтаму элементу (а значыць, і простама газападобнаму рэчыву) лацінскую назву *Hydrogenium*, якая паходзіла ад грэчаскіх слоў *хідор* — вада і *генао* — нараджаю.

Фізічныя ўласцівасці вадароду

Пры звычайных умовах простае рэчыва вадарод уяўляе сабой бясколерны газ без смаку і паху. Ён амаль не растваральны ў вадзе і значна лягчэйшы за яе. Таму пры апусканні ў ваду газаадводнай трубкі, па якой ідзе вадарод, яго бурбалкі накіроўваюцца ўверх. Гэта дазваляе збіраць вадарод, напрыклад, у прабірку, метадам выцяснення вады (мал. 78). Шчыльнасць газападобнага вадароду складае $0,089 \text{ г/дм}^3$. Гэта значыць, што вадарод аб'ёмам 1 дм^3 (1 л) мае масу, роўную ўсяго толькі $0,089 \text{ г}$.

Пры тэмпературы $-253 \text{ }^\circ\text{C}$ газападобны вадарод пераходзіць у вадкі агрэгатны стан, а пры тэмпературы $-259 \text{ }^\circ\text{C}$ — у цвёрды. Вадкі вадарод з'яўляецца самай лёгкай вадкасцю, а цвёрды вадарод — самым лёгкім цвёрдым рэчывам.

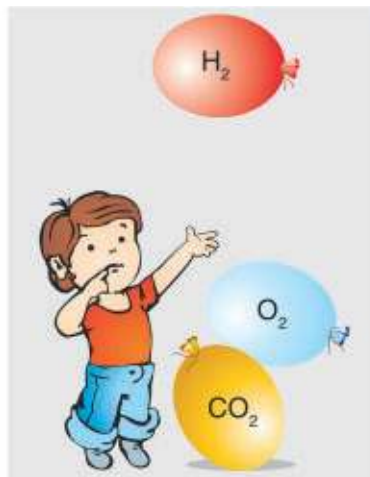


Мал. 78. Збіранне вадароду метадам выцяснення вады

Паколькі адносная малекулярная маса вадароду роўна ўсяго 2, яго малекулы з'яўляюцца самымі лёгкімі з усіх вядомых малекул. Па гэтай прычыне газападобны вадарод лягчэйшы за ўсе іншыя газы. Напрыклад, ён у 16 разоў лягчэйшы за кісларод і ў 22 разы лягчэйшы за вуглякіслы газ. У параўнанні з паветрам вадарод лягчэйшы за яго ў 14,5 раза. Каб пераканацца ў лёгкасці вадароду, возьмем тры аднолькавыя

гумавыя шарыкі (мал. 79). Першы з іх напоўнім вадародам H_2 , другі — кіслародам O_2 , а трэці — вуглякіслым газам CO_2 . Моцна завяжам шарыкі ніткай і адначасова выпусцім іх з рук. Шарыкі будуць паводзіць сябе па-рознаму. Шарык з вадародам хутка падымецца да столі, а шарыкі з вуглякіслым газам і кіслародам апусцяцца на падлогу.

У паветры вадарод падымаецца ўверх. Таму пры збіранні вадароду, напрыклад, у прабірку, яе размяшчаюць уверх дном (мал. 80).



Мал. 79. Вадарод — самы лёгкі газ



Раней лёгкі вадарод выкарыстоўвалі для запаўнення паветраных шароў і дырыжабляў. Першымі на паветраным шары падняліся ў паветра ў 1783 г. французскія фізікі Ф. Рабэр і Ж. Шарль. У жніўні 1877 г. палёт на паветраным шары, напоўненым вадародам, з навуковай мэтай здзейсніў рускі хімік Д. І. Мендзялееў.

З-за малой масы і маленькіх памераў малекулы вадароду здольны пранікаць праз сценкі пасудзіны, у якой змяшчаецца гэты газ. Пераканаемся ў гэтым на прыкладзе таго ж шарыка з вадародам. Нават калі старанна завязаць яго ніткай, праз некаторы час шарык садзьмецца. Пры павышанай тэмпературы і ціску вадарод здольны пранікаць і праз сценкі металічнай пасудзіны.



Мал. 80. Збіранне вадароду метадам выцяснення паветра

Вадарод — найбольш распаўсюджаны элемент у Сусвеце.

Простае рэчыва вадарод H_2 — самы лёгкі газ, які не мае колеру, паху і смаку.

Вадарод нерастваральны ў вадзе, яго можна збіраць метадам выцягнення вады або паветра.



Пытанні і заданні

1. Чаму хімічны элемент вадарод абазначаюць лацінскім сімвалам Н?
2. Растворыце, што абазначаюць запісы: Н, 2Н, H_2 , $3H_2$.
3. Запішыце з дапамогай сімвалаў наступныя выразы: а) восем малекул вадароду; б) пяць атамаў вадароду.
4. У якім выпадку размова ідзе аб вадародзе як аб простым рэчыве: а) *вадарод* прысутнічае ў арганізме чалавека; б) *вадарод* маларастваральны ў вадзе; в) масавая доля *вадароду* ў вадзе роўна 11%; г) пры звычайных умовах *вадарод* знаходзіцца ў газападобным аграгатным стане; д) у атмасферы *вадароду* жывыя арганізмы гінуць; е) у састаў аксідаў *вадарод* не ўваходзіць.
5. У трох аднолькавых па масе і па аб'ёме колбах пры аднолькавых умовах знаходзяцца вадарод, кісларод і паветра. Як, не праводзячы хімічных рэакцый, можна даведацца, у якой колбе змяшчаецца вадарод?
6. Маллекула якога з прыведзеных рэчываў мае найменшую масу: O_2 , CO_2 , H_2O , H_2 , O_3 , SO_2 , HCl ?
7. Разлічыце масавую долю вадароду ў газападобнай сумесі, у якой на кожныя 5 малекул вадароду прыпадае па 7 малекул кіслароду.

§ 21. Хімічныя ўласцівасці вадароду

Сёння вы пазнаёміцеся з хімічнымі ўласцівасцямі простага рэчыва вадароду. Вы даведаецеся, з якімі іншымі рэчывамі ён рэагуе і што пры гэтым утвараецца, як працякаюць гэтыя рэакцыі і якімі з'явамі яны суправаджаюцца.

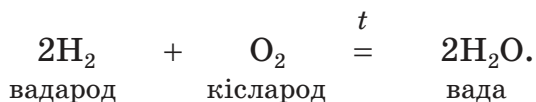
Пры звычайных умовах вадарод хімічна малаактыўны. Для таго каб ён стаў больш актыўным і мог рэагаваць з іншымі рэчывамі, яго трэба як след «разварушыць», або,

як гавораць хімікі, актываваць. Для гэтага неабходна стварыць спецыяльныя ўмовы, напрыклад павысіць тэмпературу або ціск, прымяніць каталізатар. У такіх досыць жорсткіх умовах вадарод становіцца куды больш актыўным і рэагуе з простымі і складанымі рэчывамі.

Рэакцыі вадароду з простымі рэчывамі

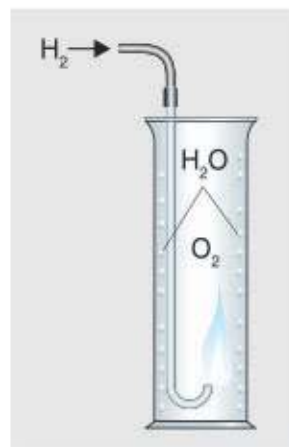
Пры награванні вадарод рэагуе з некаторымі простымі рэчывамі, напрыклад з кіслародам і хлорам.

Асабліва цікавая рэакцыя злучэння вадароду з кіслародам. Калі падпаліць на паветры чысты вадарод, які выходзіць з газаадводнай трубкай, ён імгненна загараецца з лёгкім воплескам і гарыць роўным, амаль незаўважным полымем. Цяпер змесцім трубку з вадародам, які гарыць, у пасудзіну з кіслародам. Гарэнне вадароду становіцца больш інтэнсіўным, а яго полымя — больш яркім. Праз некаторы час на сценках пасудзіны мы ўбачым маленькія кропелькі вадкасці (мал. 81). Гэта — вада! Яна з'яўляецца прадуктам рэакцыі вадароду з кіслародам:



Так мы яшчэ раз пераканаліся ў тым, што вадарод у пары з кіслародам сапраўды «нараджае ваду». Паколькі пры гэтым атамы вадароду злучаюцца з атамамі кіслароду, дадзеная рэакцыя адносіцца да рэакцый злучэння.

Пры гарэнні вадароду ў кіслародзе вылучаецца шмат цеплаты. Тэмпература полымя дасягае 2800 °С! Пры такой высокай тэмпературы плавіцца шкло і многія металы.



Мал. 81. Гарэнне вадароду ў кіслародзе

У адрозненне ад чыстага вадароду яго сумесь з паве-трам пры падпальванні выбухае! У гэтым можна перака-нацца наступным чынам. Газаадводную трубку, па якой ідзе вадарод, увядзём у прабірку, перакуленую дном уверх, і праз 2—3 секунды выцягнем назад. Не пераварочваючы прабірку, паднясём да яе адтуліны падпаленую запал-ку. У гэты момант у прабірцы адбудзецца бяспечны выбух, і мы пачуем рэзкі гаўклівы гук, які нагадвае голас малень-кага сабакі. Гэта тлумачыцца тым, што вадарод не паспеў выцесніць усё паветра з прабірки, і ў ёй утварылася вадарод-на-паветраная сумесь. З-за здольнасці гэтай сумесі пры падпальванні выбухаць, грымець яе называюць «грымучай сумессю»:

Не жартуйце з вадародам —
 ён гарыць, нараджаючы ваду!
 У сумесі з кіслародам-братам
 ён здольны выбухаць, рабяты!
 Помніць трэба вам, агучу —
 гэту сумесь завуць грымучай!

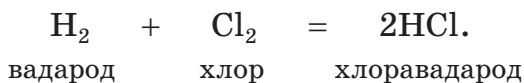
Паводле Н. Івановай



Гаручасць вадароду з'явілася прычынай гібелі нямецкага ды-рыжабля «Гіндэнбург» — вялізнага паветранага судна даўжынёй 245 м і дыяметрам 41 м. У яго герметыч-ных адсеках знаходзілася вялікая колькасць вадароду. 6 мая 1937 г. пры пасадцы ў ЗША па нявысветле-ных прычынах здарылася страшная катастрофа — дырыжабль загарэў-ся і выбухнуў.



Пры гарэнні вадароду ў атмасферы другога простага рэчыва хлору Cl_2 утвараецца складанае рэчыва — хлоравадарод HCl (мал. 82):



Хімічная рэакцыя вадароду з хлорам — яшчэ адзін прыклад рэакцыі злучэння.

Мал. 82. Гарэнне вадароду ў хлоры

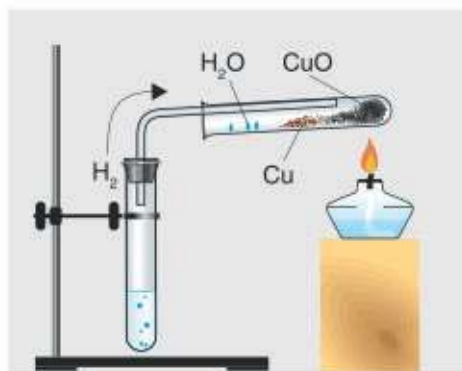


Вадарод рэагуе з найбольш актыўнымі металамі, напрыклад з натрыем Na . Пры гэтым утвараюцца цвёрдыя хімічныя злучэнні, якія называюцца гідрыдамі (NaH — гідрыд натрыю). Гідрыды некаторых металаў выкарыстоўваюцца як гаручае ў ракетных рухавіках, а таксама для атрымання тэрмаядзернай энергіі.

Рэакцыі вадароду са складанымі рэчывамі

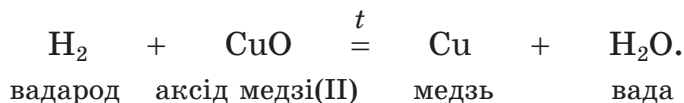
Пры павышанай тэмпературы вадарод рэагуе не толькі з простымі, але і са складанымі рэчывамі. У якасці прыкладу разгледзім рэакцыю вадароду са складаным рэчывам аксідам медзі(II) CuO (мал. 83).

Прапусцім вадарод над нагрэтым чорным парашком аксіду медзі(II) CuO . Па меры працякання рэакцыі колер парашку змяняецца з чорнага на карычнева-ружовы — колер простага рэчыва медзі Cu . На халодных частках прабіркi з'яўляюцца кропелькі вадкасці. Гэта вада H_2O — яшчэ адзін прадукт рэакцыі. Такім чынам, у хімічную рэакцыю ўступілі



Мал. 83. Рэакцыя вадароду з аксідам медзі(II) CuO

простае (H_2) і складанае (CuO) рэчывы, і ўтварыліся новыя простае (Cu) і складанае (H_2O) рэчывы:



У ходзе гэтай рэакцыі атомы вадароду замясцілі атомы медзі ў яе аксідзе. Такія хімічныя рэакцыі адносяцца да *рэакцый замяшчэння*.

! **Рэакцыі замяшчэння — гэта рэакцыі, у ходзе якіх атомы простага рэчыва замяшчаюць атомы аднаго з элементаў у складаным рэчыве.**

Гэтак жа, як з аксідам медзі, вадарод рэагуе і з аксідамі некаторых іншых металаў, напрыклад PbO , Fe_2O_3 , MnO_2 , WO_3 , «адбіраючы» ад іх атомы кіслароду.

Прымяненне вадароду

Штогод у свеце вырабляюць і выкарыстоўваюць каля 58 млн т вадароду. Ён знаходзіць шырокае прымяненне ў розных галінах прамысловасці, найважнейшыя з якіх паказаны на малюнку 84.

Значная частка вадароду расходуюцца на атрыманне аміяку NH_3 . Аміяк — адзін з найважнейшых прадуктаў хімічнай прамысловасці. У нашай рэспубліцы аміяк і азотныя ўгнаенні на яго аснове вырабляюцца на Гродзенскім ААТ «Гродна Азот».

У вялікай колькасці вадарод выкарыстоўваецца пры атрыманні хлоравадароднай кіслаты і іншых важных рэчываў, у вытворчасці маргарыну з алею. Вадарод прымяняюць таксама для атрымання некаторых металаў з іх аксідаў, напрыклад Cu , Fe , W , Mo .

Рэакцыя гарэння вадароду ў кіслародзе, якая суправаджаецца вылучэннем велізарнай колькасці энергіі, ажыццяўляецца ў ракетных рухавіках, якія выводзяць у кас-



Мал. 84. Прымяненне вадароду

мічную прастору лятальныя апараты. Гэту рэакцыю выкарыстоўваюць таксама для рэзкі і зваркі розных металаў.

У апошнія гады вадарод пачынаюць прымяняць у якасці паліва для аўтамабіляў (мал. 85). Справа ў тым, што пры згаранні ў аўтамабільных рухавіках прывычнага нам бензіну ўтвараецца вуглякіслы газ. Яго назапашванне ў атмасферы з'яўляецца прычынай парніковага эфекту і глабальнага пацяплення на Зямлі. У той час як пры згаранні вадароду ўтвараецца вада, якая не забруджвае навакольнае асяроддзе.



Мал. 85. Запраўка аўтамабіля вадародам

Вадарод пры пэўных умовах злучаецца з кіслародам і хлорам, утвараючы складаныя рэчывы.

Вадарод пры награванні ўступае ў рэакцыі замяшчэння з аксідамі многіх металаў.

Вадарод выкарыстоўваецца для атрымання некаторых металаў, амякку, у якасці ракетнага і аўтамабільнага паліва.

Пытанні і заданні

1. Чаму ў доследах з вадародам неабходна быць асабліва асцярожнымі?
2. Да якога з вядомых вам тыпаў хімічных рэакцый адносяцца рэакцыі вадароду з кіслародам, хлорам?
3. Састаўце ўраўненні рэакцый вадароду з наступнымі аксідамі:
а) Cu_2O ; б) Fe_2O_3 ; в) HgO .
4. Устаўце замест знака пытання формулу патрэбнага рэчыва і расстаўце каэфіцыенты ў атрыманых схемах хімічных рэакцый. Вызначце, да якога тыпу адносіцца кожная рэакцыя:
а) $\text{H}_2 + ? \rightarrow \text{Zn} + \text{H}_2\text{O}$; б) $? + \text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O}$;
в) $? + \text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Fe} + \text{H}_2\text{O}$; г) $\text{H}_2 + \text{WO}_3 \rightarrow ? + \text{H}_2\text{O}$.
5. Састаўце ўраўненні рэакцый, з дапамогай якіх можна ажыццявіць наступныя хімічныя ператварэнні:
а) $\text{Cu} \rightarrow \text{CuO} \rightarrow \text{Cu}$; б) $\text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Fe} \rightarrow \text{FeO}$.
6. Прыведзіце ўраўненні хімічных рэакцый атрымання H_2S , HCl , NH_3 і H_2O з адпаведных простых рэчываў.
7. Вядома, што пры зарадцы аўтамабільных акумулятараў у памяшканнях, якія не праветрываюцца, утвараецца грымучая сумесь. Падумайце, якім чынам аўтааматар можа засцерагчы сябе ад выбуху.

§ 22. Паняцце аб кіслотах

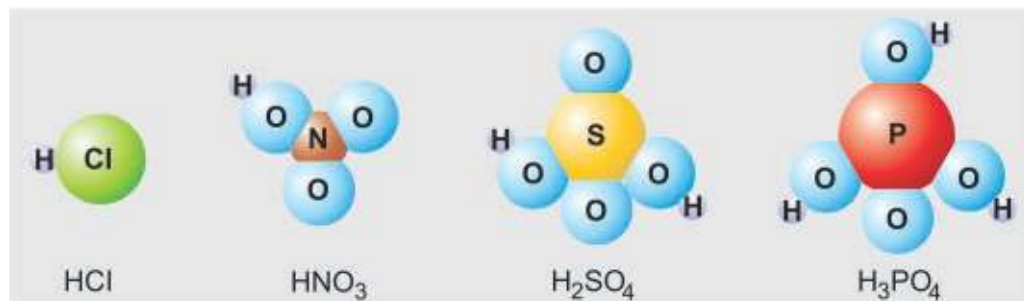
Слова «кіслы», безумоўна, знаёма кожнаму з нас. Мы памятаем смак кіслага малака, лімоннага соку, кіслых яблыкаў, шчаўя... Гэты смак прадуктам харчавання надаюць асаблівыя рэчывы — *кіслоты*. У кіслым малацэ змяшчаецца малочная кіслата, у соку лімона — лімонная, у яблыках — яблычная, а ў шчаўі — шчаўевая.

Агульная колькасць кіслот вельмі вялікая — іх некалькі тысяч. Толькі з некаторымі з іх мы сустракаемся ў паўсядзённым жыцці. Акрамя кіслот, якія змяшчаюцца ў прадуктах харчавання, дома мы можам знайсці і іншыя кіслоты. Гэта, напрыклад, борная кіслата з дамашняй аптэчкі, серная кіслата для зарадкі аўтамабільных акумулятараў. Кіслоты выкарыстоўваюцца не толькі ў быцце. Яны знаходзяць шырокае прымяненне практычна ва ўсіх сферах дзейнасці чалавека. Таму веды аб кіслотах вельмі важныя для сучаснага чалавека. Пазнаёмімся з гэтымі рэчывамі бліжэй.

Састаў кіслот

Найдрабнейшымі часціцамі кіслот з'яўляюцца іх малекулы. Паколькі ўсе кіслоты валодаюць падобным смакам, то іх малекулы павінны мець нейкія агульныя рысы. Якія менавіта? Уважліва разгледзьце малюнак 86. Вы бачыце шаравыя мадэлі малекул некаторых кіслот і іх хімічныя формулы. У адных малекулах мала атамаў, у другіх — больш. Атамы якога элемента ёсць у кожнай з гэтых малекул? Правільна, гэта атамы вадароду H. Яны ўваходзяць у састаў малекул усіх вядомых кіслот.

Уявіце цяпер, што ў нас атрымалася аддзяліць ад малекул кіслот шарыкі атамаў H. Тыя часткі малекул, якія засталіся, называюцца *кіслотнымі астаткамі*. У нашым выпадку гэта атам Cl, групы атамаў NO_3 , SO_4 , PO_4 . Паколькі лік кіслот



Мал. 86. Мадэлі малекул некаторых кіслот

вялікі, то гэтакі ж вялікі і лік кіслотных астаткаў. З імі вы пазнаёміцеся ў далейшым.

Агульнай уласцівасцю ўсіх кіслот з'яўляецца тое, што атамы вадароду, якія змяшчаюцца ў іх малекулах, могуць замяшчацца атамамі металаў.

! Кіслоты — складаныя рэчывы, у малекулах якіх змяшчаюцца атамы вадароду, здольныя замяшчацца атамамі металаў, і кіслотныя астаткі.

Кіслотныя астаткі злучаны з атамамі вадароду ў адпаведнасці са сваёй валентнасцю. Як можна яе вызначыць? Вы ведаеце, што вадарод заўсёды аднавалентны. Значыць, калі кіслотны астатак злучаны з адным атамам H, то валентнасць гэтага астатку роўна адзінцы, калі з двума атамамі H — двум, а з трыма атамамі H — тром.

Хімічная формула любой кіслаты пачынаецца з сімвала H, пасля якога запісваецца формула кіслотнага астатку.

У табліцы 5 прадстаўлены назвы і хімічныя формулы кіслот, з якімі вы будзеце сустракацца ў бліжэйшы час. Тут жа прыведзены формулы кіслотных астаткаў і іх валентнасць (паказаная рымскімі лічбамі). Беларускія назвы кіслотных астаткаў паходзяць з лацінскіх назваў адпаведных неметалаў.

Табліца 5. Састаў кіслот і іх назвы

Назва кіслаты	Формула кіслаты	Формула і валентнасць кіслотнага астатку	Назва кіслотнага астатку
Хлоравадародная (саяная)	HCl	Cl(I)	хларыд
Азотная	HNO ₃	NO ₃ (I)	нітрат

Назва кіслаты	Формула кіслаты	Формула і валентнасць кіслотнага астатку	Назва кіслотнага астатку
Серная	H_2SO_4	$\text{SO}_4(\text{II})$	сульфат
Вугальная	H_2CO_3	$\text{CO}_3(\text{II})$	карбанат
Фосфарная	H_3PO_4	$\text{PO}_4(\text{III})$	фасфат

Як выглядаюць кіслоты? Пры звычайных умовах яны ўяўляюць сабой вадкія або цвёрдыя рэчывы. Так, напрыклад, пры пакаёвай тэмпературы серная кіслата H_2SO_4 — бясколерная масляністая вадкасць, якая не мае паху і амаль у 2 разы цяжэйшая за вадку. Пры тых жа ўмовах фосфарная кіслата H_3PO_4 — белае цвёрдае рэчыва без паху. Хлоравадародная кіслата HCl (гістарычная назва — саляная кіслата) уяўляе сабой раствор газу хлоравадароду ў вадзе. Гэты раствор мае характэрны рэзкі пах.

Большасць кіслот раствараюцца ў вадзе.

Ёсць рэчывы, якія, як і кіслоты, утрымліваюць атамы вадароду, але кіслотнымі ўласцівасцямі не валодаюць, напрыклад метан CH_4 , аміяк NH_3 , глюкоза $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ і іншыя. Такім чынам, не ўсе рэчывы, якія змяшчаюць атамы вадароду, з'яўляюцца кіслотамі.

Меры засцярогі пры рабоце з кіслотамі

Кіслоты адносяцца да едкіх рэчываў. Пры пападанні на скуру, у рот ці ў вочы кіслоты выклікаюць балючыя хімічныя апёкі. Тканіна, з якой выраблена наша вопратка, пры кантакце з кіслотамі хутка псуецца. Каб пазбегнуць падобных непрыемнасцей, з кіслотамі неабходна абыходзіцца вельмі асцярожна. Калі кіслата ўсё ж трапіла на скуру або вопратку, трэба неадкладна прамыць пашкоджаны ўчастак вялікай колькасцю халоднай вады, а затым — растворам пітной соды.

Паняцце аб індыкатарах

Паколькі кіслоты спрабаваць на смак небяспечна, іх наяўнасць можна вызначыць па змене афарбоўкі спецыяльных рэчываў — *індыкатараў*. У перакладзе на беларускую мову гэты тэрмін азначае «паказальнік». Такім чынам, індыкатар, змяняючы пэўным чынам свой колер, «паказвае» на тое, што ў растворы змяшчаецца кіслата. Існуюць таксама індыкатары, якія змяняюць сваю афарбоўку ў прысутнасці як кіслот, так і шэрага іншых рэчываў.

! **Індыкатары — гэта асобыя рэчывы, якія змяняюць сваю афарбоўку ў прысутнасці кіслот і шэрага іншых рэчываў.**

На ўроках хіміі для выяўлення кіслот у растворах выкарыстоўваюць наступныя індыкатары: *лакмус*, *метылавы аранжавы (метыларанж)*, а таксама *ўніверсальную індыкатарную паперу* ў выглядзе палосак спецыяльнай паперы, насычанай сумессю розных індыкатараў. Афарбоўка індыкатараў у вадзе паказана на малюнку 87. Яны змяняюць свой колер, калі ў растворы ёсць кіслоты (мал. 88).



Мал. 87. Афарбоўка індыкатараў у вадзе



Мал. 88. Афарбоўка індыкатараў у растворах кіслот

Афарбоўка лакмусу, метыларанжу і ўніверсальнай індыкатарнай паперы ў вадзе і ў растворах кіслот прыведзена ў табліцы 6.

Табліца 6. Афарбоўка індыкатараў і ўніверсальнай індыкатарнай паперы ў вадзе і ў растворах кіслот

Індыкатары Рэчывы	Лакмус	Метыларанж	Універсальная індыкатарная папера
Вада	фіялетава	аранжава	жоўты
Кіслоты	чырвоны	чырвоны	чырвоны

Эксперыментальна пераканаемся ў здольнасці індыкатараў змяняць сваю афарбоўку ў растворах кіслот.

Лабараторны дослед 3

Уздзеянне кіслот на індыкатары

У дзве прабіркі наліце прыкладна па 1 см^3 раствораў сернай і салянай кіслот. У кожную прабірку дадайце па адной кроплі раствору лакмусу. Адзначце назіраемыя з'явы.

У дзве другія прабіркі з растворамі названых вышэй кіслот дабаўце па адной кроплі раствору метыларанжу. Якія змены адбыліся ў прабірках?

Параўнайце свае назіранні з данымі табліцы 6.

У састаў кіслот уваходзяць атамы вадароду і кіслотныя астаткі.

Індыкатары — асобыя рэчывы, якія змяняюць сваю афарбоўку ў прысутнасці кіслот і шэрага іншых рэчываў.

Кіслоты — едкія рэчывы. Пры рабоце з імі трэба быць вельмі асцярожнымі.

Пытанні і заданні

1. Атамы якога хімічнага элемента абавязкова ўваходзяць у састаў усіх кіслот?
2. Вырабіце з пластыліну мадэлі малекул кіслот у адпаведнасці з малюнкам 86. Зрабіце фота гэтых мадэляў.
3. У формулах кіслот HCl , HNO_3 , H_2SO_4 , H_3PO_4 падкрэсліце кіслотныя астаткі і пакажыце валентнасць кожнага з іх.
4. Запоўніце ў сшытку табліцу.

Назва кіслаты	Формула кіслаты	Формула кіслотнага астатку	Назва кіслотнага астатку
Азотная			
	H_2SO_4		
		CO_3	
			фасфат

5. Запішыце формулы кіслот, у састаў якіх уваходзяць кіслотныя астаткі (у дужках паказана іх валентнасць): $\text{NO}_2(\text{I})$, $\text{SO}_3(\text{II})$, $\text{MnO}_4(\text{I})$.
6. У якой з кіслот — HCl , H_2CO_3 , H_2SO_4 масавая доля вадароду найбольшая? Выканайце адпаведныя разлікі.
7. Якія меры засцярогі пры рабоце з кіслотамі? Што трэба рабіць, калі кіслата трапіла на скуру ці на вопратку?
8. У састаў некаторых газіраваных напіткаў уваходзіць адна з вядомых вам кіслот. Агульны лік атамаў у яе кіслотным астатку роўны 5, а лік атамаў вадароду ў малекуле на адзін меншы за лік атамаў кіслароду. Аб якой кіслаце ідзе гаворка?

У канцы тэмы вам прапануецца заданне для невялікага даследчага праекта, які вы можаце выканаць у дамашніх умовах.

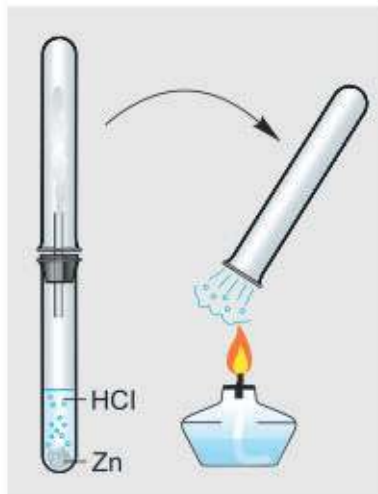
§ 23. Вылучэнне вадароду ў рэакцыях кіслот з металамі

Вы ўжо ведаеце, што кіслоты валодаюць шэрагам агульных уласцівасцей. Яны кіслыя на смак, змяняюць афарбоўку індыкатараў. Але ў кіслот ёсць яшчэ адна вельмі важная ўласцівасць — *здольнасць рэагаваць з металамі*. Атамы металаў выцясняюць з малекул кіслот атамы вадароду, які вылучаецца ў выглядзе газу.

Рэакцыі замяшчэння

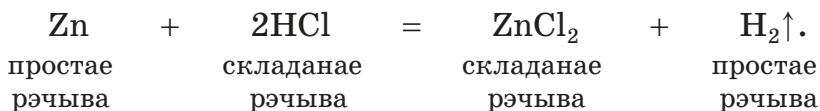
У прабірку з хлоравадароднай кіслатай HCl апусцім кавалачак металу цынку Zn . На паверхні металу адразу ж утвараюцца маленькія бурбалкі газу. Яны хутка павялічваюцца, адрываюцца ад металу і накіроўваюцца ўверх. Дасягнуўшы паверхні раствору, газ выходзіць вонкі. Збяром гэты газ у перавернутую ўверх дном прабірку і паднясім яе ў такім становішчы да полымя спіртоўкі (мал. 89). Мы пачуем воплеск. Гэта сведчыць аб наяўнасці ў прабірцы вадароду.

Па меры працякання рэакцыі кавалачак цынку паступова памяншаецца і неўзабаве знікае цалкам. У прабірцы ўтвараецца бясколерны празрысты раствор. Змесцім кроплю раствору на шкляную пласцінку і падагрэем яе знізу полымем спіртоўкі. Неўзабаве вада з гэтай кроплі выпарыцца і на пласцінцы застаецца цвёрдае рэчыва беллага колеру. Хімікі вызначылі, што яго састаў выражаецца формулай ZnCl_2 .

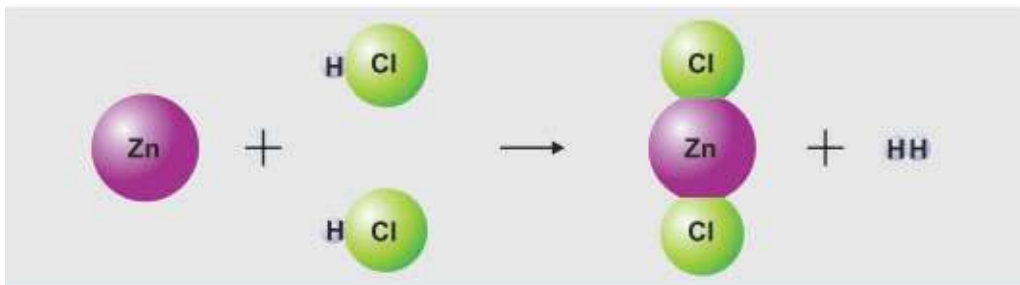


Мал. 89. Атрыманне вадароду і доказ яго наяўнасці ў прабірцы

Цяпер мы можам запісаць ураўненне рэакцыі цынку з саяняй кіслатай:

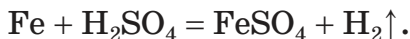


На малюнку 90 прыведзена схема гэтай рэакцыі. З ураўнення і схемы, якая яго тлумачыць, бачым, што атомы цынку *замяшчаюць* атомы вадароду ў малекулах кіслот. У выніку з простага рэчыва (Zn) і складанага рэчыва (HCl) утвараюцца новыя — простае рэчыва вадарод H_2 і складанае рэчыва ZnCl_2 . Гэта яшчэ адзін прыклад *рэакцыі замяшчэння*.



Мал. 90. Схема рэакцыі замяшчэння вадароду ў кіслаце металам

Гэтак жа працякае рэакцыя жалеза з растворам сернай кіслаты:



Гэтыя хімічныя рэакцыі пацвярджаюць, што *кіслоты* — складаныя рэчывы, у малекулах якіх утрымліваюцца атомы вадароду, здольныя *замяшчацца* атамамі металаў, і кіслотныя астаткі.

Важна запомніць, што, у адрозненне ад саяняй і сернай кіслот, азотная кіслата HNO_3 рэагуе з металамі без выдзялення вадароду. Замест яго ўтвараюцца іншыя рэчывы, з якімі вы пазнаёміцеся пазней.

Пераканаемся на практыцы ў здольнасці кіслот рэагаваць з металамі.

Лабараторны дослед 4

Узаемадзеянне кіслот з металамі

Вы ўжо ведаеце, што кіслоты могуць узаемадзейнічаць з металамі. Але ці ўсе металы выцясняюць вадарод з кіслот? Давайце праверым гэта эксперыментальна.

У трох прабірках вам выдадзены металы — жалеза Fe, цынк Zn і медзь Cu. Наліце ў прабіркі раствор хлоравадароднай або сернай кіслот аб'ёмам 1—2 см³. Уважліва назірайце за прыметамі хімічных рэакцый. Адзначце свае назіранні, пакажыце прыметы хімічных рэакцый, складзіце іх ураўненні. Зрабіце адпаведны вывад аб асаблівасцях узаемадзеяння кіслот з металамі.

Рад актыўнасці металаў

Выканаўшы дослед, вы пераканаліся, што з кіслатай найбольш энергічна рэагуе цынк. Рэакцыя жалеза з кіслатай працякае менш энергічна, а медзь з ёй і зусім не рэагуе.

Было выяўлена, што па меры памяншэння інтэнсіўнасці выцяснення вадароду з кіслот металы можна размясціць у наступны рад:

K Ca Na Mg Al Zn Fe Ni Sn Pb (H₂) Cu Hg Ag Pt Au

Яго называюць **выцясняльным радам металаў** або **радам актыўнасці металаў**.

- Металы, якія знаходзяцца ў гэтым радзе *лявей* ад вадароду (H₂), *выцясняюць* гэты газ з раствораў кіслот (акрамя HNO₃). Рэакцыя ідзе тым больш інтэнсіўна, чым больш улева размешчаны метал.

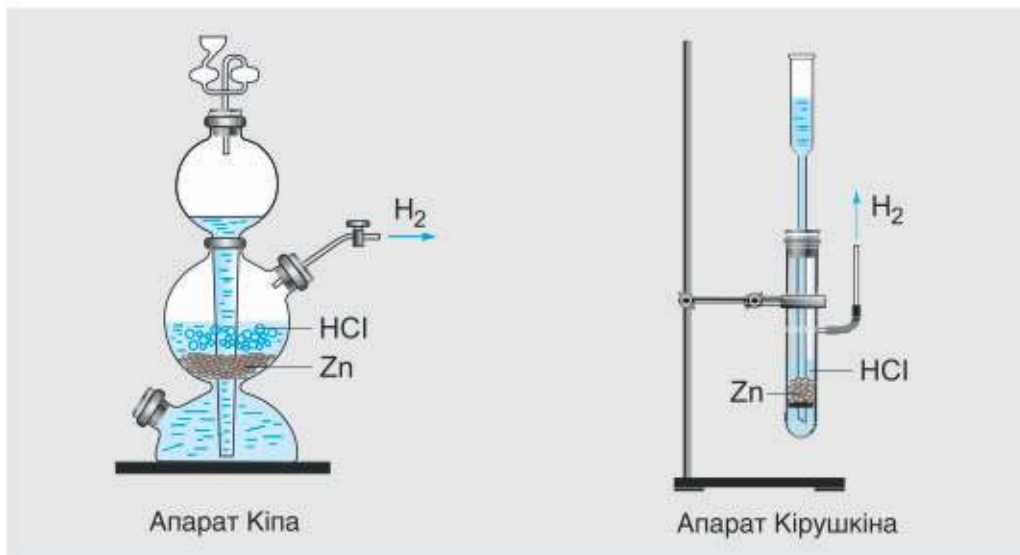
- Металы, якія стаяць у гэтым радзе *правей* ад вадароду, вадарод з кіслот *не выцясняюць*.

Атрыманне вадароду ў лабараторыі

У хімічнай лабараторыі і ў школьным кабінце хіміі вадарод атрымліваюць уздзеяннем раствораў хлоравадароднай HCl або сернай H_2SO_4 кіслот на некаторыя металы. Гэтыя рэакцыі праводзяць у спецыяльных прыборах — у апарате Кіпа або ў апарате Кірушкіна (мал. 91).

Звярніце ўвагу, што для атрымання вадароду ў лабараторыі або ў школьным кабінце хіміі можна выкарыстоўваць не ўсе металы, размешчаныя ў радзе актыўнасці лявей H_2 . Справа ў тым, што найбольш актыўныя металы, напрыклад натрый Na і калій K , рэагуюць з кіслотамі надзвычай бурна, з узгараннем і выбухам.

У той жа час рэакцыі кіслот з менш актыўнымі металамі — волавам Sn і свінцом Pb — працякаюць павольна. Таму для атрымання вадароду ў названых умовах найбольш прыдатнымі металамі з'яўляюцца цынк, жалеза і алюміній.



Мал. 91. Лабараторныя прыборы для атрымання вадароду

Кіслоты — складаныя рэчывы, у малекулах якіх утрымліваюцца атамы вадароду, здольныя замяшчацца на атамы металаў, і кіслотныя астаткі.

Металы, якія стаяць у радзе актыўнасці да вадароду, выцясняюць яго з кіслот (акрамя HNO_3).

У лабараторыі вадарод атрымліваюць узаемадзеяннем металаў з кіслотамі.

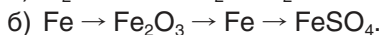
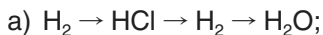


Пытанні і заданні

- З прапанаванага рада выберыце формулы кіслот: K_2SO_4 , CuO , HNO_3 , FeCl_2 , H_2SO_4 , CO_2 , MgCO_3 , H_3PO_4 , KNO_3 , HCl .
- Назавіце дзве кіслаты, у малекулах якіх могуць замяшчацца на металы па два атамы вадароду.
- Састаўце ўраўненне рэакцыі алюмінію Al з хлоравадароднай кіслатой HCl .
- З якімі з пералічаных металаў рэагуе серная кіслата: цынк, алюміній, магній, золата? Састаўце ўраўненні адпаведных рэакцый.
- Як хімічным спосабам можна аддзяліць медныя апілки ў іх сумесі з жалезнымі апілкамі? Напішыце ўраўненне рэакцыі, якая будзе працякаць.
- Запішыце замест знака пытання формулы неабходных рэчываў і расстаўце каэфіцыенты ў атрыманых схемах хімічных рэакцый:
 - $\text{HCl} + ? \rightarrow \text{H}_2\uparrow + \text{FeCl}_2$;
 - $? + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow ? + \text{H}_2\uparrow$;
 - $? + \text{Al} \rightarrow \text{H}_2\uparrow + \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$;
 - $? + ? \rightarrow \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2\uparrow$;
 - $\text{Mg} + ? \rightarrow \text{MgCl}_2 + ?\uparrow$;
 - $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{Zn} \rightarrow ? + \text{H}_2\uparrow$.
- Для кожнай пары металаў пакажыце, пры выкарыстанні якога з іх у рэакцыі з кіслатой у аднолькавых умовах будзе назірацца больш інтэнсіўнае вылучэнне вадароду: а) магній і жалеза; б) алюміній і свінец; в) цынк і волава. Абгрунтуйце свае адказы.
- Вядома, што ў сельскай гаспадарцы для апрацоўкі раслін выкарыстоўваецца раствор солі FeSO_4 . Якія рэчывы можна выкарыс-

тоўваць для яе атрымання? Напішыце адпаведнае ўраўненне рэакцыі.

9. Састаўце ўраўненні рэакцый, з дапамогай якіх можна здзейсніць наступныя хімічныя ператварэнні:



Азнаёмцеся з іншымі метадамі атрымання вадароду ў лабараторыі, а таксама з метадам яго прамысловай вытворчасці.

Дамашні эксперымент

Даследуйце магчымасць атрымання вадароду ў дамашніх умовах.

Вазьміце дзве шклянкі (або два сподачкі). У першую наліце трохі сталовага воцату, а ў другую — столькі ж воднага раствору лімоннай кіслаты. У раствору кіслот апусціце невялікі выраб з жалеза, напрыклад дужку ад стэплера, канцылярскую сашчэпку, кнопку або цвік. Праз некаторы час звярніце ўвагу на прыметы хімічных рэакцый. Апішыце іх. У раствору якой з выкарыстаных вамі кіслот вадарод вылучаецца больш актыўна?

Раскажыце аб выніках эксперымента на ўроку.

§ 24. Солі — прадукты замяшчэння атамаў вадароду ў малекулах кіслот на металы

Калі мы чуем слова «соль», то адразу ўяўляем сабе кухонную соль, якая ёсць у любым доме. Гэтая соль з'яўляецца прадстаўніком цэлага класа складаных рэчываў, які так і называецца — «солі». Што ж агульнае ў саставе ўсіх солей? Як яны ўтвараюцца і як называюцца? Адказы на гэтыя пытанні вы знойдзеце ў дадзеным параграфі.

Састаў солей

Вы ўжо ведаеце, што ў малекулах кіслот атамы вадароду могуць замяшчацца атамамі металаў. Пры гэтым заўсёды ўтвараюцца простае рэчыва вадарод H_2 і складаныя рэчывы, у састаў якіх уваходзяць атамы металу і кіслотныя астаткі. Вы ўжо ведаеце, напрыклад, што пры ўздзеянні хлоравадародной кіслаты HCl на метал цынк Zn утвараецца складанае рэчыва $ZnCl_2$. Яно складаецца з атамаў металу Zn і кіслотных астаткаў Cl . Прадуктам рэакцыі сернай кіслаты H_2SO_4 з металам жалезам Fe з'яўляецца складанае рэчыва $FeSO_4$, у састаў якога ўваходзяць атамы металу Fe і кіслотныя астаткі SO_4 . Такія складаныя рэчывы, у састаў якіх уваходзяць атамы металаў і кіслотныя астаткі, адносяцца да солей.

! **Солі — гэта складаныя рэчывы, у састаў якіх уваходзяць атамы металаў і кіслотныя астаткі.**

У солях кіслотныя астаткі злучаюцца з атамамі металаў у адпаведнасці з іх валентнасцю.

Для састаўлення хімічных формул солей неабходна ведаць валентнасць атамаў металу і валентнасць кіслотных астаткаў.

Пры гэтым карыстаюцца тым жа правілам, што і пры састаўленні формул бінарных злучэнняў (гл. § 10). Для солей гэта правіла фармулюецца наступным чынам: **сума адзінак валентнасці ўсіх атамаў металу павінна быць роўна суме адзінак валентнасці ўсіх кіслотных астаткаў.**

Для прыкладу складзём формулу солі, у састаў якой уваходзяць атамы металу кальцыю Ca і кіслотныя астаткі фосфарнай кіслаты PO_4 . Кальцый праяўляе пастаянную валентнасць II, а валентнасць кіслотнага астатку PO_4 роўна III.

1. Запісваем побач сімвал кальцыю Са і формулу кіслотнага астатку PO_4 , а зверху над імі паказваем іх валентнасць:



2. Знаходзім найменшае агульнае кратнае (НАК) валентнасці кальцыю і кіслотнага астатку:

$$\text{НОК} = \text{II} \cdot \text{III} = 6.$$

3. Затым дзелім НАК на валентнасць атама кальцыю і атрымліваем індэкс пры сімвале Са:

$$6 : \text{II} = 3.$$

Дзелім НАК на валентнасць кіслотнага астатку і знаходзім індэкс пры кіслотным астатку:

$$6 : \text{III} = 2.$$

4. Запісаўшы атрыманыя індэксы (3 і 2) правей і ніжэй Са і кіслотнага астатку PO_4 , атрымаем шуканую формулу солі: $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$.

Назвы солей

Солі ўтвораны атамамі розных металаў і рознымі кіслотнымі астаткамі. Таму лік вядомых солей велізарны. Давайце навучымся іх правільна называць.

Назва любой солі складаецца з назвы кіслотнага астатку і беларускай назвы металу ў родным склоне. Напрыклад, соль саставу NaCl называюць хларыд натрыю, а соль саставу $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ — фасфат кальцыю.

Калі атамы металу, якія ўваходзяць у састаў солі, маюць пераменную валентнасць, то яна паказваецца рымскай лічбай у круглых дужках пасля яго назвы. Так, соль FeCl_3 называюць хларыд жалеза(III), а соль FeCl_2 — хларыд жалеза(II).

У табліцы 7 прыведзены формулы і назвы некаторых солей.

Табліца 7. Формулы і назвы солей

Кіслата	Кіслотны астатак	Солі і іх назвы
HCl	Cl(I)	NaCl — хларыд натрыю
HNO ₃	NO ₃ (I)	Ba(NO ₃) ₂ — нітрат барыю
H ₂ SO ₄	SO ₄ (II)	Al ₂ (SO ₄) ₃ — сульфат алюмінію
H ₂ CO ₃	CO ₃ (II)	CaCO ₃ — карбанат кальцыю
H ₃ PO ₄	PO ₄ (III)	FePO ₄ — фасфат жалеза(III)

У хімічных формулах солей адлюстраваны колькасныя суадносіны атамаў металаў і кіслотных астаткаў. Напрыклад, формула FeCl₂ паказвае, што ў гэтым рэчыве на кожны атам Fe прыпадае па два кіслотныя астаткі Cl.

Па хімічнай формуле солі можна вылічыць яе адносную формульную масу M_r , напрыклад:

$$\begin{aligned} M_r(\text{NaCl}) &= A_r(\text{Na}) + A_r(\text{Cl}) = \\ &= 23 + 35,5 = 58,5; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_r(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) &= 2 \cdot A_r(\text{Al}) + 3 \cdot A_r(\text{S}) + 12 \cdot A_r(\text{O}) = \\ &= 2 \cdot 27 + 3 \cdot 32 + 12 \cdot 16 = 342. \end{aligned}$$

Некаторыя солі вы ўжо даўно добра ведаеце. Акрамя кухоннай солі, гэта, напрыклад, сода Na₂CO₃ (карбанат натрыю).

Усе солі — цвёрдыя крышталічныя рэчывы, якія маюць розную афарбоўку. Да найважнейшых прыродных солей адносяцца, напрыклад, карбанат кальцыю CaCO₃ (мел, мармур), хларыд натрыю NaCl (галіт, кухонная соль), фасфат кальцыю Ca₃(PO₄)₂ і некаторыя іншыя.



Солі хларыд натрыю NaCl і хларыд калію KCl у прыродзе часта сустракаюцца сумесна ў выглядзе горнай пароды сільвініту. Адно з найбуйнейшых яго радовішчаў у свеце знаходзіцца на тэрыторыі Рэспублікі Беларусь у раёне г. Салігорска. Гэта наша галоўнае мінеральнае багацце. З сільвініту вырабляюць адно з найважнейшых мінеральных угнаенняў — хларыд калію.



Солі ўтвараюцца пры замяшчэнні ў малекулах кіслот атамаў вадароду на атамы металаў.

Солі — складаныя рэчывы, якія ў сваім саставе ўтрымліваюць атамы металаў і кіслотныя астаткі.



Пытанні і заданні

- Якія рэчывы адносяцца да солей?
- З прапанаванага рада выберыце формулы солей: H_2O , KNO_3 , Fe_2O_3 , FeSO_4 , Na_2CO_3 , H_2SO_4 , K_3PO_4 , CuO , CaCl_2 .
- Назавіце наступныя солі: Na_2CO_3 , $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$, CuCl_2 , Na_2SO_4 , AlPO_4 , AgCl , $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$, CaCO_3 .
- Састаўце формулы солей, у якіх змяшчаецца кіслотны астатак сернай кіслаты і атамы наступных металаў: цынк, натрый, жалеза(III).
- Разлічыце масавую долю кіслароду ў сульфате алюмінію.
- Расстаўце каэфіцыенты ў прапанаваных схемах. Выберыце з іх схемы рэакцый замяшчэння і назавіце солі, якія ўтвараюцца:
 - $\text{Zn} + \text{O}_2 \rightarrow \text{ZnO}$;
 - $\text{Al} + \text{HCl} \rightarrow \text{AlCl}_3 + \text{H}_2\uparrow$;
 - $\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\uparrow + \text{O}_2\uparrow$;
 - $\text{Fe} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{FeSO}_4 + \text{H}_2\uparrow$.
- Састаўце ўраўненні і назавіце тыпы хімічных рэакцый, з дапамогай якіх можна ажыццявіць наступныя ператварэнні:
 - $\text{HCl} \rightarrow \text{H}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{O}_2 \rightarrow \text{CuO} \rightarrow \text{Cu}$;
 - $\text{ZnO} \rightarrow \text{Zn} \rightarrow \text{H}_2 \rightarrow \text{Zn} \rightarrow \text{ZnSO}_4$.

Практычная работа 5.

Атрыманне вадароду і вывучэнне яго ўласцівасцей

Мэта работы: атрымаць вадарод у рэакцыі кіслаты з металам, сабраць атрыманы газ і даследаваць яго ўласцівасці.

Рэактывы і абсталяванне: раствор хлоравадароднай кіслаты; гранулы цынку (або кавалачкі жалеза), часткі прыбора для атрымання газаў, шкляначка або прабірка з вадой, прабірка для збірання вадароду, спіртоўка, запалкі, лучынка.

Дослед 1. Атрыманне вадароду.

Збярыце прыбор для атрымання вадароду і праверце яго на герметычнасць. Пакладзіце ў прабірку некалькі гранул цынку і прыліце да іх невялікі аб'ём (1—2 см³) раствору хлоравадароднай кіслаты. Хутка закрыйце прабірку коркам з газаадводнай трубкай, канец якой пагрузіце ў шкляначку або ў прабірку з вадой.

Дослед 2. Вывучэнне ўласцівасцей вадароду.

Фізічныя ўласцівасці вадароду. Назіраючы за працяканнем доследу 1, звярніце ўвагу на адсутнасць афарбоўкі ў вадароду. Ці раствараецца вадарод у вадзе?

Хімічныя ўласцівасці вадароду. Збярыце вадарод. Для гэтага газаадводную трубку дастаньце з вады і ўвядзіце ў прабірку, замацаваную ў штатыве ўверх дном. Успомніце, чаму прабірка павінна быць размешчана менавіта так. Прыкладна праз 1 мінуту асцярожна дастаньце газаадводную трубку і да адтуліны прабірки паднясіце падпаленую лучынку ці запалку. Якая прымета сведчыць аб працяканні хімічнай рэакцыі? Якую хімічную ўласцівасць праяўляе вадарод у гэтай рэакцыі?

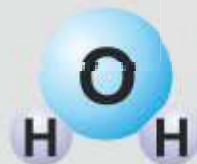
Састаўце справаздачу аб праведзенай рабоце. Зрабіце вывад аб спосабе атрымання вадароду ў лабараторыі, аб тых яго фізічных і хімічных уласцівасцях, якія вы даследавалі. Састаўце адпаведныя ўраўненні хімічных рэакцый.

Праект

Даследаванне індыкатарных уласцівасцей агароднінных і ягадных сокаў

Даследуйце ў дамашніх умовах здольнасць некаторых афарбаваных сокаў змяняць сваю афарбоўку пад дзеяннем кіслот. У якасці аб'ектаў даследавання вы можаце выбраць сокі агародніны (буракоў або чырвонакачановай капусты), сокі ягад (чарніц, ажын або чарнаплоднай рабіны). Для гэтага ў кубак або на сподак наліце крыху соку і дадайце да яго такі ж аб'ём разведзенага раствору воцатнай кіслаты (сталовага воцату). Ці змяняецца афарбоўка соку? Як хутка гэта адбываецца? Якія даследавання вамі сокі можна выкарыстоўваць у якасці індыкатараў для выяўлення кіслот?

Падзяліцеся вынікамі вашага даследавання з аднакласнікамі, настаўнікам.

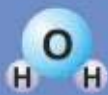


Раздзел IV

Вада



У гэтым раздзеле вы пазнаёміцеся з вадой — адным з найважнейшых рэчываў на Зямлі. Даведаецеся аб яе саставе і будове, надзвычайных уласцівасцях і кругавароце вады ў прыродзе.



*Хто ведае, дзе крыніца вады?
Можа, дае яе снег або льды?
А можа, з-пад самай зямлі яна б'е
І ўсім жыццё на планеце дае?*

Паводле С. Алегавай

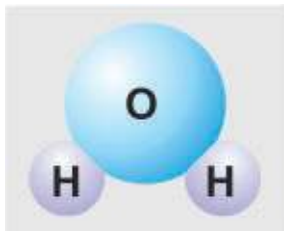
§ 25. Састаў і фізічныя ўласцівасці вады

Вада... Гэта слова, гэта рэчыва ўваходзіць у наша жыццё з першых дзён з'яўлення на свет і здаецца нам зусім звычайным, звыклым. Аднак гэта адно з самых цікавых і важных рэчываў, якое мае дачыненне да ўсяго жывога і нежывога на нашай планеце.

Тры чвэрці паверхні Зямлі пакрыты вадой. Яна ўтварае велізарныя акіяны і моры, глыбокія рэкі і азёры, халодныя ледавікі і айсбергі. Вада — гэта дождж і снег, гэта воблакі і туманы... Яна фарміруе ландшафты на нашай планеце. Магутныя струмені вады ўтвараюць яры і рэчышчы рэк, праразаюць цяснінамі горныя масівы, разбураюць горы.

Вада — аснова ўсяго жывога на Зямлі. Яна адыгрывае выключна важную ролю ў жыцці чалавека, жывёл і раслін. З вады і вуглякіслага газу ў працэсе фотасінтэзу ў зялёных раслінах утвараюцца арганічныя рэчывы і кісларод, патрэбныя нам для дыхання. Роля вады ў нашым жыцці проста неацэнная!

Не забывайце, што вада — гэта рэчыва, хімічнае злучэнне. Давайце бліжэй пазнаёмімся з ім.



Мал. 92. Мадэль малекулы вады

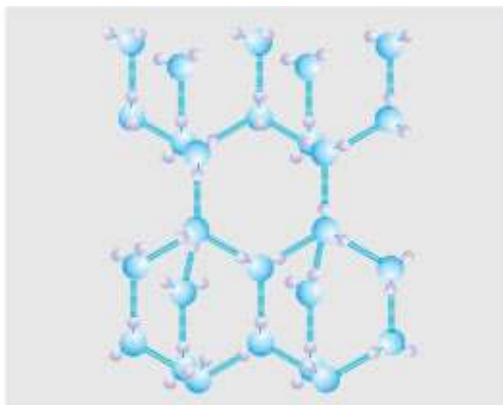
Састаў і будова вады

Вы ўжо ведаеце, што малекула вады складаецца з трох атамаў — двух атамаў вадароду і аднаго атама кіслароду (мал. 92). Адносная малекулярная маса вады роўна:

$$M_r(\text{H}_2\text{O}) = 2 \cdot A_r(\text{H}) + A_r(\text{O}) = 2 \cdot 1 + 16 = 18.$$

Вада — гэта рэчыва малекулярнай будовы, паколькі найменшымі часцінамі гэтага рэчыва з’яўляюцца малекулы.

У вадзе малекулы H_2O звязаны паміж сабой. Прычым у крышталях лёду, у адрозненне ад вады, малекулы звязаны асабліва трывала і размешчаны ў строга вызначаным парадку (мал. 93).



Мал. 93. Схема будовы крышталя лёду

Фізічныя ўласцівасці вады

Вада — адзінае рэчыва, якое існуе на Зямлі адначасова ў трох адрэгатных станах — вадкім, цвёрдым і газападобным (мал. 94). Пры пакаёвай тэмпературы вада ўяўляе сабой вадкасць без смаку і паху. Пры тэмпературы $100\text{ }^\circ\text{C}$ яна кіпіць, утвараючы вадзяную пару. У цвёрды стан (лёд) вада пераходзіць пры тэмпературы $0\text{ }^\circ\text{C}$. У тонкім слоі вада не мае



Мал. 94. Тры адрэгатныя станы вады



Мал. 95. Крыгаход

факт з'яўляецца прычынай таго, што лёд лягчэйшы за ваду і не тоне ў ёй. Менавіта таму вадаёмы пачынаюць замярзаць з паверхні і рэдка прамярзаюць да самага дна. Гэта засцерагае жывёл рэк і азёр ад гібелі ў зімовы час. Вясной лёд пачынае раставаць, і мы бачым як па рэках плывуць крыгі (мал. 95).

Вада павольна нагрываецца, але і павольна астывае. Вада мораў і акіянаў назапашвае цяпло летам (і днём) і аддае яго зімой (і ноччу). Гэта прадухіляе рэзкія ваганні тэмпературы паветра на працягу года і сутак. Моры і акіяны служаць своеасаблівымі назапашвальнікамі цяпла на нашай планеце, фарміруюць клімат.

З зусім чыстай вадой, якая не змяшчае ніякіх іншых рэчываў, большасць людзей ніколі не сустракаецца. Амаль усе вадкасці, з якімі мы сутыкаемся ў штодзённым жыцці, уяўляюць сабой растворы розных рэчываў. Гэта звязана з тым, што ў вадзе раствараюцца многія цвёрдыя, вадкія і газападобныя рэчывы. Напрыклад, у водаправоднай вадзе заўсёды ўтрымліваюцца раствораныя солі. Іх можна лёгка выявіць у лабараторыі, выпарыўшы ваду. Дома, зазірнуўшы ў чайнік, вы ўбачыце на яго сценах *накін* — цэлы слой солей, якія там адклаліся.

Акрамя солей, у вадзе раствараюцца розныя газы. Калі шклянку з халоднай вадой з-пад крана змясціць у цеплае мес-

колера, а пры таўшчыні больш за 2 м набывае блакітнае адценне. Таму нашу планету называюць блакітнай — менавіта такой яна выглядае з космасу.

У адрозненне ад большасці другіх рэчываў вада пры пераходзе ў цвёрды аграгатны стан не сціскаецца, а, наадварот, крыху пашыраецца. Гэты

ца, то праз некаторы час можна ўбачыць на яе ўнутраных сценах маленькія бурбалкі. У іх утрымліваюцца газы, якія вылучаюцца з вады пры яе награванні да пакаёвай тэмпературы (мал. 96). У вадзе могуць растварацца таксама і многія вадкасці. Некаторыя з іх, напрыклад серная кіслата і спірт, раствараюцца ў вадзе неабмежавана. У такім выпадку гавораць, што рэчыва змешваецца з вадой у любых суадносінах.



Мал. 96. Бурбалкі на сценах шклянкі

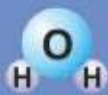
Значэнне вады ў жыцці чалавека

Вада — адно з самых важных рэчываў для ўсяго жывога на Зямлі, у тым ліку і для чалавека. Наша цела прыкладна на 60—65 % складаецца з вады. Большасць хімічных працэсаў у арганізме чалавека працякае ў водным асяроддзі. Усе біялагічныя вадкасці (кроў, лімфа і інш.) уяўляюць сабой водныя растворы. З вадой з нашага арганізма ў выглядзе мачы і поту выходзяць розныя прадукты жыццядзейнасці. Калі вада не паступае, прадукты жыццядзейнасці пачынаюць аказваць шкоднае ўздзеянне на арганізм. Вось чаму без ежы чалавек можа пражыць даўжэй (прыкладна 50—60 дзён), чым без вады (прыкладна 5—7 дзён).



Чалавек цяжка пераносіць абязводжванне. Страта прыкладна 6—8 % вады прыводзіць да павышэння тэмпературы цела, пачырванення скуры, пачашчэння сэрцабіцця і дыхання, з'яўлення мышачнай слабасці і галавакружэння. Пры тэмпературы 30 °С страта 15—20 % вільгаці ў большасці выпадкаў можа прыводзіць да смерці. У сярэднім за сваё жыццё чалавек спажывае (і выдзяляе ў выглядзе мачы і поту) каля 70 т вады.

Варта адзначыць, што для бытавых і вытворчых патрэб неабходна чыстая вада, таму салёная марская вада для гэтых мэт не выкарыстоўваецца.



Прыродная вада, якая змяшчае невялікія колькасці іншых рэчываў, называецца прэснай. На долю прэснай вады прыпадае толькі вельмі невялікая частка (менш за 3 %) усіх водных рэсурсаў Зямлі. Прычым больш за $\frac{3}{4}$ запасаў прэснай вады знаходзяцца на Паўночным і Паўднёвым полюсах нашай планеты ў выглядзе ледавікоў. Пакуль гэтыя прыродныя кладоўкі прэснай вады практычна недаступныя для выкарыстання.

Цікавыя факты аб выкарыстанні вады

- Па нормах на кожнага жыхара горада прыходзіцца 220 л вады ў суткі;
- пры выкарыстанні душа на працягу 5 мін расходуюцца каля 100 л вады;
- кожнае мыццё бялізны ў пральнай машыне патрабуе больш за 600 л вады;
- праз звычайны водаправодны кран праходзіць 15 л вады ў мінуту;
- праз незачынены кран выліваецца каля 1000 л вады за гадзіну.

Кругаварот вады ў прыродзе

Вада ў прыродзе знаходзіцца ў пастаянным руху. Пад дзеяннем сонечнага цяпла яна выпараецца з паверхні вадаёмаў. Пры пераходзе з вадкага стану ў газападобны вада вызваляецца ад раствараных у ёй рэчываў. Вадзяная пара падымаецца ў верхнія слаі атмасферы і, астуджаючыся там, утварае воблакі. З іх, у залежнасці ад пары года, вада выпадае на зямлю ў выглядзе атмасферных ападкаў — дажджу або снегу. Ападкі ўяўляюць сабой самыя чыстыя формы прыроднай вады.

Дажджавая вада або снег трапляюць у рэкі, моры, акіяны або пранікаюць у зямлю, утвараючы падземныя воды. Яны



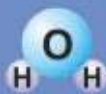
Мал. 97. Схема кругавароту вады ў прыродзе

сцякаюць у адкрытыя вадаёмы і пасля гэтага апісаны цыкл зноў паўтараецца. Гэты працэс называецца *кругаваротам вады ў прыродзе* (мал. 97). Кругаварот вады — выключна важны прыродны працэс. Ён забяспечвае зямную сушу прэснай вадой.

Асноўнай крыніцай чыстай вады для людзей з’яўляюцца рэкі, азёры і падземныя воды. Перш чым трапіць да нас у дом, вада з гэтых крыніц праходзіць доўгі шлях (мал. 98). Спачатку з дапамогай фільтраў з вады выдаляюць буйное



Мал. 98. Схема ачысткі пітной вады



смецце, а затым праводзяць апрацоўку хлорам або азонам. Гэта робіцца для знішчэння асноўнай масы розных шкодных мікраарганізмаў. Потым ваду прапускаюць праз пясчаныя фільтры і апраменьваюць ультрафіялетам для надзейнай дэзінфекцыі.

Ахова вадаёмаў

З ростам колькасці насельніцтва Зямлі і павелічэннем аб'ёму выпускаемай прамысловай і сельскагаспадарчай прадукцыі спажыванне вады значна ўзрастае. Таму неабходна клапаціцца аб захаванні прыродных крыніц чыстай вады.

Калі ў месцы выпадзення дажджу або снегу ў атмасферы ўтрымліваюцца пыл або шкодныя выкіды прадпрыемстваў і транспарту (аксіды серы і азоту), то яны паглынаюцца вадой. Вада пры гэтым як бы прамывае, ачышчае паветра. Вы, напэўна, заўважалі, як лёгка дыхаецца на вуліцы пасля дажджу.

Прычынай забруджвання вадаёмаў рознымі шкоднымі рэчывамі з'яўляюцца сцёкавыя воды прамысловых і сельскагаспадарчых прадпрыемстваў. Шкодныя рэчывы, якія змяшчаюцца ў гэтых водах, трапляюць у прыродныя вадаёмы, а з іх — у пітную ваду пры яе няякаснай ачыстцы.

Шкодныя рэчывы аказваюць негатыўнае ўздзеянне на ўсе жывыя арганізмы ў вадаёмах, што можа прыводзіць да іх гібелі. Таму праблема аховы вадаёмаў — гэта найважнейшая задача ўсяго чалавецтва. Для аховы вадаёмаў ад забруджвання на прадпрыемствах ствараюцца сістэмы ачысткі сцёкавых вод ад шкодных рэчываў. Новыя вытворчасці праектуюцца з улікам неабходнасці абавязковай і якаснай ачысткі выкарыстанай вады. Для аховы вадаёмаў ад пападання ў іх таксічных рэчываў неабходна правільна прымяняць мінеральныя ўгнаенні і хімічныя прэпараты, якія выкарыстоўваюцца ў сельскай гаспадарцы.

Вада — самае распаўсюджанае рэчыва на Зямлі.

Вада з'яўляецца ўніверсальным растваральнікам. У ёй раствараюцца многія цвёрдыя, вадкія і газападобныя рэчывы.

У прыродзе вада здзяйсняе кругаварот.

Ваду трэба берагчы і ахоўваць ад забруджванняў.



Пытанні і заданні

1. Чаму вада лічыцца самым важным рэчывам на Зямлі?
2. Ахарактарызуйце фізічныя ўласцівасці вады.
3. Назавіце правільныя адказы.
Выпарэнне вады з паверхні рэк, азёр, мораў гэта: а) хімічны працэс; б) фізічны працэс; в) прычына ўтварэння воблакаў; г) прычына дажджоў.
4. У колькі разоў малекула вады цяжэйшая за малекулу вадароду і лёгчэйшая за малекулу кіслароду?
5. Вылічыце масавую долю вадароду і кіслароду ў вадзе.
6. Разлічыце масу вады (кг) у вашым арганізме, прыняўшы, што яе масавая доля ў целе чалавека складае ў сярэднім 63 %.
7. Якія спосабы вы маглі б прапанаваць для раздзялення такой аднароднай сумесі, як марская вада?
8. Складзіце расказ на тэму «Кругаварот вады ў прыродзе» (выкарыстайце малюнак 97).
9. Якія крыніцы забруджвання прыродных вод вам вядомыя? Прыведзіце прыклады экалагічных катастроф, якія выклікаюць забруджванне вадаёмаў.
10. Знайдзіце ў вучэбным дапаможніку два ўраўненні хімічных рэакцый, у выніку якіх утвараецца вада. Назавіце тып кожнай з рэакцый.

Праект

Як эканоміць водаспажыванне ў дамашніх умовах

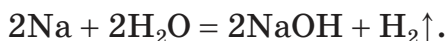
Разлічыце агульны аб'ём вады, якую спажывае ваша сям'я на працягу сутак, тыдня. Прадумайце і прапануйце варыянты эканоміі расходавання вады ў вас дома.

§ 26. Хімічныя ўласцівасці вады

Вада — досыць актыўнае хімічнае рэчыва. Пры звычайных умовах, і тым больш пры награванні, вада рэагуе з шэрагам простых і складаных рэчываў. Разгледзім некаторыя рэакцыі, якія характарызуюць хімічныя ўласцівасці вады.

Узаемадзеянне вады з металамі

Простыя рэчывы металы адрозніваюцца паміж сабой па хімічнай актыўнасці. Самыя актыўныя з іх (К, Na, Ca, Ba і інш.) бурна рэагуюць з вадой нават пры пакаёвай тэмпературы. Возьмем невялікі, з гарошыну, кавалачак натрыю і змесцім яго ў ваду. Што мы ўбачым? Натрый лягчэйшы за ваду і таму не тоне ў ёй. Ён ператвараецца ў бліскучы шарык, які энергічна, з «шыпеннем», рухаецца па паверхні вады. У ходзе гэтай рэакцыі кожны атам натрыю выцясняе з малекулы вады НОН адзін атам вадароду, утвараючы рэчыва NaOH. Выцесненыя атомы вадароду, злучаючыся парамі, утвараюць малекулы вадароду H₂. Бурбалкі гэтага газу падштурхоўваюць шарык натрыю знізу і прымушаюць яго «бегаць» па вадзе (мал. 99).



З натрыем



З кальцыем

Мал. 99. Узаемадзеянне вады з металамі

Часам пры гэтым натрый, які рэагуе, і вадарод, які вылучаецца, загараюцца.

Актыўны метал кальцый гэтак жа энергічна рэагуе з вадой, выцясняючы з яе вадарод (гл. мал. 99):



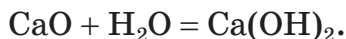
Якія ж рэчывы, акрамя вадароду, атрымліваюцца ў гэтых рэакцыях? Як бачыце, у састаў кожнага з іх уваходзяць атамы металу і групы атамаў OH . З такімі рэчывамі вы яшчэ не сустракаліся. Яны адносяцца да новага для вас класа складаных рэчываў, якія называюцца *асновамі*. Растворальныя ў вадзе асновы маюць агульную назву *шчолачы*.

Вада ўзаемадзейнічае і з менш актыўнымі металамі. Успомніце, што ў прысутнасці вады даволі хутка ржавеюць жалезныя вырабы. А вось такія металы, як золата, серабро, плаціна, з вадой наогул не рэагуюць.

Вада ўзаемадзейнічае і са складанымі рэчывамі, напрыклад з аксідамі. Як вам вядома, аксіды ўтвораны атамамі двух хімічных элементаў, адзін з якіх кісларод. Другі элемент можа быць як металам, так і неметалам.

Узаемадзеянне вады з аксідамі металаў

Даследуем узаемадзеянне вады з аксідам кальцыю CaO (*негашанай вапнай*). Змесцім гэта рэчыва ў фарфоравы кубак і невялікімі порцыямі будзем дабаўляць да яго ваду. Мы ўбачым, як бурна працякае рэакцыя, у выніку якой вылучаецца многа цеплаты (мал. 100, с. 162). Пры гэтым частка вады закіпае, утвараючы пару, як пры гашэнні вогнішча вадой. Таму дадзеную рэакцыю хімікі называюць *гашэннем вапны*, а яе прадукт $\text{Ca}(\text{OH})_2$ — *гашанай вапнай*:



Гэта рэчыва з'яўляецца асновай і адносіцца да шчолачаў.



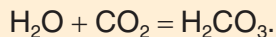
Мал. 100. Узаемадзеянне вады з аксідам кальцыю CaO

адразу ж зменіць сваю афарбоўку на жоўтую. У другую прабірку дабавім трохі лакмусу, і ён афарбуецца ў сіні колер. Так змяняецца афарбоўка метыларанжу і лакмусу ў прысутнасці шчолачаў.

Вада рэагуе і з аксідамі іншых актыўных металаў (натрыю, калію, літыю), утвараючы шчолачы:



Даследуем, ці ўзаемадзейнічаюць з вадой аксіды неметалаў. Калі струмень газападобнага аксіду вугляроду(IV) (вуглякіслага газу CO_2) накіраваць у ваду, то частка яго растворяецца ў ёй. Раствор, які ўтвараецца пры гэтым, у быце называюць газіраванай вадой. Дабавім да яе адну кроплю індикатара метыларанжу і ўбачым, што яго афарбоўка зменіцца з аранжавай на чырвоную. Гэта, як вы ўжо ведаеце, сведчыць аб наяўнасці ў раствору кіслаты. Значыць, пры растварэнні ў вадзе аксіду вугляроду(IV) утвараецца кіслата:



Вам ужо знаёма формула H_2CO_3 . Успомніце, як называецца гэта рэчыва.



Вада рэагуе і са многімі іншымі рэчывамі, але пра гэта вы даведаецеся пры далейшым вывучэнні хіміі.

Асновы як складаныя рэчывы

Такім чынам, пры ўзаемадзеянні актыўных металаў і іх аксідаў з вадой утвараюцца асновы — злучэнні, якія не належаць ні да аднаго з вядомых вам да гэтага часу класаў рэчываў — аксідаў, солей або кіслот.

Прадукты ўзаемадзеяння вады з аксідамі называюцца гідратамі аксідаў або скарочана *гідрааксідамі*. Запомніце!

**Вада «гідра» плюс «аксід» —
разам будзе «гідрааксід»!**

Таму асновы NaOH і Ca(OH)_2 называюцца, адпаведна, гідрааксід натрыю і гідрааксід кальцыю.

Агульнай рысай усіх асноў з'яўляецца тое, што ў іх састаў уваходзяць атамы металаў і групы **ОН**, якія называюцца *гідраксагрупамі*.

! **Асновы — складаныя рэчывы, у састаў якіх уваходзяць атамы металаў і гідраксагрупы.**

Валентнасць групы **ОН** заўсёды роўна **I**. Таму ў *формулах асноў лік груп **ОН** роўны валентнасці металу*. Напрыклад, калі валентнасць атама медзі **Cu** роўна **II**, то формула адпаведнай асновы змяшчае 2 групы **ОН**: Cu(OH)_2 . Паколькі валентнасць атама жалеза **Fe** роўна **III**, формула адпаведнай асновы — Fe(OH)_3 . Цяпер вы можаце растлумачыць, чаму ў формулах асноў NaOH і Ca(OH)_2 колькасць груп **ОН** роўна адпаведна 1 і 2.

Няцяжка зразумець, што ў любой аснове *валентнасць металу роўна ліку груп **ОН** у яго формуле*. Таму, напрыклад, у аснове Fe(OH)_2 валентнасць жалеза роўна **II**, а ў Cr(OH)_3 валентнасць хрома роўна **III**.



Мал. 101. Афарбоўванне фенолфталеіну ў раствору шчолачы

Такім чынам, рэчывы KOH , $\text{Cu}(\text{OH})_2$, $\text{Fe}(\text{OH})_3$ з'яўляюцца гідраксидамі металаў і належаць да класа асноў. Асновы ўтвараюцца пры ўзаемадзеянні з вадой не толькі актыўных металаў і іх аксідаў, але і ў некаторых іншых рэакцыях.

Выявіць прысутнасць растваральных у вадзе асноў (шчолачаў) можна па змяненні афарбоўкі індыкатараў. Акрамя вядомых вам лакмусу і метыларанжу, для гэтых мэт можна выкарыстоўваць яшчэ адзін індыкатар — *фенолфталеін*. У вадзе або ў растворах кіслот ён бясколерны, але ў растворах шчолачаў афарбоўваецца ў яркія малінавыя колер (мал. 101).

Давайце на практыцы пераканаемся ў тым, што наяўнасць у растворах шчолачаў можна даказаць з дапамогай індыкатараў. Уменне гэта рабіць з'яўляецца вельмі важным, бо шчолачы, якія з'яўляюцца едкімі рэчывамі, можна сустрэць не толькі ў лабараторыі, але і ў быце.

Лабараторны дослед 5

Дзеянне шчолачаў на індыкатары

У тры прабіркы наліты раствор гідраксиду натрыю (або іншай шчолачы). У першую прабірку дабавім 1—2 кроплі лакмусу, у другую — столькі ж метыларанжу, а ў трэ-

цюю — столькі ж фенолфталеіну. Што назіраем? Параўнайце афарбоўку атрыманых раствораў з афарбоўкай індыкатараў. Зрабіце вывад аб дзеянні шчолачаў на індыкатары.

Меры засцярогі пры рабоце з воднымі растворамі асноў

Водныя растворы асноў (шчолачаў) з'яўляюцца едкімі, выклікаюць апёкі скуры і разбураюць тканіну. Таму пры рабоце з імі трэба пазбягаць пападання кропель раствору ў вочы, на скурнае покрыва і адзенне. Для прадухілення шкоднага дзеяння шчолачаў выкарыстоўваюць ахоўныя акуляры, гумавыя пальчаткі і халаты. Калі раствор шчолачы ўсё ж такі трапіў на скуру ці ў вочы, пашкоджаны ўчастак неабходна адразу ж прамыць вялікай колькасцю халоднай вады, а затым апрацаваць растворами борнай кіслаты з аптэчкі.

Вада — хімічна актыўнае рэчыва. Пры звычайных умовах яна рэагуе з найбольш актыўнымі металамі. Прадуктамі рэакцыі з'яўляюцца растваральныя асновы (шчолачы) і вадарод.

У выніку ўзаемадзеяння вады з аксідамі актыўных металаў таксама ўтвараюцца растваральныя асновы (шчолачы).

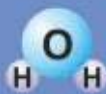
Асновы — складаныя рэчывы, у састаў якіх уваходзяць атамы металаў і гідраксгруп.

Растворы шчолачаў змяняюць афарбоўку індыкатараў.



Пытанні і заданні

1. Назавіце два рэчывы, з якімі можа ўзаемадзейнічаць вада.
2. У які колер і чаму афарбуецца лакмус у растворах, атрыманых растварэннем у вадзе наступных рэчываў: CaO , K_2O ?
3. Некаторыя фокуснікі паказваюць дзіўны фокус — «гарэнне вады». Яны непрыметна кідаюць у ваду кавалачак нейкага металу, і нябачны газ, які вылучаецца пры гэтым, загараецца. Усе прысутныя бачаць



падпаленую ваду. Пасля гэтага чараўнік дабаўляе ў ваду бясколерную вадкасць, і вада ператвараецца ў «віно», набываючы малінавы колер. Падумайце аб сутнасці фокусу і дайце адказы на пытанні:

- а) Якія металы вы б выкарыстоўвалі для гэтага фокусу? Састаўце ўраўненні адпаведных рэакцый.
 - б) Аб якім газе гаворыцца ў апісанні? Састаўце ўраўненне рэакцыі яго гарэння ў кіслародзе.
 - в) Якія рэчывы ўтвараюцца ў растворах? Да якога класа злучэнняў яны адносяцца і як называюцца?
4. Пры ўзаемадзеянні якіх рэчываў з вадой утвараецца растваральная аснова $\text{Ba}(\text{OH})_2$? Састаўце ўраўненні адпаведных рэакцый.
 5. З прапанаванага рада выберыце формулы асноў: NaCl ; NaOH ; H_2SO_4 ; $\text{Fe}(\text{OH})_2$; KNO_3 ; CuO ; KOH ; Fe_2O_3 .
 6. Замяніце знак пытання на формулы адпаведных рэчываў і расстаўце каэфіцыенты ў атрыманых схемах рэакцый:
а) $\text{Li}_2\text{O} + ? \rightarrow \text{LiOH}$; б) $\text{Li} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow ? + ?$
 7. Напішыце ўраўненні хімічных рэакцый, з дапамогай якіх можна ажыццявіць наступныя ператварэнні: $\text{Ca} \rightarrow \text{CaO} \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2$.
 8. Разлічыце масавую долю жалеза ў гідраксідзе жалеза(II).

Дамашні эксперымент

Адной з уласцівасцей шчолачаў з'яўляецца тое, што іх растворы слізкія або «мыльныя» навобмацак. Вы ведаеце, што такой жа ўласцівасцю валодаюць растворы пральнага парашка і мыла. Але ці значыць гэта, што ў іх утрымліваецца шчолач?

Для правядзення даследавання падрыхтуйце дзве пасудзіны з растворамі парашка і мыла. У якасці дамашняга індикатару выкарыстоўвайце сок чарніц або чарнаплоднай рабіны ці чарнічнае варэнне. Іх афарбоўка змяняецца так жа, як у лакмусу. Дабаўце да раствору мыла і пральнага парашка па некалькі кропель соку або раствору варэння. Што вы назіраеце? Аб чым сведчаць вынікі вашага эксперыменту? Раскажыце пра іх у класе. Магчыма, вы прапануеце свой варыянт выяўлення шчолачаў. Які менавіта?

§ 27. Рэакцыя нейтралізацыі

Змяненне афарбоўкі індыкатараў сведчыць аб наяўнасці ў раствору кіслаты або шчолачы. Адзін і той жа індыкатар аднолькава змяняе сваю афарбоўку ў растворах розных кіслот або розных асноў. Напрыклад, лакмус аднолькава чырванее у растворах HCl , H_2SO_4 , HNO_3 . Гэта значыць, што растворы ўсіх кіслот падобныя паміж сабой адной сваёй якасцю, а менавіта тым, што іх *асяроддзе кіслае*. Метыларанж аднолькава афарбоўваецца ў жоўты колер у растворах KOH , NaOH , Ca(OH)_2 . Гэта сведчыць аб тым, што растворы ўсіх шчолачаў таксама валодаюць агульнай якасцю — іх *асяроддзе шчолачнае*. Калі ж у раствору няма ні кіслаты, ні асновы, то кажуць, што яго асяроддзе *нейтральнае*. Гэты тэрмін паходзіць ад грэчаскага слова *нейтэр*, што значыць ні той, ні другі.

Афарбоўка найважнейшых індыкатараў у розных асяроддзях прыведзена ў табліцы 8 (працяг на с. 168).

Табліца 8. Афарбоўка індыкатараў і ўніверсальнай індыкатарнай паперы ў вадзе і растворах кіслот і шчолачаў

	Асяроддзе раствору	Лакмус	Метыларанж	Фенолфталеін	Універсальная індыкатарная папера
Афарбоўка воднага раствору	нейтральнае	фіялетавая	аранжавая	няма афарбоўкі (бясколерны)	жоўтая
Афарбоўка ў прысутнасці кіслаты	кіслае	чырвоная	чырвоная	няма афарбоўкі (бясколерны)	чырвоная

	Асяроддзе раствору	Лакмус	Метыл-аранж	Фенолфталеін	Універсальная індыкатарная папера
Афарбоўка ў прысутнасці шчолачы	шчолачнае	сіняя	жоўтая	малінавая	сіняя

Рэакцыя нейтралізацыі як прыклад рэакцыі абмену

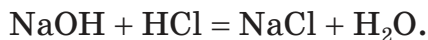
Такім чынам, вы ўжо ведаеце, што асяроддзе раствораў такіх рэчываў, як KOH , NaOH , Ca(OH)_2 , з'яўляецца шчолачным, а асяроддзе раствораў HCl , H_2SO_4 , HNO_3 — кіслым. Што ж адбудзецца, калі мы змяшам раствор шчолачы з раствором кіслаты? Якім будзе асяроддзе атрыманага раствора?

Правядзём невялікі эксперымент (мал. 102). У шкляначку з раствором NaOH дабавім 1—2 кроплі фенолфталеіну. У адпаведнасці з дадзенымі табліцы 8 фенолфталеін у раствору шчолачы афарбуецца ў малінавы колер, таму што асяроддзе гэтага раствора шчолачнае. Затым у шкляначку з афарбаваным раствором паступова, маленькімі порцыямі, будзем прыліваць раствор хлоравадароднай (саянай) кіслаты HCl .



Мал. 102. Рэакцыя нейтралізацыі шчолачы кіслатой

Пасля дабаўлення кожнай порцыі кіслаты раствор у шкляначцы будзем перамешваць шклянкой палачкай. Неўзабаве мы ўбачым, што па меры дабаўлення кіслаты інтэнсіўнасць афарбоўкі раствору ў шкляначцы слабее. Яна становіцца ўсё больш бледнай і нарэшце знікае зусім — раствор цалкам страчвае колер. Гэта сведчыць аб тым, што асяроддзе атрыманага раствору нейтральнае. Можна сказаць, што кіслата *нейтралізавала* шчолач. Таму рэакцыю паміж растваральнай асновай (шчолаччу) і кіслатой, якая прыводзіць да ўтварэння нейтральнага раствору, называюць *рэакцыяй нейтралізацыі*:

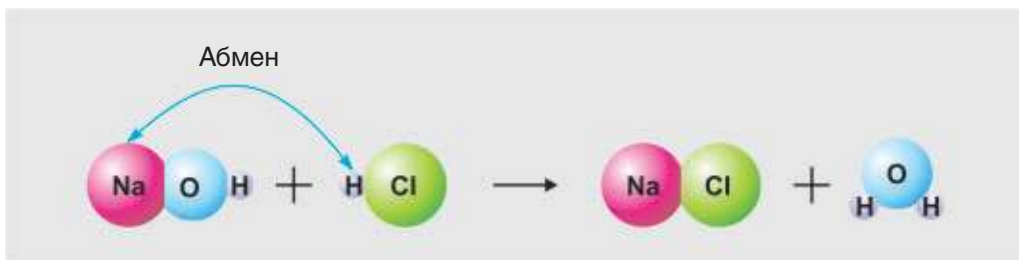
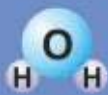


Як відаць з ураўнення, у выніку такой рэакцыі ўтвараюцца новыя рэчывы — соль і вада.

! Рэакцыя нейтралізацыі — гэта рэакцыя паміж асновай і кіслатой, у выніку якой утвараюцца соль і вада.

Рэакцыя нейтралізацыі не адносіцца ні да аднаго з вядомых вам тыпаў рэакцый (раскладання, злучэння, замяшчэння).

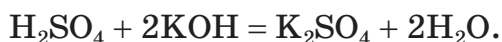
Звярніце ўвагу, што ў рэакцыю ўступаюць два складаныя рэчывы — аснова і кіслата. Аснова складаецца з атамаў металу і гідраксагруп, а кіслата — з атамаў вадароду і кіслотнага астатку. У ходзе хімічнай рэакцыі гэтыя складаныя рэчывы *абменьваюцца сваімі састаўнымі часткамі* (мал. 103, с. 170). У выніку гэтага ўтвараюцца два новых складаных рэчывы (прадукты рэакцыі). У адным з іх (NaCl) атам металу Na аказваецца злучаным з кіслотным астаткам Cl. У другім прадукце рэакцыі — вадзе (H₂O або HOH) атам H злучаны з групай OH. Рэакцыі такога тыпу называюцца *рэакцыямі абмену*.



Мал. 103. Схема рэакцыі нейтралізацыі

! Рэакцыямі абмену называюцца рэакцыі паміж складанымі рэчывамі, у выніку якіх яны абменьваюцца сваімі састаўнымі часткамі.

Напрыклад, у працэсе нейтралізацыі сернай кіслаты гідраксідам калію рэчывы таксама абменьваюцца састаўнымі часткамі:



Як і ў папярэднім прыкладзе, у выніку гэтай рэакцыі з двух складаных рэчываў (сернай кіслаты і гідраксіду калію) утвараюцца два новых складаных рэчывы (соль сульфат калію і вада). Соль і вада з'яўляюцца прадуктамі рэакцыі нейтралізацыі з удзелам многіх іншых кіслот і асноў. Падумайце, колькі рэакцый нейтралізацыі вы змаглі б правесці, маючы растворы чатырох кіслот і чатырох асноў. Колькі солей пры гэтым магло б утварыцца?

У рэакцыях абмену могуць удзельнічаць не толькі кіслоты і шчолачы, але і іншыя складаныя рэчывы. Да гэтага тыпу рэакцый адносяцца, напрыклад, рэакцыі солей з кіслотамі, асноў з солямі, аксідаў металаў з кіслотамі і г. д. Вы пазнаёміцеся з мноствам рэакцый абмену пры далейшым вывучэнні хіміі.

Рэакцыі абмену, і у прыватнасці рэакцыі нейтралізацыі, пастаянна працякаюць у прыродзе і шырока выка-

рыстоўваюцца ў практычнай дзейнасці для атрымання кіслот, солей, асноў і іншых рэчываў. Напрыклад, у мылаварнай прамысловасці гэта рэакцыя выкарыстоўваецца для атрымання вадкага і цвёрдага мыла, у медыцыне — для нармалізацыі кіслотнасці асяроддзя ў стрававальнай сістэме, пры ачыстцы вады — для нейтралізацыі прамысловых сцёкаў і ў многіх іншых галінах.

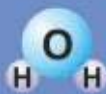
Рэакцыя паміж асновай і кіслатой, у выніку якой утвараюцца соль і вада, называецца рэакцыяй нейтралізацыі.

Рэакцыя абмену — гэта рэакцыя паміж складанымі рэчывамі, у выніку якой яны абменьваюцца сваімі часткамі.



Пытанні і заданні

1. Прывядзіце азначэнне рэакцыі нейтралізацыі. Раствлумачце яе сутнасць сваімі словамі.
2. У трох прабірках знаходзяцца растворы рэчываў: CaCl_2 , HCl , $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Як можна распазнаць дадзеныя растворы?
3. Запішыце формулы двух рэчываў, якія можна выкарыстоўваць для нейтралізацыі гідраксиду калію ў водным раствору.
4. Дадзены рэчывы: HCl , H_2SO_4 , KOH , $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Састаўце ўраўненні ўсіх магчымых рэакцый нейтралізацыі паміж гэтымі рэчывамі. Назавіце прадукты гэтых рэакцый.
5. Састаўце ўраўненні рэакцый, якія працякаюць пры нейтралізацыі хлоравадароднай кіслатой асноў, якім адпавядаюць аксіды BaO , K_2O .
6. Кіслотнасць асяроддзя ў страўніку чалавека абумоўлена выпрацоўкай у ім хлоравадароднай (сялянай) кіслаты. Калі яе колькасць у страўніку аказваецца залішняй, наступае стан павышанай кіслотнасці страўнікавага соку. У выніку гэтага могуць з'явіцца пякотка, млоснасць, болі, парушэнне стрававання. У такіх сітуацыях урачы часта рэкамендуюць выкарыстоўваць прэпарат «Алмагель», у састаў якога ўваходзіць гідраксід магнію.
 - а) Састаўце формулу гідраксиду магнію;
 - б) запішыце ўраўненне рэакцыі гэтага рэчыва з сялянай кіслатой;
 - в) назавіце прадукты рэакцыі;
 - г) вызначце тып дадзенай рэакцыі.



7. Гродзенскае вытворчае аб'яднанне «Гродна Азот» вырабляе розныя азотныя ўгнаенні. Пры гэтым выкарыстоўваецца азотная кіслата HNO_3 . Паколькі на прадпрыемстве строга выконваецца прынцып «Не нашкодзіць навакольнаму асяроддзю», даводзіцца быць гатовымі да ліквідацыі непрадбачаных аварый. Што б вы прапанавалі зрабіць у выпадку пападання азотнай кіслаты на сумежную тэрыторыю, каб наступствы гэтай аварыі былі мінімальнымі? Напішыце ўраўненні адпаведных рэакцый.

Дамашні эксперымент

Раней вы вызначалі наяўнасць шчолачы ў растворы мыла па змяненні афарбоўкі дамашняга індыкатара. Паўтарыце гэты вопыт і пасля таго, як раствор афарбуецца ў сіні колер, прыбаўляйце невялікімі порцыямі сталовы воцат да з'яўлення прымет рэакцыі. Якія яны? Раскажыце аб ваших назіраннях і вывадах на ўроку хіміі.



Самакантроль па тэмах «Вадарод» і «Вада». Выканайце заданні з тэставага трэнажора.

Практычная работа 6

Рашэнне эксперыментальных задач

Мэта: замацаваць і абагульніць звесткі аб вивучаных рэчывах і для вырашэння пастаўленых задач выканаць эксперымент, выкарыстоўваючы веды аб уласцівасцях рэчываў.

Задача 1. Распазнаванне рэчываў

У трох выдадзеных вам прабірках знаходзяцца: вада, раствор шчолачы (гідраксід натрыю) і раствор кіслаты (хлоравадароднай). Распазнайце гэтыя растворы з дапамогай індыкатараў метыларанжу або лакмусу.

Задача 2. Вивучэнне рэакцыі нейтралізацыі

Нейтралізуйце выяўленую вамі кіслату. Састаўце ўраўненне рэакцыі нейтралізацыі, назавіце прадукты рэакцыі.

У чыстую прабірку наліце 1—2 см³ раствору гідраксиду натрыю і дабаўце 1—2 кроплі раствору фенолфталеіну. Адзначце з’яўленне малінавай афарбоўкі. Нейтралізуйце шчолач раствором сернай кіслаты. Састаўце ўраўненне рэакцыі, назавіце соль, якая ўтварылася.

Задача 3. Творчае заданне

Вам выдадзены рэчывы: цынк, аксід кальцыю, хлоравадародная кіслата, гідраксід натрыю, вада, фенолфталеін. Правядзіце магчымыя рэакцыі паміж гэтымі рэчывамі. Састаўце адпаведныя хімічныя ўраўненні, вызначце тып і назавіце прадукты рэакцый.

ПРАДМЕТНЫ ПАКАЗАЛЬНІК

- Адносная атамная маса 93
 Адносная малекулярная маса 65
 Адносная формульная маса 65
 Азон 93, 94
 Аксіды 115
 — назвы 116
 — састаў 116
 — у прыродзе 117
 Асновы 163
 — назвы 163
 — састаў 162
 Атамная адзінка масы 44
 Атамы 36
 — маса 97
 — памер 97
 Ахова
 — атмасферы 110
 — вадаёмаў 158
 Вада 152
 — будова 152
 — кругаварот у прыродзе 156
 — састаў 152
 — фізічныя ўласцівасці 153
 — хімічныя ўласцівасці 160
 Вадарод 120
 — атрыманне 142
 — гісторыя адкрыцця 123
 — прымяненне 130
 — фізічныя ўласцівасці 124
 — хімічныя ўласцівасці 126
 — у прыродзе 121
 — як простае рэчыва 122
 — як хімічны элемент 120
 Валентнасць
 — пастаянная 62
 — пераменная 62
 Газы 88
 — высакародныя 46, 47
 — сумесі 88
 Закон захавання масы рэчываў 78
 Індыкатары 136, 137, 164
 Індэкс 56
 Каталізатар 97
 Кісларод 88
 — атрыманне 104
 — гісторыя адкрыцця 99
 — простае рэчыва 92
 — прымяненне 97, 114
 — рэакцыі са складанымі рэчывамі 104
 — рэакцыі з простымі рэчывамі 101
 — у прыродзе 93
 — фізічныя ўласцівасці 96
 — хімічныя ўласцівасці 101
 — хімічны элемент 92
 Кіслотныя дажджы 112
 Кіслоты 132, 134
 — назвы 134
 — састаў 133
 Малекулы 47
 Масавая доля 66
 — кампанента сумесі 66
 — элемента ў складаным рэчыве 66
 Метады збірання газаў 89
 — выцясненнем вады 89, 91
 — выцясненнем паветра 89
 Металы 48
 Неметалы 48
 Паветра 88

- Паліва 108, 109, 110, 131
Парніковы эффект 112
Рад актыўнасці металаў 141
Рэчывы 8
— простыя 47
— складаныя 51
— чыстыя 24
Складаныя рэчывы
— арганічныя 52
— неарганічныя 52
Смог 111
Солі 144
— назвы 146
— састаў 145
Сумесь 24
Фізічныя з’явы 69
Фотасінтэз 13
Хімічная формула 55
Хімічны
— сімвал 37
— элемент 37
Хімічныя рэакцыі 70
— абмену 169
— гарэння 106
— замяшчэння 139
— злучэння 104
— нейтралізацыі 166, 169
— прыметы 71
— раскладання 99
— умовы працякання 73
Хімічныя ўраўненні 79
— каэфіцыенты 82
Шчолачы 161

АДКАЗЫ

- § 4 № 7: $w(\text{соли}) = 0,625$; $w(\text{цукру}) = 0,375$.
- § 6 № 4: а) у 2 разы; б) у 9 разоў.
№ 5: у $6,02 \cdot 10^{23}$ разы.
№ 6: у 4 разы.
№ 7: а) 195,18; б) 237,97.
- § 9 № 8: 40.
- § 11 № 2: 36,5; 17; 63; 180; 48.
№ 3: 160; 160; 106; 310.
№ 4: $\text{N}_2\text{O} - 63,6 \%$; $\text{N}_2\text{O}_5 - 25,9 \%$; $\text{NH}_3 - 82,4 \%$; $\text{NH}_4\text{NO}_3 - 35 \%$.
№ 5: FeO ; 77,8 %.
№ 6: 213; 136.
№ 7: N_2O_3 ; $w(\text{N}) = 0,368$; $w(\text{O}) = 0,632$.
№ 8: SO_2 .
- § 13 № 8: 8,8 г.
- § 15 № 5: 10,08 м³.
№ 9: 48.
- § 17 № 5: 30 %; 27,6 %; 50 %; 56,3 %.
- § 19 № 8: 25,8 %; 47,1 %; 43,6 %; 69,6 %.
- § 26 № 8: 62,2 %.

НЕКАТОРЫЯ ХІМІЧНЫЯ РЭЧЫВЫ, ЯКІЯ ВЫКАРЫСТОЎАЮЦА Ў БЫЦЕ

Бытавая назва	Хімічная назва	Хімічная формула	Для чаго выкарыстоўваецца
Вада	Акід вадароду	H_2O	Для гатавання ежы, умывання і мыцця
Кухонная соль	Хларыд натрыю	$NaCl$	Для гатавання ежы, кансервавання прадуктаў харчавання
Цукар	Цукроза	$C_{12}H_{22}O_{11}$	Прадукт харчавання
Фруктоза	Фруктоза	$C_6H_{12}O_6$	Прадукт харчавання
Пітная сода	Гідракарбонат натрыю	$NaHCO_3$	Для гатавання некаторых прадуктаў харчавання
Кальцыніраваная сода	Карбанат натрыю	Na_2CO_3	Для мыцця моцна забруджаных вырабаў, пасуды
Перакіс	Перакіс вадароду	H_2O_2	Для прамывання і дэзінфекцыі ран, абясколервання валасоў
Марганцоўка	Перманганат калію	$KMnO_4$	Для прамывання і дэзінфекцыі ран, лячэння харчовых атручванняў, апрацоўкі насення раслін
Ёдная настойка	Раствор ёду ў спірце	I_2	Для дэзінфекцыі ран, лячэння некаторых захворванняў
Актываваны вугаль	Вуглярод	C	Для лячэння харчовых атручванняў

Бытавая назва	Хімічная назва	Хімічная формула	Для чаго выкарыстоўваецца
Нашатырны спірт	Раствор аміяку ў вадзе	NH_3	Для вывядзення хворых з непрытомнага стану, апрацоўкі скуры пры ўкусах насякомых, ачысткі сярэбраных вырабаў, падкормкі раслін
Аміячная салетра	Нітрат амонія	NH_4NO_3	Для падкормкі раслін
Сера	Сера	S	Для барацьбы са шкоднікамі раслін
Медны купарвас	Сульфат медзі	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	Для барацьбы са шкоднікамі раслін, прадухілення гніення драўніны
Электраліт	Раствор сернай кіслаты	H_2SO_4	Для зарадкі аўтамабільных акумулятараў
Прыродны газ	Метан	CH_4	Як паліва (для гатавання ежы і абагрывання жылля)
Звадкаваны газ	Прапан і бутан	C_3H_8 і C_4H_{10}	Як паліва для гатавання ежы, гаручае для аўтамабіляў
Спірт	Этанол	$\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$	Для дэзінфекцыі скуры
Воцат	Раствор воцатнай кіслаты	$\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$	Для гатавання ежы, кансервавання прадуктаў

АДЗІНКІ МАСЫ І АБ'ЁМУ, ЯКІЯ ВЫКАРЫСТОЎВАЮЦЦА Ў ХІМІІ

Адзінкі масы: тона (т); кілаграм (кг); грам (г); міліграм (мг)	
$1 \text{ т} = 1000 \text{ кг} = 1 \cdot 10^3 \text{ кг}$	$1 \text{ кг} = 0,001 \text{ т} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ т}$
$1 \text{ кг} = 1000 \text{ г} = 1 \cdot 10^3 \text{ г}$	$1 \text{ г} = 0,001 \text{ кг} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ кг}$
$1 \text{ г} = 1000 \text{ мг} = 1 \cdot 10^3 \text{ мг}$	$1 \text{ мг} = 0,001 \text{ г} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ г}$
Адзінкі аб'ёму: метр кубічны (м^3); дэцыметр кубічны (дм^3), літр; сантыметр кубічны (см^3), мілілітр	
$1 \text{ м}^3 = 1000 \text{ дм}^3 = 1 \cdot 10^3 \text{ дм}^3$	$1 \text{ дм}^3 = 0,001 \text{ м}^3 = 1 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$
$1 \text{ дм}^3 = 1000 \text{ см}^3 = 1 \cdot 10^3 \text{ см}^3$	$1 \text{ см}^3 = 0,001 \text{ дм}^3 = 1 \cdot 10^{-3} \text{ дм}^3$

СПІС ДАДАТКОВАЙ ЛІТАРАТУРЫ ПА ХІМІІ

1. Е. Я. Аршанский, Л. А. Конорович. В стране чудесной химии. Минск : Адукацыя і выхаванне, 2010, 2012, 2014.
2. Аванта. Энциклопедия для детей. Т. 17. Химия. М. : Аванта+, 2000.
3. Химия. Школьная энциклопедия. М. : Дрофа, 2000.
4. Е. В. Савинкина, Г. П. Логинова. Мир веществ. М. : БАЛАОС, 2006.
5. И. А. Леенсон. Занимательная химия для детей и взрослых. М. : Аванта+, 2010.
6. Ася Шаховская. Тайна старого гнома. Киев : ДОВІРА, 1997.

У вучэбным дапаможніку выкарыстаны вершы Ю. Прасолава, С. Раманавай, С. Алегавай, Н. Івановай.

ЗМЕСТ

Ад аўтараў	3
Як карыстацца вучэбным дапаможнікам	5
Агульныя правілы паводзін і работы ў кабінэце хіміі	6

Уводзіны

§ 1. Што вывучае хімія?	8
Лабараторны дослед 1. <i>Вывучэнне фізічных уласцівасцей рэчываў</i>	11
§ 2. Хімія ўчора, сёння, заўтра	14
§ 3. Знаёмства з хімічнай лабараторыяй	20
Практычная работа 1. <i>Прыёмы абыходжання з найпрасцейшым лабараторным абсталяваннем</i>	21
§ 4. Чыстыя рэчывы і сумесі	24
Практычная работа 2. <i>Раздзяленне неаднароднай сумесі</i>	32

Раздзел I.

Асноўныя хімічныя паняцці

§ 5. Атамы. Хімічныя элементы	36
§ 6. Адносная атамная маса хімічных элементаў	41
§ 7. Малекулы. Простыя рэчывы	46
§ 8. Складаныя рэчывы	51
§ 9. Хімічная формула	55
§ 10. Валентнасць	59
§ 11. Адносная малекулярная і адносная формульная масы	64
§ 12. З'явы фізічныя і хімічныя. Прыметы хімічных рэакцый	68
Практычная работа 3. <i>Вывучэнне прымет хімічных рэакцый і ўмоў іх працякання</i>	76
§ 13. Закон захавання масы рэчываў. Хімічныя ўраўненні	77
§ 14. Састаўленне ўраўненняў хімічных рэакцый	82

Раздзел II.

Кісларод

§ 15. Паветра. Кісларод і азон	88
Лабараторны дослед 2. <i>Зборка найпрасцейшых прыбораў для атрымання і збірання газаў</i>	91
§ 16. Фізічныя ўласцівасці кіслароду. Атрыманне кіслароду	96
§ 17. Хімічныя ўласцівасці кіслароду	101

§ 18. Рэакцыі гарэння	106
Практычная работа 4. <i>Атрыманне кіслароду і вывучэнне яго ўласцівасцей</i>	115
§ 19. Аксіды	116

Раздзел III.

Вадарод

§ 20. Вадарод — хімічны элемент і простае рэчыва	120
§ 21. Хімічныя ўласцівасці вадароду	126
§ 22. Паняцце аб кіслотах	132
Лабараторны дослед 3. <i>Уздзеянне кіслот на індыкатары</i> ...	137
§ 23. Вылучэнне вадароду ў рэакцыях кіслот з металамі	139
Лабараторны дослед 4. <i>Узаемадзеянне кіслот з металамі</i> ...	141
§ 24. Солі — прадукты замяшчэння атамаў вадароду ў малекулах кіслот на металы	144
Практычная работа 5. <i>Атрыманне вадароду і вывучэнне яго ўласцівасцей</i>	149

Раздзел IV.

Вада

§ 25. Састаў і фізічныя ўласцівасці вады	152
§ 26. Хімічныя ўласцівасці вады	160
Лабараторны дослед 5. <i>Дзеянне шчолачаў на індыкатары</i> ...	164
§ 27. Рэакцыя нейтралізацыі	167
Практычная работа 6. <i>Рашэнне эксперыментальных задач</i> ...	172
Прадметны паказальнік	174
Адказы	176
<i>Дадатак 1</i>	177
<i>Дадатак 2</i>	179
Спіс дадатковай літаратуры па хіміі	180

Вучэбнае выданне

Шымановіч Ігар Яўгенавіч
Красіцкі Васіль Анатольевіч
Сячко Вольга Іванаўна
Хвалюк Віктар Мікалаевіч

ХІМІЯ

Вучэбны дапаможнік для 7 класа
ўстаноў агульнай сярэдняй адукацыі
з беларускай мовай навучання

Заг. рэдакцыі *Г. А. Бабаева*. Рэдактар *А. У. Ліцвіновіч*. Мастакі *А. М. Багушэвіч, Л. А. Дашкевіч, У. М. Жук*. Мастацкі рэдактар *А. М. Багушэвіч*. Тэхнічнае рэдагаванне і камп'ютарная вёрстка *Л. І. Шайко*. Карэктары *В. С. Казіцкая, А. П. Тхір, Г. В. Алешка*.

Падпісана ў друк 08.09.2017. Фармат $70 \times 90^{1/16}$. Папера афсетная. Гарнітура літаратурная. Афсетны друк. Умоўн. друк. арк. 13,46+0,29 форз. Ул.-выд. арк. 8,6+0,4 форз. Тыраж 16 000 экз. Заказ .

Выдавецкае рэспубліканскае ўнітарнае прадпрыемства
«Народная асвета» Міністэрства інфармацыі Рэспублікі Беларусь.
Пасведчанне аб дзяржаўнай рэгістрацыі выдаўца, вытворцы,
распаўсюджвальніка друкаваных выданняў 1/2 ад 08.07.2013.
Пр. Пераможцаў, 11, 220004, Мінск, Рэспубліка Беларусь.

ААТ «Паліграфкамбінат імя Я. Коласа».
Пасведчанне аб дзяржаўнай рэгістрацыі выдаўца, вытворцы,
распаўсюджвальніка друкаваных выданняў № 2/3 ад 04.10.2013.
Вул. Каржанеўскага, 20, 220024, Мінск, Рэспубліка Беларусь.

Правообладатель Народная асвета

(Назва і нумар установы адукацыі)

Навучальны год	Імя і прозвішча навучэнца	Стан вучэбнага дапаможніка пры атрыманні	Ацэнка навучэнцу за карыстанне вучэбным дапаможнікам
20 /			
20 /			
20 /			
20 /			
20 /			
20 /			

ПЕРЫЯДЫЧНАЯ СІСТЭМА ХІМІЧНЫХ ЭЛЕМЕНТАЎ Д. І. МЕНДЗЯЛЕЕВА



ПЕРЫЯДЫЧНЫ
ЗАКОН
Д. І. Мендзялеева

Уласцівасці атамаў
хімічных элементаў,
а таксама састаў
і ўласцівасці
утвараемых імі
рэчываў знаходзяцца
у перыядычнай
залежнасці ад
зарадаў атамыя ядра.

ПЕРЫЯДЫ	ГРУПЫ ЭЛЕМЕНТАЎ																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	IA 1 H ВАДАРОД 1,00794																	VIIIA 2 He ГЕЛІЙ 4,0026
2	Li ЛІТІЙ 6,941	IIA 4 Be БЕРЫЛІЙ 9,0122											IIIA 5 B БОР 10,811	IVA 6 C ВУГЛЯРОД 12,011	VA 7 N АЗОТ 14,007	VIA 8 O КІСЛЯРОД 15,9994	VIIA 9 F ФТОР 18,9984	Ne НЕОН 20,1797
3	11 Na НАТРЫЙ 22,9898	12 Mg МАГНІЙ 24,305											13 Al АЛЮМІНІЙ 26,9815	14 Si КРЭМНІЙ 28,086	15 P ФОСФАР 30,9738	16 S СЕРКА 32,066	17 Cl ХЛОР 35,452	18 Ar АРГОН 39,948
4	19 K КАЛІЙ 39,0983	20 Ca КАЛЬЦЫЙ 40,078	21 Sc СКАНДЫЙ 44,956	22 Ti ТЫТАН 47,87	23 V ВАНАДЫЙ 50,942	24 Cr ХРОМ 51,996	25 Mn МАРГАНЕЦ 54,938	26 Fe ЖАЛЕЗА 55,845	27 Co КОБАЛЬТ 58,933	28 Ni НИКЕЛЬ 58,693	29 Cu МЕДЬ 63,546	30 Zn ЦЫНК 65,39	31 Ga ГАЛІЙ 69,723	32 Ge ГЕРМАНІЙ 72,61	33 As МІСЬДІЙ 74,922	34 Se СЕЛЕН 78,96	35 Br БРОВАР 79,904	36 Kr КРЫПТАН 83,80
5	37 Rb РУБІДЫЙ 85,468	38 Sr СТРОНЦЫЙ 87,62	39 Y ІТРЫЙ 88,906	40 Zr ЦЫРКОНІЙ 91,224	41 Nb НИОБІЙ 92,906	42 Mo МАЛЮБІЙ 95,94	43 Tc Тэхніцый [98]	44 Ru РУТЭНІЙ 101,07	45 Rh РЭДЫЙ 102,905	46 Pd ПАДАДЫЙ 106,42	47 Ag СЕРЕБРА 107,868	48 Cd КАДМІЙ 112,411	49 In ІНДЫЙ 114,82	50 Sn СТАНА 118,71	51 Sb СВІНЦ 121,76	52 Te ТЕЛУР 127,60	53 I ІАД 126,904	54 Xe КСЕНОН 131,29
6	55 Cs ЦЭЗІЙ 132,905	56 Ba ВАРЬІЙ 137,327	57 La ЛАНТАН 138,906	72 Hf ГАФНІЙ 178,49	73 Ta ТАНТАЛ 180,948	74 W ВАЛЬФРАМ 183,84	75 Re РЭНІЙ 186,207	76 Os ОСМІЙ 190,23	77 Ir ІРЫДЫЙ 192,22	78 Pt ПЛАТЫНА 195,08	79 Au ЗОЛАТА 196,967	80 Hg РУТУЦЬ 200,59	81 Tl ТАЛІЙ 204,383	82 Pb СВІНЦ 207,2	83 Bi АСТАТ 208,980	84 Po Палоній [209]	85 At АСТАТ [210]	86 Rn РАДОН [222]
7	87 Fr Францый [223]	88 Ra Радый [226]	89 Ac Актый [227]	104 Rf Рэфэрмуўд [261]	105 Db Дубній [262]	106 Sg Сборгій [266]	107 Bh Борній [271]	108 Hs Хасій [277]	109 Mt Мітлхуфэ [288]	110 Ds Дармштэцкі [271]	111 Rg Рунтгеній [282]	112 Cn Коперніцый [285]	113 Nh Нихій [286]	114 Fl Флеравій [289]	115 Mc Макганій [289]	116 Lv Лівенбергі [293]	117 Ts Тэנסон [294]	118 Og Аганесон [294]
				ЛАНТАНІДЫ														
				58 Ce Серы 140,116	59 Pr Праэрады 140,907	60 Nd Неадым 144,242	61 Pm Прометый [145]	62 Sm Самарый 150,36	63 Eu Еўропій 151,964	64 Gd Гадым 157,25	65 Tb Тэрбій 158,925	66 Dy Дыспрозім 162,50	67 Ho Гольмій 164,93	68 Er Ербій 167,26	69 Tm Тыман 168,934	70 Yb Ітэрбій 173,04	71 Lu Люцыій 174,967	
				АКТЫНІДЫ														
				88 Th Торый 232,038	89 Pa Праактыній 231,036	90 U Уран 238,029	91 Np Нептуній [237]	92 Pu Плутоній [239]	93 Am Амерыцый [243]	94 Cm Курый [247]	95 Bk Беркелій [247]	96 Cf Каліфорній [249]	97 Es Эйнштэйні [252]	98 Fm Фермій [257]	99 Md Мендэліевій [258]	100 No Нобелій [259]	101 Lr Лаврунцій [262]	

Атамны нумар → 20

Сімвал элемента → Ca

Назва элемента → КАЛЬЦЫЙ

Адрэсная атамная маса → 40,078