

І. Я. Шымановіч  
В. І. Сячко

В. А. Красіцкі  
В. М. Хвалюк

# ХІМІЯ



7



# УЗОРИ ПОСУДУ, ЯКІ ВИКАРЬІСТОУЇ



**Хімічная  
шклянка**

**Прабіркі**

**Канічная  
колба**

**Пласкадон  
колба**



**Шкляная  
лейка**

**Фарфоравы кубак  
для расцірання**

**Шкляная  
трубка**

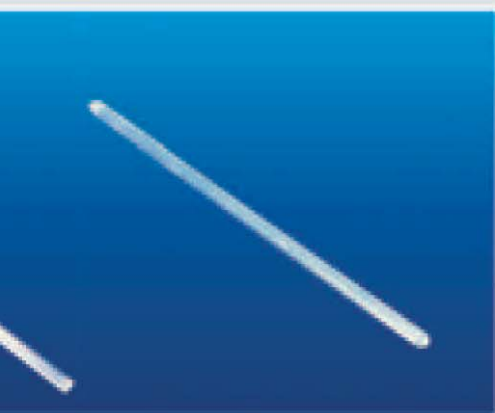
**Газаад  
трубка з**

# ВАЕЦЦА Ў ХІМІЧНАЙ ЛАБАРАТОРЫІ



нная

**Кругладонная  
колба**



водная  
коркам

**Шкляная  
палачка**

## ХІМІЧНЫ ПОСУД ДЛЯ ВЫМЯРЭННЯ АБ'ЁМУ



**Мензурка**

**Мерны  
цыліндр**



**Мерная  
шклянка**

**Мерная  
колба**



# ПЕРЫЯДЫЧНАЯ СІСТЭМА ХІМІЧНЫХ ЭЛЕМЕНТАЎ

| ПЕРЫЯДЫ | ГРУПЫ                                |                                      |                                      |  |   |                                       |                                       |                                      |                                      |  |
|---------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--|---|---------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--|
|         | 1                                    | 2                                    | 3                                    | 4  | 5   | 6                                     | 7                                     | 8                                    | 9                                    |  |
| 1       | 1<br><b>H</b><br>ВАДАРОД<br>1,00794  |                                      |                                      |  |   |                                       |                                       |                                      |                                      |  |
| 2       | 3<br><b>Li</b><br>ЛІТЫЙ<br>6,941     | 4<br><b>Be</b><br>БЕРЫЛІЙ<br>9,0122  |                                      |  |   |                                       |                                       |                                      |                                      |  |
| 3       | 11<br><b>Na</b><br>НАТРЫЙ<br>22,9898 | 12<br><b>Mg</b><br>МАГНІЙ<br>24,305  |                                      |  |   |                                       |                                       |                                      |                                      |  |
| 4       | 19<br><b>K</b><br>КАЛІЙ<br>39,0983   | 20<br><b>Ca</b><br>КАЛЬЦЫЙ<br>40,078 | 21<br><b>Sc</b><br>СКАНДЫЙ<br>44,956 | 22<br><b>Ti</b><br>ТЫТАН<br>47,87        | 23<br><b>V</b><br>ВАНАДЫЙ<br>50,942       | 24<br><b>Cr</b><br>ХРОМ<br>51,996     | 25<br><b>Mn</b><br>МАРГАНЕЦ<br>54,938 | 26<br><b>Fe</b><br>ЖАЛЕЗА<br>55,845  | 27<br><b>Co</b><br>КОБАЛЬТ<br>58,933 |  |
| 5       | 37<br><b>Rb</b><br>РУБІДЫЙ<br>85,468 | 38<br><b>Sr</b><br>СТРОНЦЫЙ<br>87,62 | 39<br><b>Y</b><br>ІТРЫЙ<br>88,906    | 40<br><b>Zr</b><br>ЦЫРКОНІЙ<br>91,224    | 41<br><b>Nb</b><br>НІОБІЙ<br>92,906       | 42<br><b>Mo</b><br>МАЛІБДЭН<br>95,94  | 43<br><b>Tc</b><br>ТЭХНЕЦЫЙ<br>[98]   | 44<br><b>Ru</b><br>РУТЭНІЙ<br>101,07 | 45<br><b>Rh</b><br>РОДЫЙ<br>102,905  |  |
| 6       | 55<br><b>Cs</b><br>ЦЭЗЫЙ<br>132,905  | 56<br><b>Ba</b><br>БАРЫЙ<br>137,327  | 57<br><b>La</b><br>ЛАНТАН<br>138,906 | 72<br><b>Hf</b><br>ГАФНІЙ<br>178,49      | 73<br><b>Ta</b><br>ТАНТАЛ<br>180,948      | 74<br><b>W</b><br>ВАЛЬФРАМ<br>183,84  | 75<br><b>Re</b><br>РЭНІЙ<br>186,207   | 76<br><b>Os</b><br>ОСМІЙ<br>190,23   | 77<br><b>Ir</b><br>ІРЬДЫЙ<br>192,22  |  |
| 7       | 87<br><b>Fr</b><br>ФРАНЦЫЙ<br>[223]  | 88<br><b>Ra</b><br>РАДЫЙ<br>[226]    | 89<br><b>Ac</b><br>АКТЫНІЙ<br>[227]  | 104<br><b>Rf</b><br>РЭЗЕРФАРДЫЙ<br>[261] | 105<br><b>Db</b><br>ДУБНІЙ<br>[262]       | 106<br><b>Sg</b><br>СІБОРГІЙ<br>[266] | 107<br><b>Bh</b><br>БОРЫЙ<br>[271]    | 108<br><b>Hs</b><br>ХАСІЙ<br>[277]   | 109<br><b>Mt</b><br>МЭЙТНЭР<br>[268] |  |
|         |                                      |                                      |                                      | <b>ЛАНТАНІДЫ</b>                         |   |                                       |                                       |                                      |                                      |  |
|         |                                      |                                      |                                      | 58<br><b>Ce</b><br>ЦЭРЫЙ<br>140,116      | 59<br><b>Pr</b><br>ПРАЗЕАДЫЙ<br>140,907   | 60<br><b>Nd</b><br>НЕАДЫЙ<br>144,242  | 61<br><b>Pm</b><br>ПРАМЕТЫЙ<br>[145]  | 62<br><b>Sm</b><br>САМАРЫЙ<br>150,36 |                                      |  |
|         |                                      |                                      |                                      | <b>АКТЫНІДЫ</b>                          |   |                                       |                                       |                                      |                                      |  |
|         |                                      |                                      |                                      | 90<br><b>Th</b><br>ТОРЫЙ<br>232,038      | 91<br><b>Pa</b><br>ПРАТАКТЫНІЙ<br>231,036 | 92<br><b>U</b><br>УРАН<br>238,029     | 93<br><b>Np</b><br>НЕПУНІЙ<br>[237]   | 94<br><b>Pu</b><br>ПУТОРЫЙ<br>[239]  |                                      |  |

Атамны нумар

Сімвал  
элемента

Назва  
элемента

Адносная  
атамная маса

2

3

4

5

# Х ЭЛЕМЕНТАУ Д. И. МЕНДЗЯЛЕЕВА

| Э Л Е М Е Н Т А У    |                     |                     |                     |                     |                   |                      |                     |                    |                   |                     |                 |                 |
|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-------------------|----------------------|---------------------|--------------------|-------------------|---------------------|-----------------|-----------------|
| 10                   | 11                  | 12                  | 13                  | 14                  | 15                | 16                   | 17                  | 18                 |                   |                     |                 |                 |
|                      |                     |                     |                     |                     |                   |                      | VIII                |                    | 2                 |                     |                 |                 |
|                      |                     |                     |                     |                     |                   |                      | He                  |                    | ГЕЛИЙ<br>4,0026   |                     |                 |                 |
|                      |                     |                     |                     |                     |                   |                      | III A               | IV A               | V A               | VIA                 | VII A           |                 |
|                      |                     |                     |                     |                     |                   |                      | 5                   | 6                  | 7                 | 8                   | 9               | 10              |
|                      |                     |                     |                     |                     |                   |                      | B                   | C                  | N                 | O                   | F               | Ne              |
|                      |                     |                     |                     |                     |                   |                      | БОР<br>10,811       | ВУГЛЯРОД<br>12,011 | АЗОТ<br>14,007    | КИСЛОРОД<br>15,9994 | ФТОР<br>18,9984 | НЕОН<br>20,1797 |
|                      |                     |                     |                     |                     |                   |                      | 13                  | 14                 | 15                | 16                  | 17              | 18              |
|                      |                     |                     |                     |                     |                   |                      | Al                  | Si                 | P                 | S                   | Cl              | Ar              |
|                      |                     |                     |                     |                     |                   |                      | АЛЮМИНИЙ<br>26,9815 | КРЕМНИЙ<br>28,086  | ФОСФОР<br>30,9738 | СЕРА<br>32,066      | ХЛОР<br>35,452  | АРГОН<br>39,948 |
|                      |                     | IB                  |                     | IIB                 |                   |                      |                     |                    |                   |                     |                 |                 |
| 28                   | 29                  | 30                  | 31                  | 32                  | 33                | 34                   | 35                  | 36                 |                   |                     |                 |                 |
| Ni                   | Cu                  | Zn                  | Ga                  | Ge                  | As                | Se                   | Br                  | Kr                 |                   |                     |                 |                 |
| НИКЕЛЬ<br>58,693     | МЕДЬ<br>63,546      | ЦИНК<br>65,39       | ГАЛИЙ<br>69,723     | ГЕРМАНИЙ<br>72,61   | МЫШЬЯК<br>74,922  | СЕЛЕН<br>78,96       | БРОМ<br>79,904      | КРИПТОН<br>83,80   |                   |                     |                 |                 |
| 46                   | 47                  | 48                  | 49                  | 50                  | 51                | 52                   | 53                  | 54                 |                   |                     |                 |                 |
| Pd                   | Ag                  | Cd                  | In                  | Sn                  | Sb                | Te                   | I                   | Xe                 |                   |                     |                 |                 |
| ПАЛАДИЙ<br>106,42    | СЕРЕБРО<br>107,868  | КАДМИЙ<br>112,411   | ИНДИЙ<br>114,82     | ВОЛОВА<br>118,71    | СУРМА<br>121,76   | ТЕЛУР<br>127,60      | ЙОД<br>126,904      | КСЕНОН<br>131,29   |                   |                     |                 |                 |
| 78                   | 79                  | 80                  | 81                  | 82                  | 83                | 84                   | 85                  | 86                 |                   |                     |                 |                 |
| Pt                   | Au                  | Hg                  | Tl                  | Pb                  | Bi                | Po                   | At                  | Rn                 |                   |                     |                 |                 |
| ПЛАТИНА<br>195,08    | ЗОЛАТА<br>196,967   | РТУТЬ<br>200,59     | ТАЛИЙ<br>204,383    | СВИНЕЦ<br>207,2     | ВИСМУТ<br>208,980 | ПОЛОНИЙ<br>[209]     | АСТАТ<br>[210]      | РАДОН<br>[222]     |                   |                     |                 |                 |
| 110                  | 111                 | 112                 | 113                 | 114                 | 115               | 116                  | 117                 | 118                |                   |                     |                 |                 |
| Ds                   | Rg                  | Cn                  | Nh                  | Fl                  | Mc                | Lv                   | Ts                  | Og                 |                   |                     |                 |                 |
| ДАРМШТАДТЪЙ<br>[271] | РЭНТГЕНЙ<br>[282]   | КАПЕРНИЦЫЙ<br>[285] | НИХОНИЙ<br>[286]    | ФЛЕРАВИЙ<br>[289]   | МАСКОВИЙ<br>[289] | ЛИВЕРМОРЫЙ<br>[293]  | ТЭНЭСИ<br>[294]     | ОГАНЕСОН<br>[294]  |                   |                     |                 |                 |
| 63                   | 64                  | 65                  | 66                  | 67                  | 68                | 69                   | 70                  | 71                 |                   |                     |                 |                 |
| Eu                   | Gd                  | Tb                  | Dy                  | Ho                  | Er                | Tm                   | Yb                  | Lu                 |                   |                     |                 |                 |
| ЕУРОПИЙ<br>151,964   | ГАДАЛИНИЙ<br>157,25 | ТЭРБИЙ<br>158,925   | ДЫСПРОЗИЙ<br>162,50 | ГОЛЬМИЙ<br>164,93   | ЭРБИЙ<br>167,26   | ТУЛИЙ<br>168,934     | ИТЭРБИЙ<br>173,04   | ЛОТЦЫЙ<br>174,967  |                   |                     |                 |                 |
| 95                   | 96                  | 97                  | 98                  | 99                  | 100               | 101                  | 102                 | 103                |                   |                     |                 |                 |
| Am                   | Cm                  | Bk                  | Cf                  | Es                  | Fm                | Md                   | No                  | Lr                 |                   |                     |                 |                 |
| АМЕРИЦЫЙ<br>[243]    | КОРИЙ<br>[247]      | БЕРКЛИЙ<br>[247]    | КАЛИФОРНИЙ<br>[249] | ЭЙНШТЭЙНИЙ<br>[252] | ФЕРМИЙ<br>[257]   | МЕНДЗЯЛЕВИЙ<br>[258] | НОБЕЛИЙ<br>[259]    | ЛАУРЭНСИЙ<br>[262] |                   |                     |                 |                 |

<sup>0</sup>Ca  
КАЛЬЦИЙ  
40,078

УДК 54(075.3=161.3)  
ББК 24я721  
Х46

Аўтары:

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

Пераклад Т. С. Юдчыц

Рэцэнзент

кафедра хіміі ўстановы адукацыі «Беларускі дзяржаўны  
педагагічны ўніверсітэт імя Максіма Танка» (загадчык кафедры,  
кандыдат хімічных навук, дацэнт А. Л. Казлова-Казырэўская)

**Х46** **Хімія** : вучэбны дапаможнік для 7-га класа ўстаноў адукацыі, якія рэалізуюць адукацыйныя праграмы агульнай сярэдняй адукацыі з беларускай мовай навучання і выхавання / І. Я. Шымановіч [і інш.]; пад рэд. І. Я. Шымановіча. — 2-е выданне, перагледжанае. — Мінск : Народная асвета, 2023. — 176 с. : іл.  
ISBN 978-985-03-3958-4.

Першае выданне вучэбнага дапаможніка выйшла ў 2017 г.

УДК 54(075.3=161.3)  
ББК 24я721

ISBN 978-985-03-3958-4

© Юдчыц Т. С., пераклад на беларускую мову, 2023

© Афармленне. УП «Народная асвета», 2023

Правообладатель Народная асвета

# ХІМІЯ

Вучэбны дапаможнік для **7** класа ўстаноў  
адукацыі, якія рэалізуюць адукацыйныя праграмы  
агульнай сярэдняй адукацыі з беларускай мовай  
навучання і выхавання

Пад рэдакцыяй І. Я. Шымановіча

*Дапушчана  
Міністэрствам адукацыі  
Рэспублікі Беларусь*

2-е выданне, перагледжанае

Мінск «Народная асвета» 2023

Правообладатель Народная асвета

## ЗМЕСТ

|                |   |
|----------------|---|
| Прадмова ..... | 5 |
|----------------|---|

**Глава I****Першапачатковыя хімічныя паняцці**

|  |    |
|--|----|
| § 1. Хімія — навука пра рэчывы .....                                   | 10 |
| § 2. Чыстыя рэчывы і сумесі .....                                      | 16 |
| <b>Практычная работа 1. Знаёмства з хімічнай лабараторыяй.</b>         |    |
| <i>Раздзяленне сумесей</i> .....                                       | 24 |
| § 3. Атамы. Хімічныя элементы .....                                    | 29 |
| § 4. Адносная атамная маса хімічных элементаў .....                    | 34 |
| § 5. Малекулы. Простыя рэчывы .....                                    | 39 |
| § 6. Складаныя рэчывы .....  | 44 |
| § 7. Хімічная формула .....  | 47 |
| § 8. Адносная малекулярная маса .....                                  | 50 |
| § 9. Валентнасць .....   | 52 |
| § 10. З’явы фізічныя і хімічныя. Прыметы хімічных рэакцый .....        | 57 |
| <b>Лабараторны дослед 1. Прыметы працякання хімічных рэакцый</b> ..... | 63 |
| § 11. Закон захавання масы рэчываў. Хімічныя ўраўненні .....           | 65 |
| § 12. Састаўленне ўраўненняў хімічных рэакцый .....                    | 71 |

**Глава II****Кісларод**

|   |     |
|---|-----|
| § 13. Паветра як сумесь газаў .....   | 78  |
| <b>Лабараторны дослед 2. Зборка найпрасцейшых прыбораў для атрымання і збірання газаў</b> ..... | 83  |
| § 14. Кісларод як хімічны элемент і простае рэчыва .....  | 84  |
| § 15. Хімічныя ўласцівасці кіслароду .....  | 90  |
| § 16. Аксіды .....  | 96  |
| § 17. Атрыманне кіслароду .....   | 100 |
| <b>Практычная работа 2. Атрыманне кіслароду і вывучэнне яго ўласцівасцей</b> .....              | 104 |



### Глава III Вадарод

|   |     |
|---|-----|
| § 18. Вадарод — хімічны элемент і простае рэчыва .....                              | 106 |
| § 19. Хімічныя ўласцівасці вадароду .....   | 111 |
| § 20. Паняцце аб кіслотах .....   | 117 |
| <b>Лабараторны дослед 3. Уздзеянне кіслот на індыкатары</b> ....                    | 122 |
| § 21. Узаемадзеянне кіслот з металамі .....   | 123 |
| <b>Лабараторны дослед 4. Узаемадзеянне сернай і селянай кіслот з металамі</b> ..... | 122 |
| § 22. Солі — прадукты замяшчэння атамаў вадароду ў малекулах кіслот на металы ..... | 128 |
| <b>Практычная работа 3. Атрыманне вадароду і вывучэнне яго ўласцівасцей</b> .....   | 133 |

### Глава IV Вада

|  |     |
|--|-----|
| § 23. Састаў, фізічныя і хімічныя ўласцівасці вады .....         | 136 |
| § 24. Асновы як складаныя рэчывы .....                           | 143 |
| <b>Лабараторны дослед 5. Уздзеянне шчолачаў на індыкатары</b> .. | 146 |
| § 25. Рэакцыя нейтралізацыі .....                                | 148 |
| <b>Практычная работа 4. Рэакцыя нейтралізацыі</b> .....          | 153 |
| § 26. Ахова навакольнага асяроддзя .....                         | 154 |
| Прадметны паказальнік .....                                      | 159 |
| Адказы .....   | 161 |
| <i>Дадатак 1</i> .....   | 162 |
| <i>Дадатак 2</i> .....   | 163 |
| <i>Дадатак 3</i> .....   | 166 |
| <i>Дадатак 4</i> .....   | 167 |
| <i>Дадатак 5</i> .....   | 168 |
| <i>Дадатак 6</i> .....   | 172 |
| <i>Дадатак 7</i> .....   | 174 |
| Спіс дадатковай літаратуры .....                                 | 175 |

# ПРАДМОВА

## Дарагія сябры!

У гэтым годзе вы пачынаеце вывучэнне новага вучэбнага прадмета — хіміі. Гэта вельмі цікавая навука, якая разам з біялогіяй і фізікай дапаможа вам правільна разумець навакольны свет і тлумачыць змены, якія адбываюцца ў ім. Хімія дасць адказы на шматлікія пытанні і пашырыць ваш круггляд.

Ці з'яўляюцца для вас новымі словы *хімія*, *хімічны*? Канешне — не! Вы ўжо чулі іх дома і ў школе, яны знаёмыя вам з Інтэрнэту і тэлебачання. Гэта сведчыць пра тое, што хімія і ўсё, што з ёй звязана, стала неад'емнай часткай жыцця чалавека, яго паўсядзённай дзейнасці.

Менавіта пра гэта яшчэ 270 год таму казаў знакаміты рускі вучоны М. В. Ламаносаў: *«Шырока распасцірае хімія рукі свае ў справы людскія...»*. Ужо тады людзі ўмелі выплаўляць некаторыя металы з руд, атрымліваць шкло, фарфор, фарбы, вырабляць воцат, лекі. Усё гэта можна было ажыццявіць толькі пры дапамозе розных хімічных працэсаў, многія з якіх чалавек засвоіў тысячы год таму.

У цяперашні час хімія з'яўляецца адной з найважнейшых навук, а хімічная прамысловасць — адной з галоўных галін прамысловасці.

Хімія валодае вялікай стваральнай сілай. Пры яе дапамозе вырабляюць будаўнічыя матэрыялы, угнаенні для павелічэння ўрадлівасці глебы і хімічныя сродкі аховы раслін. Хімікі вырабляюць розныя пластмасы і валокны, лекі і вітаміны, фарбавальнікі, мыйныя сродкі і шмат іншых важных матэрыялаў. Прыродныя выкапні — вугаль і нафту — хімія ператварае ў паліва для транспарту, у цяпло і святло, неабходныя нам для жыцця.

На жаль, тое, што мы даведваемся пра хімію са сродкаў масавай інфармацыі, часам звязана з дымавымі заслонамі

вакол хімічных прадпрыемстваў, аварыямі і катастрофамі, якія вядуць да забруджвання навакольнага асяроддзя, з ядавітымі рэчывамі ў рэках, з гароднінай і садавінай, якія атручаны ядахімікатамі.

Ці вінаватая ў гэтым хімія? Не, не вінаватая! Гэтыя непажаданыя падзеі адбываюцца па віне безадказных людзей, якія не задумваюцца пра наступствы сваёй дзейнасці, забываюцца пра правільнае выкарыстанне хімічных рэчываў і працэсаў. Можа, яны не ведаюць, як атрымаць патрэбныя матэрыялы без шкоды для навакольнага асяроддзя, як правільна выкарыстоўваць рэчывы і хімічныя працэсы? Адказы на гэтыя і многія іншыя пытанні дапаможа знайсці цудоўная навука — **хімія**.

Без ведаў па хіміі нельга зразумець, чаму і як адны рэчывы пераўтвараюцца ў іншыя, якія працэсы адбываюцца ў навакольным свеце — у атмасферы, у глебе, у вадзе, у жывых арганізмах. Веды па хіміі дапамагаюць чалавеку змяняць навакольны свет, адкрываць і вырабляць новыя рэчывы і матэрыялы, асвойваць разнастайныя працэсы і тэхналогіі. Вось чаму кожны чалавек павінен атрымаць асновы хімічных ведаў.

Мы вельмі спадзяёмся, што, калі вы пазнаёміцеся з дзіўным светам хіміі, многія палюбяць гэтую цудоўную навуку, а набытыя веды спатрэбяцца вам у далейшым жыцці і ў працы.

У добры шлях!

## Як карыстацца вучэбным дапаможнікам

У вас у руках вучэбны дапаможнік «Хімія». Пагартайце яго, пазнаёмцеся са зместам. Увесь матэрыял вучэбнага дапаможніка падзелены на раздзелы і параграфы. Малюнкi, схемы, табліцы дапамогуць вам больш наглядна ўявіць тое, пра што ідзе гаворка ў тэксце вучэбнага дапаможніка.

У тэксце параграфу азначэнні паняццяў, якія патрэбна запомніць, выдзелены вертыкальнай чырвонай лініяй і чорным паўтлустым курсівам, хімічныя формулы, сімвалы і ўраўненні — тлустым шрыфтам. Сінім колерам пазначаны паняцці, якія сустракаюцца ўпершыню, і азначэнні паняццяў, якія спатрэбяцца вам для разумення і тлумачэння ўласцівасцей рэчываў і хімічных з'яў. Правілы пазначаны вертыкальнай лініяй сіняга колеру.

У канцы параграфу на каляровым фоне дадзены вывады.

Пытанні і заданні ў канцы параграфу прызначаны для замацавання вывучанага матэрыялу. Адказы на ўсе разліковыя задачы вы знойдзеце ў канцы кнігі.

Не забывайце карыстацца прадметным паказальнікам. Пры яго дапамозе вам будзе лягчэй знайсці матэрыял, які належыць вывучыць ці паўтарыць.

У *Дадатках 1—7* дадзены даведкавыя і інфармацыйныя матэрыялы, якія будуць карыснымі пры вывучэнні хіміі.

Дадатковую інфармацыю вы можаце знайсці, выкарыстоўваючы інтэрнэт-рэсурс *eior.by*, «7 клас» → «Хімія».

У вучэбным дапаможніку вы сустрэнеце наступныя ўмоўныя абазначэнні:



— Для дапытлівых



— Дамашні эксперымент

Пры выкананні дамашняга эксперымента неабходна выконваць правілы бяспечных паводзін.

## Знаёмства з хімічнай лабараторыяй

Сябры! Вы прыйшлі на свой першы ўрок хіміі, які адбываецца ў хімічным кабінцеце. Тут вы будзеце вывучаць асновы гэтай навукі, праводзіць доследы, пазнаёміцеся з будовай розных прыбораў, навучыцеся карыстацца хімічным посудам і рэактывамі.

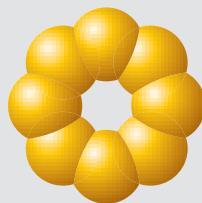
Для таго каб урокі хіміі былі не толькі цікавымі, але і бяспечнымі, пазнаёмцеся з правіламі паводзін і работы ў кабінцеце хіміі.

1. У кабінет хіміі можна ўваходзіць толькі з дазволу настаўніка або лабаранта.
2. Кожны вучань павінен знаходзіцца на сваім рабочым месцы, на іншае месца можна пераходзіць толькі з дазволу настаўніка. Нельга загружаць рабочы стол староннімі прадметамі.
3. У кабінцеце хіміі неабходна праяўляць асцярожнасць, падтрымліваць парадак і чысціню.
4. У кабінцеце хіміі нельга есці і класці на стол прадукты харчавання, а таксама піць.
5. Катэгарычна забаронена каштаваць любыя рэактывы.
6. Перад выкананнем кожнага доследу неабходна дакладна пазнаёміцца з яго апісаннем.
7. Забаронена самастойна браць рэактывы і пачынаць работу з імі. Рабіць гэта можна толькі з дазволу настаўніка.
8. Пры выкананні доследу патрэбна браць столькі рэактыву, колькі ўказана ў апісанні доследу ці настаўнікам.
9. Калі вы разлілі (рассыпалі) рэактыў або ён трапіў на вопратку, твар, рукі, неадкладна паведаміце пра гэта настаўніку ці лабаранту.
10. Па заканчэнні практычных работ і лабараторных доследаў неабходна навесці парадак на рабочым месцы і памыць рукі з мылам.

Больш падрабязна з правіламі паводзін і патрабаваннямі да мер бяспекі пры рабоце ў кабінцеце хіміі вы пазнаёміцеся на наступных уроках.







## Раздзел I

# Першапачатковыя 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 пры дапамозе хімічных формул. Пазнаёміцеся з хімічнымі рэакцыямі, іх ролю ў жывой і нежывой прыродзе



## § 1. Хімія — навука пра рэчывы

У паўсядзённым жыцці вакол нас існуе 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 абсалютна розныя, усе яны маюць адну агульную назву — **фізічныя целы**.

Уважліва паглядзіце на малюнак 1. З чаго зроблены фізічныя целы, якія выяўлены на ім? Правільна! Спачатку паказаны прадметы са шкла, потым — з алюмінію, потым — з пластмасы (поліэтылену). Атрымліваецца, што фізічныя целы могуць складацца з розных рэчываў.

**Рэчывы — гэта тое, з чаго складаюцца фізічныя целы.**

Большасць фізічных цел складаецца не з аднаго, а з некалькіх рэчываў. Напрыклад, добра знаёмыя вам смартфон,



Са шкла



З алюмінію




З поліэтылену

Мал. 1. Фізічныя целы



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

ліхтарык, нажніцы, прас (мал. 2). Няцяжка здагадацца, што яны зроблены, як мінімум, з двух рэчываў — металу і пластыку.

 У цяперашні час вядома больш за 185 млн розных рэчываў. Некаторыя з іх, напрыклад вада, кісларод, вуглякіслы газ, сустракаюцца ў прыродзе. Большасць рэчываў, у тым ліку знаёмыя вам акрыл і поліэтылен, хімікі атрымліваюць штучна. Штогод яны ствараюць некалькі мільёнаў новых рэчываў.

Многія рэчывы знаходзяць шырокае практычнае прымяненне. Яны ўваходзяць у састаў лекаў, 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, пластыку, 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 падобнае да іх.

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

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

Да фізічных адносяцца такія ўласцівасці рэчываў, якія мы можам вызначыць пры дапамозе ўласных органаў пачуццяў ці пры дапамозе розных вымяральных прыбораў. Гэта, напрыклад, адрэгаты стан рэчываў (цвёрды, вадкі або газападобны), іх колер, шчыльнасць, тэмпературы кіпення і плаўлення, электраправоднасць, цеплаправоднасць, жорсткасць, растваральнасць у вадзе і шмат іншых.

Напрыклад, добра знаёмая вам медзь (мал. 3) — цвёрдае непразрыстае рэчыва чырванаватага колеру з металічным



Мал. 3. Вырабы з медзі

бляскам. Пад ударамі малатка медзь расплюшчваецца, такім чынам, яна пластычная, ёй уласціва коўкасць. Медзь добра праводзіць электрычны ток, не раствараецца ў вадзе. У даведніку можна прачытаць, што шчыльнасць медзі роўна  $8,9 \text{ г/см}^3$ , а тэмпература яе плаўлення складае  $1083 \text{ }^\circ\text{C}$ .

А якія фізічныя ўласцівасці ў звычайнай кухоннай солі, якую мы вы-





Мал. 4. Кухонная соль: здробненая і ў крышталях

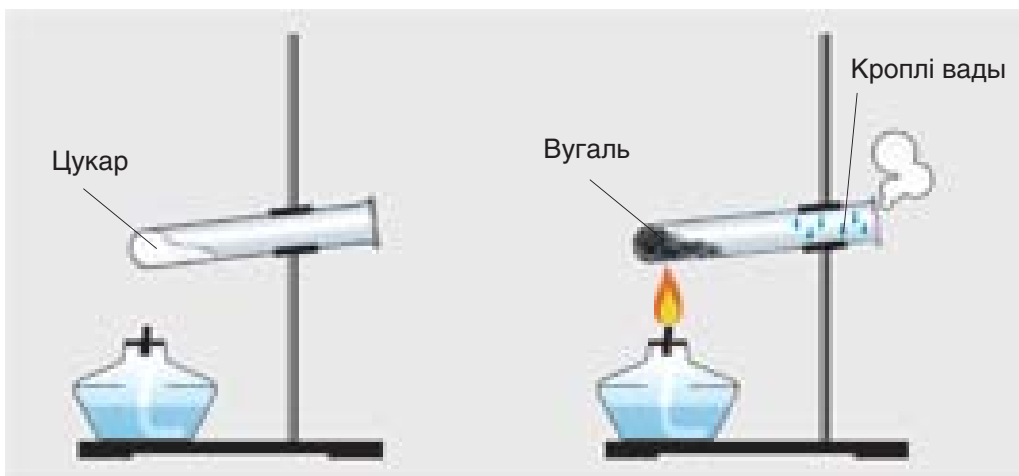
карыстоўваем на кухні? Хутчэй за ўсё, вы скажаце, што гэта — сыпкае рэчыва белага колеру, якое добра раствараецца ў вадзе. Аднак кухонная соль існуе і ў выглядзе буйных празрыстых крышталёў (мал. 4). Яны крохкія і пры расціранні ператвараюцца ў дробныя белыя крышталікі. У сухім выглядзе соль не праводзіць электрычны ток, аднак яе раствор з'яўляецца добрым правадніком электрычнасці. Шчыльнасць солі складае  $2,2 \text{ г/см}^3$ , а тэмпература яе плаўлення роўна  $801 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Ведаць уласцівасці рэчываў неабходна, каб знайсці ім прымяненне і правільна абыходзіцца з імі.

Напрыклад, вырабы з акрылу і поліэстэру нельга прасваць надзвычай гарачым прасам, таму што гэтыя рэчывы з прычыны невысокай тэмпературы плаўлення пры прасаванні могуць расплавіцца.

Многія рэчывы ядавітыя. Таму іх ні ў якім разе нельга каштаваць. Некаторыя рэчывы «раз'ядаюць» скуру і вызываюць хімічныя апёкі, з імі можна працаваць выключна ў гумовых пальчатках.

Пад хімічнымі ўласцівасцямі разумеюць здольнасці адных рэчываў пераўтварацца ў іншыя, новыя рэчывы.



Мал. 5. Нагрыванне цукру

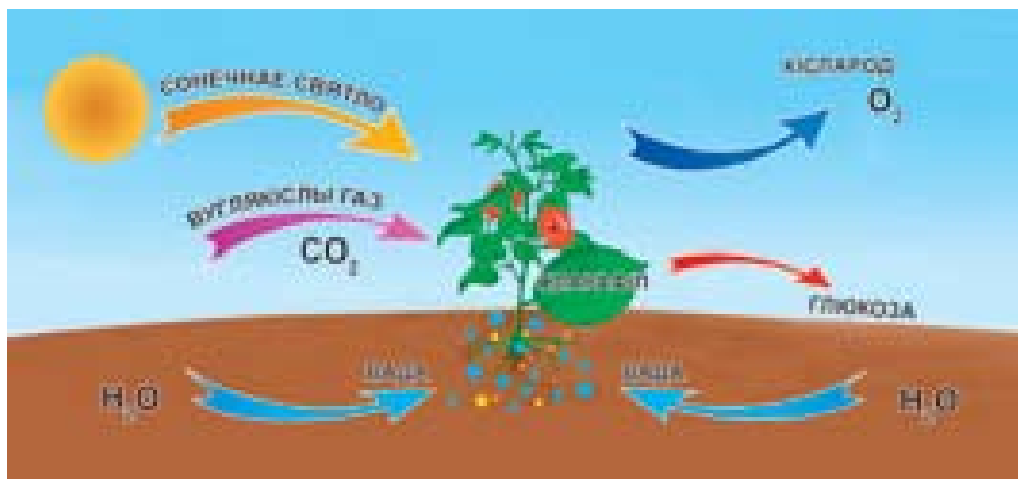


Мал. 6. Утварэнне кіслароду і вадароду з вады

Так, напрыклад, калі моцна нагрываць цукар, то праз некаторы час ён пераўтвораецца ў два новыя рэчывы — чорны вугаль і бясколерную ваду (мал. 5).

Вада, у сваю чаргу, пад уздзеяннем электрычнага току пераўтвараецца ў новыя рэчывы — вадарод  $H_2$  і кісларод  $O_2$  (мал. 6).

З вады і вуглякіслага газу ў зялёных раслінах пад уздзеяннем сонечных промяняў утвараецца глюкоза і кісларод (мал. 7).



Мал. 7. Схема працэсу фотасінтэзу

Усё гэта — прыклады хімічных пераўтварэнняў рэчываў.

Вывучэнне такіх пераўтварэнняў — асноўная задача хіміі. Таму на пытанне, што вывучае хімія, можна даць наступны кароткі адказ. **Хімія — гэта навука пра рэчывы і іх пераўтварэнні ў іншыя рэчывы.** Хімія таксама, як біялогія і фізіка, адносіцца да прыродазнаўчых навук.

Больш падрабязную інфармацыю пра гісторыю ўзнікнення, развіццё і сучасны стан хіміі вы зможаце знайсці ў *Дадатках 1, 2* у канцы вучэбнага дапаможніка.

*Усе фізічныя цэлы складаюцца з рэчываў.*

*Рэчывы характарызуюцца пэўнымі фізічнымі і хімічнымі ўласцівасцямі.*

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

*Хімія — гэта навука пра рэчывы і іх пераўтварэнні.*



### Пытанні і заданні

1. Вызначыце, у якіх з пералічаных фізічных цел змяшчаецца рэчыва жалеза: запалкі, нож, мяч, цвік, аловак, адвэртка.
2. Прывядзіце не менш за тры прыклады фізічных цел, якія зроблены з:  
а) алюмінію; б) поліэтылену.
3. На якіх уласцівасцях мелу заснавана яго практычнае прымяненне? Дзе ён выкарыстоўваецца?
4. Па якіх прыметах можна адрозніць медзь ад алюмінію, пясок ад жалеза, кухонную соль ад мелу?
5. Дзякуючы якой фізічнай уласцівасці медзь выкарыстоўваюць для вырабу электрычных правадоў?
6. Якая ўласцівасць алюмінію дазваляе вырабляць з яго фольгу?
7. Цвёрдае рэчыва белага колеру раствараецца ў вадзе, яго водны раствор добра праводзіць электрычны ток. Якое з рэчываў — мел, жалеза, вугаль ці кухонная соль — валодае пералічанымі фізічнымі ўласцівасцямі?
8. Вызначыце прыклады хімічных пераўтварэнняў:  
а) ржаўленне жалеза;  
б) гарэнне свечкі;  
в) раставанне снегу;  
г) пракісанне малака.
9. Пазнаёміўшыся з *Дадаткам 1*, назавіце прозвішчы вучоных, якія ўнеслі вялікі ўклад у станаўленне і развіццё хіміі. Карыстаючыся матэрыялам *Дадатка 2*, пералічыце найважнейшыя прадпрыемствы хімічнай прамысловасці Рэспублікі Беларусь.

## § 2. Чыстыя рэчывы і сумесі

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

### Чыстыя рэчывы

Пазнаёмімся з гэтым паняццем на прыкладзе вады — аднаго з самых распаўсюджаных рэчываў на нашай планеце. Вы ўжо ведаеце, што пры тэмпературы  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$  вада кіпіць, ператвараючыся ў пару, а пры  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  робіцца цвёрдай і ўтварае лёд.

Аднак патрэбна памятаць, што пры дадзеных тэмпературах вада кіпіць і робіцца цвёрдай, калі з’яўляецца чыстай, г. зн. не змяшчае прымесей іншых рэчываў. Калі вада змяшчае прымесі, яе тэмпературы кіпення і плаўлення адрозніваюцца 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 солей, кіпіць пры тэмпературы 100,5 °С. У той жа час вада з Мёртвага мора, якая змяшчае прыкладна 300 г солей у адным літры, кіпіць пры тэмпературы 106 °С. Гэта пацвярджае той факт, што пастаяннымі фізічнымі ўласцівасцямі валодаюць толькі чыстыя ці, як іх яшчэ называюць, індывідуальныя рэчывы, якія не змяшчаюць прымесей іншых рэчываў.

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

### Сумесі рэчываў

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

**Сумесь** — гэта сукупнасць некалькіх чыстых (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 сумесей адносяцца глебы, горныя пароды, вада рэк, мораў і акіянаў. Сумесямі з’яўляюцца, як правіла, усе прадукты харчавання (мал. 8, с. 18).





Мал. 8. Прадукты харчавання — сумесі рэчываў



Мал. 9. Граніт

Разглядаючы горную пароду граніт (мал. 9), можна нават простым вокам пабачыць, што гэтая прыродная сумесь складаецца з некалькіх састаўных частак — **кампанентаў**, якія пафарбаваныя ў розныя колеры.

Многія сумесі рэчываў, напрыклад малако, смятана, шакалад, папера ці гума, на першы погляд здаецца складаюцца з аднаго кампанента. Аднак пры ўважлівым вывучэнні іх у мікраскоп выяўляецца, што і яны складаюцца з некалькіх кампанентаў (мал. 10).

Такія сумесі называюцца **неаднароднымі**.

Існуюць сумесі, кампаненты якіх немагчыма пабачыць нават пры вялікім павелічэнні. Гэта, напрыклад, мінеральная вада, салодкі чай, сталовы воцат. Такія сумесі называюцца **аднароднымі**.



У мікраскоп

Мал. 10. Малако — неаднародная сумесь

### СУМЕСІ РЭЧЫВАЎ

#### Аднародныя:

паветра, водаправодная вада,  
водны раствор цукру, духі,  
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, патрэбна вызначыць масавыя долі яе кампанентаў.

**Масавая доля кампанента** — велічыня, якая паказвае, якую частку ад агульнай масы сумесі складае маса дадзенага рэчыва.

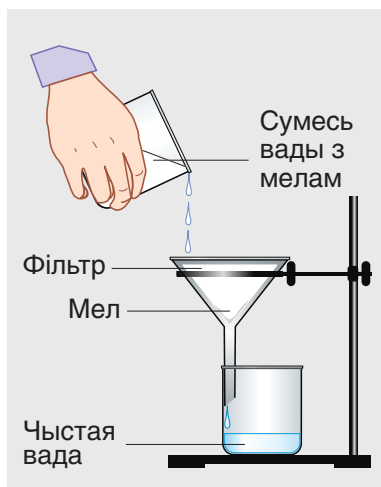
Масавую долю якога-небудзь рэчыва  $X$  абазначаюць літарай  $w$  (дубль-вэ) і запісваюць так:  $w(X)$ . Яе можна разлічыць, падзяліўшы масу дадзенага рэчыва  $X$  на агульную масу сумесі:

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

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 бачна, масавая доля кампанента — безразмерная велічыня, якая ўяўляе сабой лік, меншы за адзінку. Часта масавую долю выражаюць у працэнтах (%). Для гэтага яе значэнне памнажаюць на 100, напрыклад:  $w(\text{цукру}) = 0,20$ , ці 20 %. У такім выглядзе масавая доля лікава роўна масе рэчыва  $X$ , якая ўтрымліваецца ў кожных 100 г сумесі.



Мал. 11. Фільтраванне сумесі мелу з вадой

### Раздзяленне сумесей

У свеце вакол нас 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. Пазнаёмімся з самымі важнымі спосабамі іх раздзялення.

### *Раздзяленне неаднародных сумесей*

Адзін з самых простых спосабаў раздзялення неаднародных сумесей — **фільтраванне**. Пры яго дапамозе можна раздзяліць сумесі цвёрдых і вадкіх рэчываў, напрыклад мелу з вадой (мал. 11). Для гэтага сумесь змяшчаюць на фільтр — порысты матэрыял з мноствам скразных адтулін — пор. Іх памер значна меншы за памер цвёрдых часціц, якія змяшчаюцца ў сумесі. Часціцы не могуць прайсці праз поры фільтра і застаюцца на яго паверхні, а вадкасць лёгка праходзіць праз фільтр. У якасці фільтраў выкарыстоўваюць спецыяльную паперу, порыстае шкло, кераміку (мал. 12) і інш.



Папяровыя



Шкляныя



Керамічныя

Мал. 12. Разнастайныя віды фільтраў

У некаторых выпадках для фільтравання выкарыстоўваюць складзеную ў некалькі слаёў тканіну, марлю або вату.

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

Іншы спосаб раздзялення неаднародных сумесей — гэта **адстойванне**. Пры яго дапамозе можна раздзяліць сумесі вады з нерастваральнымі ў ёй рэчывамі, шчыльнасць якіх большая або меншая за шчыльнасць вады.

Да такіх неаднародных сумесей адносяцца, напрыклад, сумесі вады з пяском ці вады з бензінам. Такія сумесі пакідаюць проста пастаяць на некаторы час. Паколькі шчыльнасць пяску большая за шчыльнасць вады, пячынкі паступова апускаюцца на дно пасудзіны, а зверху застаецца вада, якую можна зліць у іншую пасудзіну (мал. 13). У той жа час шчыльнасць бензіну меншая за шчыльнасць вады, у выніку гэтага кроплі бензіну падымаюцца ўверх, злучаюцца адна з адной і ўтвараюць у верхняй частцы пасудзіны слой бензіну (мал. 14), які можна акуратна зліць.



Мал. 13. Сумесь вады з пяском



Мал. 14. Сумесь вады з бензінам

*Раздзяленне аднародных сумесей*

На практыцы часцей за ўсё даводзіцца раздзяляць аднародныя сумесі вадкіх рэчываў. Для гэтага выкарыстоўваюць метады **перагонкі**, або **дыстыляцыі**. Ён грунтуецца на тым, што кампаненты сумесі кіпяць пры розных тэмпературах. Напрыклад, вада закіпае пры тэмпературы 100 °С, а спірт — пры 78 °С. Пры нагрыванні сумесі спачатку кіпіць рэчыва з больш нізкай тэмпературай кіпення, г. зн. спірт. Яго пару ахалоджваюць і атрымліваюць чысты спірт. Пасля выпарэння ўсяго спірту застаецца чыстая вада. Такім чынам, перагонку выкарыстоўваюць пры неабходнасці вылучыць з аднароднай сумесі яе вадкі кампанент. Метадам перагонкі з прыроднай сумесі нафты атрымліваюць вядомыя вам бензін, керасін і змазачныя масла.

Калі з аднароднай сумесі, напрыклад з воднага раствору солі, патрэбна вылучыць цвёрдае рэчыва (соль), выкарыстоўваюць метады раздзялення, які называецца **выпарваннем**. Ён грунтуецца на рознай здольнасці рэчываў пры нагрыванні ператварацца ў пару, выпарацца.

Да лятучых, добра выпаральных рэчываў адносяцца, напрыклад, вада і спірт, а да нелятучых — соль і цукар. Пры нагрыванні ў адкрытай пасудзіне раствору солі ў вадзе лятучая вада выпараецца, а нелятучая соль застаецца ў выглядзе цвёрдага рэчыва (мал. 15).

У прыродзе пад уздзеяннем сонечных прамянёў адбываецца паступовае выпарэнне вады з саляных



Мал. 15. Выпарэнне вадкасці



Мал. 16. Здабыча солі на саляным возеры

азёр (мал. 16). Гэтая з’ява ляжыць у аснове аднаго са спосабаў здабычы кухоннай солі.

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

*Чыстае (індывідуальнае) рэчыва валодае пастаяннымі, характэрнымі толькі для яго ўласцівасцямі, па якіх яго можна адрозніць ад іншых рэчываў.*

*Сумесі бываюць аднароднымі і неаднароднымі.*

*З неаднароднай сумесі рэчыва можна вылучыць пры дапамозе фільтравання і адстойвання.*

*З аднароднай сумесі рэчыва можна вылучыць пры дапамозе дыстыляцыі і выпарвання.*

*Масавая доля кампанента — велічыня, якая паказвае, якую частку ад агульнай масы сумесі складае маса дадзенага рэчыва.*



### Пытанні і заданні

1. Як уплывае наяўнасць растваральных у вадзе прымесей на тэмпературу кіпення сумесей?
2. Уявіце сабе, што з падарожжа па далёкіх морах вы прывезлі дадому ў якасці сувеніра дзве аднолькавыя бутлі, у адной з якіх вада з Міжземнага, а ў другой — з Мёртвага мораў. Як пры дапамозе тэрмометра можна вызначыць, дзе якая вада знаходзіцца?
3. Зазірніце ў чайнік, 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 ці неаднародная сумесь утвараецца пры змешванні вады з: а) цукрам; б) мукой; в) алеем; г) кухоннай соллю; д) воцатам?
6. Якімі фізічнымі ўласцівасцямі адрозніваюцца паміж сабой рэчывы, сумесь якіх можна раздзяліць: а) адстойваннем; б) фільтраваннем; в) выпарваннем; г) перагонкай?
7. Для засолкі гародніны прыгатавалі сумесь, якая складаецца з солі масай 25 г і цукру масай 15 г. Чаму роўны масавыя долі кампанентаў дадзенай сумесі?
8. Як бы вы раздзялілі сумесь цукру, пяску і драўнянага пілавання? Складзіце план раздзялення, коратка апішыце кожны яго этап і раскажыце пра мяркуемыя вынікі.
9. Масавая доля кухоннай солі ў водным раствору роўна 15%. Падлічыце масу гэтага раствору, з якога можна вылучыць соль масай 300 г.

### Практычная работа 1

#### *Знаёмства з хімічнай лабараторыяй.*

#### *Раздзяленне сумесей*

Мэта работы: пазнаёміцца з самым простым абсталяваннем для правядзення лабараторных доследаў, яго прызначэннем і будовай, правіламі работы з ім; засвоіць на практыцы спосабы раздзялення сумесей.



### Самае простае лабараторнае абсталяванне

Лабараторны штатыў (мал. 17) і штатыў для прабірак (мал. 18) прызначаны для замацавання хімічнага посуду і абсталявання пры выкананні доследаў.

Спіртоўка (мал. 19) — награвальны прыбор, які дае цяпло за кошт гарэння спірту. Яна прызначана для награвання рэчываў ці матэрыялаў пры выкананні доследаў. Спіртоўка складаецца са шклянога резервуара, металічнай трубка з дыскам, кнота і каўпачка.

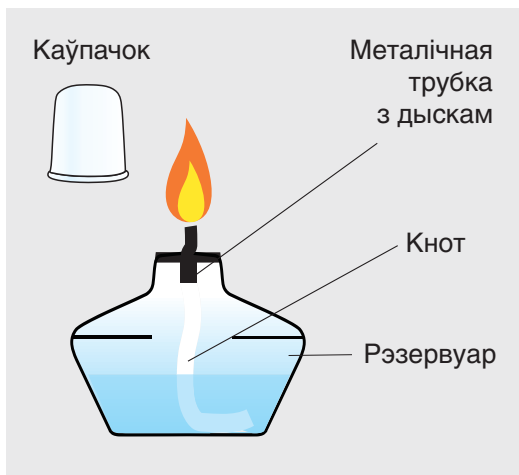
Уважліва разгледзьце спіртоўку, намалюйце, як яна пабудавана, у сшытку.



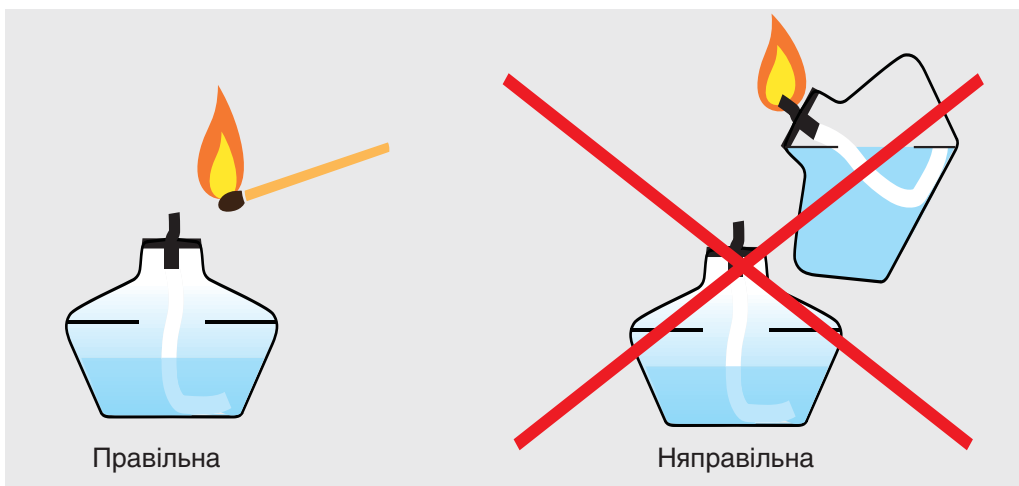
Мал. 17. Лабараторны штатыў



Мал. 18. Штатыў для прабірак



Мал. 19. Спіртоўка



Мал. 20. Запальванне спіртоўкі

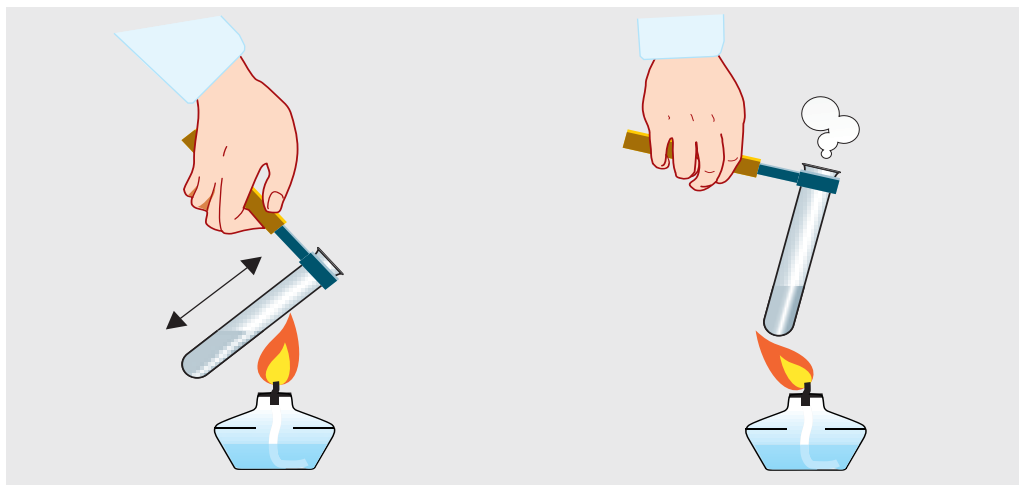
**Запомніце!** Спіртоўку можна запальваць толькі запалкамі (мал. 20). Карыстацца для гэтага запальніцай або полымем другой спіртоўкі строга забаронена, таму што гэта можа прывесці да пажару. Для таго каб загасіць спіртоўку, ні ў якім разе нельга дзьмухаць на полымя. Гасяць полымя, хутка накрывшы яго каўпачком.

Запаліце спіртоўку, а потым загасіце полымя пры дапамозе каўпачка.

### Хімічны посуд

*Посуд агульнага карыстання* — хімічныя шклянкі, прабіркы, колбы (канічная, пласкадонная і кругладонная), шклянныя трубка, шпталі і палачкі, коркі з газаадводнымі трубкамі, фарфаравыя кубкі, шклянныя лейкі.

*Вымяральны посуд* прызначаны для вымярэння аб'ёмаў вадкасцей. Да гэтага посуду адносяцца: мензуркі, мерныя цыліндры, мерныя шклянкі, мерныя колбы. На іх вонкавых сценках нанесены дзяленні, кожнаму з якіх адпавядае пэўны аб'ём (см<sup>3</sup>).



Мал. 21. Нагрыванне вады ў прабірцы

З узораў хімічнага посуду вы можаце пазнаёміцца, калі разгледзіце форзац 1 дадзенага вучэбнага дапаможніка.

Заданне. Наліце ў прабірку з хімічнай шклянкі трохкі вады (прыкладна на  $\frac{1}{3}$  аб'ёму). Пры дапамозе спецыяльнага трымальніка ўнясіце прабірку ў нахіленым стане ў верхнюю частку полымя спіртоўкі. Пры гэтым адтуліну прабіркі абавязкова накіроўвайце ў бок ад сябе і ад іншых людзей! На працягу прыкладна 5 с раўнамерна прагравайце прабірку па ўсёй даўжыні, а потым грэйце толькі яе ніжнюю частку да пачатку кіпення вады (мал. 21). Не зазірайце ў прабірку з кіпенем і не нахіляйцеся над ёю!

### Раздзяленне неаднароднай сумесі

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



### Адстойванне сумесі

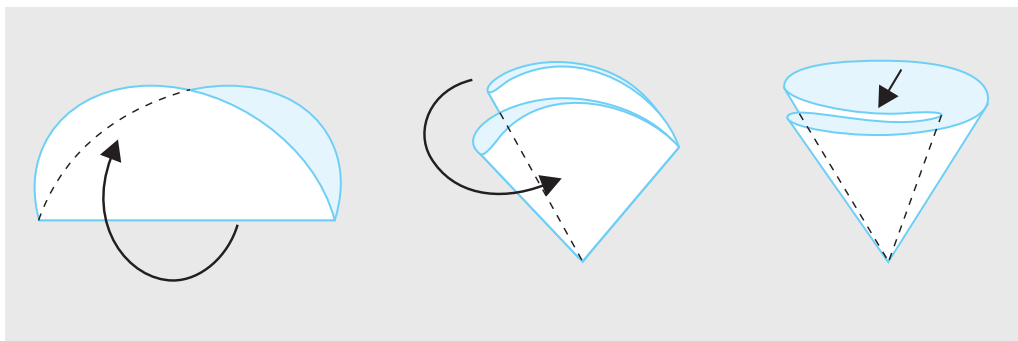
Дастаньце шкляную палачку са шклянкі і пастаўце яе пастаяць 2—3 мін. Якія змены адбыліся ў шклянцы? Запішыце свае назіранні.

### Фільтраванне

1) Падрыхтуйце папяровы фільтр. Для гэтага кружок фільтравальнай паперы складзіце ў чатыры разы, як паказана на малюнку 22. Вышыня фільтра павінна быць такой, каб яго верхні край быў прыкладна на 0,5 см ніжэй за край лейкі для фільтравання.

2) Змясціце фільтр у лейку. Для таго каб ён шчыльна прылягаў да ўнутранай паверхні лейкі, раўнамерна намачыце яго невялікай колькасцю вады. Для гэтага можна карыстацца шклянёй трубачкай.

3) Лейку з фільтрам змясціце ў кольца штатыва. Знізу пад лейкай пастаўце парожнюю шклянку так, каб яе сценка датыкалася да трубкай лейкі (гл. мал. 11). Змесціва шклянкі з сумессю вады, пяску і солі асцярожна, невялікімі порцыямі злівайце па шклянёй палачцы на фільтр. Што пры гэтым адбываецца? Празрыстая вадкасць, якая праходзіць праз фільтр, называецца **фільтратам**. Ён уяўляе сабой раствор солі ў вадзе.



Мал. 22. Выраб папяровага фільтра

### *Выпарванне*

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

2) Кубак з фільтратам устаўце ў кольца штатыва і асцярожна награвайце ў полымі спіртоўкі так, каб вадкасць з кубка выпарвалася без кіпення. Што засталася на дне кубка пасля выпарэння ўсёй вадкасці? Што ўяўляе сабой гэты белы парашок? Чым ён адрозніваецца ад першапачатковай сумесі солі з пяском?

### Састаўленне справаздачы аб праведзенай рабоце

Пералічыце спосабы, якія вы выкарыстоўвалі для раздзялення сумесі солі з пяском. Зрабіце малюнку, запішыце вынікі работы. Сфармулюйце вывады.

## **§ 3. Атамы. Хімічныя элементы**

Зямля, на якой мы жывём, і ўсё, што вакол нас, як і мы самі, складаецца з самых разнастайных рэчываў. А з чаго складаюцца самі рэчывы? Вядома, што іх можна драбніць на больш мелкія часткі, а тыя, у сваю чаргу, на яшчэ больш дробныя. Ці ёсць мяжа такога дзялення? Што ўяўляюць сабой часціцы, якія больш ужо нельга раздрабніць звычайнымі спосабамі? Над гэтымі пытаннямі задумваліся вучоныя яшчэ ў глыбокай старажытнасці.

### Атамная будова рэчываў

Першыя ўяўленні пра атамы як найменшыя, больш непадзельныя часціцы рэчываў з'явіліся ў вучоных Старажытнай Грэцыі яшчэ за 400 гадоў да нашай эры.

Доказаў існавання атамаў у той час, канешне, не было, і гэтае вучэнне было забытае амаль на 2 тыс. гадоў. І толькі ў самым пачатку XIX ст. ідэя атамнай будовы рэчываў была ўзноўлена англійскім вучоным Д. Дальтанам.

Згодна з яго тэорыяй, усе рэчывы складаюцца з вельмі маленькіх часціц — атамаў.



У працэсе хімічных пераўтварэнняў атамы не разбураюцца і не ўзнікаюць зноў, а толькі пераходзяць з адных рэчываў у іншыя. Яны з'яўляюцца як бы дэталямі канструктара, з якіх можна збіраць разнастайныя прадметы.

■ **Атамы — самыя маленькія, хімічна непадзельныя часціцы.**

### Хімічныя элементы

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

■ **Хімічны элемент — пэўны від атамаў.**

Пазней, пасля вывучэння будовы атама, вы даведаецеся больш дасканалае азначэнне гэтага паняцця.

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



Са 118 хімічных элементаў у прыродзе сустракаюцца толькі 92, а астатнія 26 былі атрыманы штучна пры дапамозе спецыяльных фізічных метадаў.

З атамаў хімічных элементаў такой невялікай колькасці пабудаваны ўсе рэчывы, якія існуюць у прыродзе і атрыманы хімікамі ў лабараторыях. А гэта ў цяперашні час больш за 185 млн рэчываў. Усе яны ўяўляюць сабой самыя розныя спалучэнні атамаў тых ці іншых элементаў. Таксама, 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 абазначэнне — хімічны сімвал (знак). **Хімічны сімвал — умоўнае абазначэнне хімічнага элемента пры дапамозе літар яго лацінскай назвы.**

Сімвалы хімічных элементаў складаюцца з адной або дзвюх літар іх лацінскай назвы. Зразумела, што другая літара патрэбна, каб адрозніваць элементы, у назвах якіх першыя літары аднолькавыя. Напрыклад, элемент вуглярод абазначаецца першай літарай яго лацінскай назвы *C* *Carboneum* (карбонеўм), а элемент медзь — дзвюма першымі літарамі яго лацінскай назвы *Cu* — *Cuprum* (купрум).

Сучасныя сімвалы і назвы хімічных элементаў вы знойдзеце ў табліцы «Перыядычная сістэма хімічных элементаў Д. І. Мендзялеева» на форзацы 2. Сімвалы і назвы некаторых элементаў, якія неабходны вам на пачатковым этапе вывучэння хіміі, прыведзены ў табліцы 1.

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

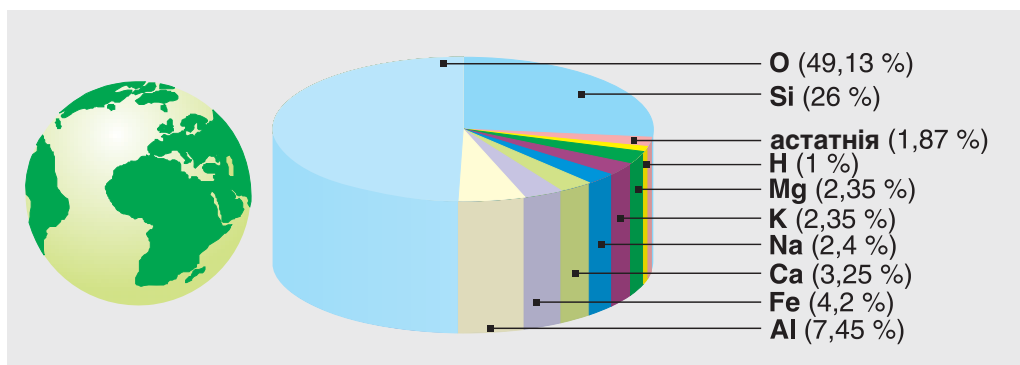
| Назва хімічнага элемента | Хімічны сімвал элемента | Вымаўленне хімічнага сімвала | Адносная атамная маса |
|--------------------------|-------------------------|------------------------------|-----------------------|
| Азот                     | N                       | эн                           | 14                    |
| Алюміній                 | Al                      | алюміній                     | 27                    |
| Вадарод                  | H                       | аш                           | 1                     |
| Вуглярод                 | C                       | цэ                           | 12                    |
| Жалеза                   | Fe                      | ферум                        | 56                    |
| Золата                   | Au                      | аўрум                        | 197                   |
| Калій                    | K                       | калій                        | 39                    |
| Кальцый                  | Ca                      | кальцый                      | 40                    |



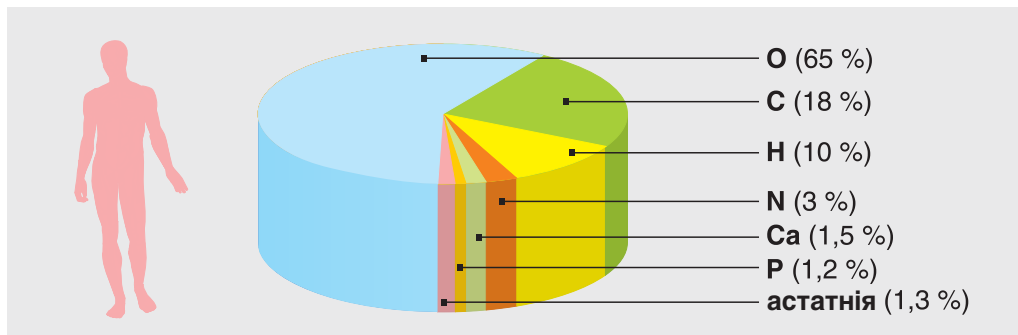


| Назва хімічнага элемента | Хімічны сімвал элемента | Вымаўленне хімічнага сімвала | Адносная атамная маса |
|--------------------------|-------------------------|------------------------------|-----------------------|
| Кісларод                 | O                       | о                            | 16                    |
| Магній                   | Mg                      | магній                       | 24                    |
| Медзь                    | Cu                      | купрум                       | 64                    |
| Натрый                   | Na                      | натрый                       | 23                    |
| Сера                     | S                       | эс                           | 32                    |
| Серабро                  | Ag                      | аргентум                     | 108                   |
| Фосфар                   | P                       | пэ                           | 31                    |
| Хлор                     | Cl                      | хлор                         | 35,5                  |
| Цынк                     | Zn                      | цынк                         | 65                    |

Распаўсюджанасць хімічных элементаў у прыродзе надзвычай нераўнамерная. Самы распаўсюджаны элемент у зямной кары (слоі, таўшчыня якога 16 км) — кісларод **O**. Яго ўтрыманне складае 49,13 % ад агульнай колькасці атамаў усіх элементаў. Долі астатніх элементаў паказаны на малюнку 23.



Мал. 23. Распаўсюджанасць хімічных элементаў у зямной кары



Мал. 24. Утрыманне хімічных элементаў у цэле чалавека (у % ад агульнай масы)

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. Атамы гэтых двух элементаў — вадароду і гелію — складаюць аснову зоркавай матэрыі.

У арганізме чалавека на долю атамаў кіслароду **O** прыпадае 65 % ад масы цела, у той час як доля атамаў вугляроду **C** складае 18 %, вадароду **H** — 10 %, азоту **N** — 3 % (мал. 24).

*Атамы — самыя маленькія, хімічна непадзельныя часціцы.*

*У працэсе хімічных пераўтварэнняў атамы не разбураюцца і не ўзнікаюць зноў, а толькі пераходзяць з адных рэчываў у іншыя.*

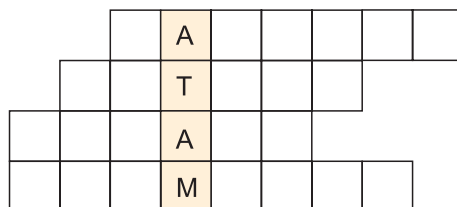
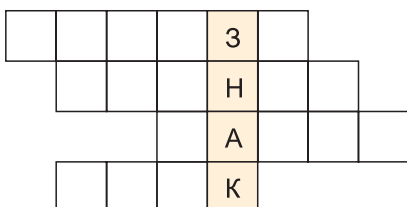
*Кожны асобны від атамаў называецца хімічным элементам. Ён мае сваю назву і абазначэнне — хімічны сімвал.*

### Пытанні і заданні

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



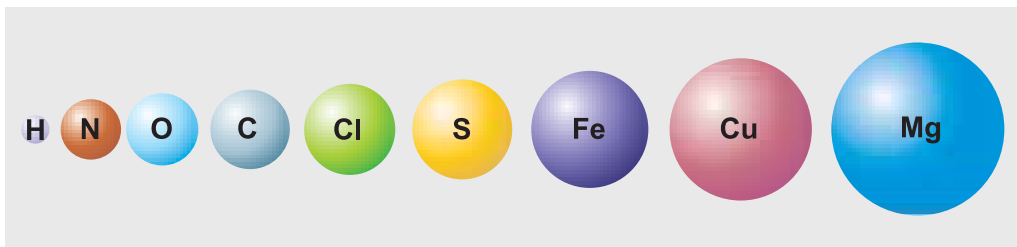
- Назавіце элементы, якія займаюць першыя тры месцы па распаўсюджванні ў зямной кары. Якая агульная доля (%) атамаў усіх астатніх элементаў?
- Карыстаючыся *Дадаткам 6* у канцы вучэбнага дапаможніка, вызначыце хімічныя элементы (не менш за пяць), атамы якіх уваходзяць у састаў вады, кухоннай солі, цукру, прыроднага газу.
- Выпішыце з табліцы 1 (с. 31) назвы хімічных элементаў: а) жаночага роду; б) сярэдняга роду; в) мужчынскага роду.
- Разгадайце красворды, запішыце ў сшытак у пустыя клеткі па гарызанталі назвы хімічных элементаў:



- Складзіце самастойна такі ж красворд для слова «сімвал». Умова: нельга выкарыстоўваць першую літару назвы элемента.
- На падставе даных малюнка 24 разлічыце масу атамаў вугляроду, вадароду і азоту ў вашым целе.

## § 4. Адносная атамная маса хімічных элементаў

Успомніце, чым адрозніваюцца паміж сабой атамы розных элементаў. На малюнку 25 паказаны шаравыя мадэлі атамаў некаторых хімічных элементаў, канешне, не ў рэальных памерах, а шматразова павялічаныя. Насамрэч атамы

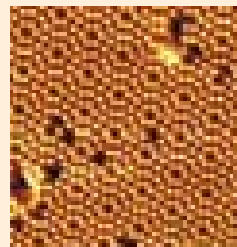


Мал. 25. Шаравыя мадэлі атамаў некаторых хімічных элементаў

настолькі дробныя, што іх немагчыма разгледзець у мікраскопы, якія павялічваюць у дзясяткі і нават сотні тысяч разоў.



У канцы ХХ ст. у вучоных з'явіліся больш да-сканальныя мікраскопы, якія дазваляюць дася-гаць павелічэння ў некалькі дзясяткаў мільёнаў разоў. На малюнку паказаны фотаздымак паверхні крэмнію, які атрыманы пры дапамозе такога мік-раскопа. На ім выразна бачныя асобныя атамы, якія размяшчаюцца на паверхні гэтага рэчыва.

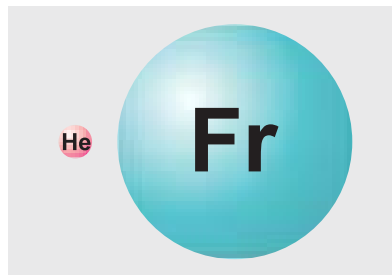


### Памеры і маса атамаў

Сучасная сусветная навука валодае метадамі, якія дазва-ляюць выяўляць памеры і масы атамаў. Так, напрыклад, самы лёгкі атам — атам вадароду **H**. Яго маса роўна 0,000000000000000000000000000016735 кг. Самым маленькім з'яўляецца атам гелію **He**. Дыяметр гэтага атама роўны прыблізна 0,000000000244 м. Запісваць і чытаць такія лікі нязручна, таму звычайна іх прадстаўляюць у стандарт-ным выглядзе:  $1,6735 \cdot 10^{-27}$  кг і  $2,44 \cdot 10^{-10}$  м. Пры такім запісе лікі 27 і 10 паказваюць на тое, у якім разрадзе пасля коскі знаходзіцца першая лічба, якая адрозніваецца ад нуля. Знак «мінус» азначае, што сам гэты лік меншы за адзінку.

Атамы большасці хімічных эле-ментаў па сваіх памерах значна большыя за атам гелію. Самы вя-лікі з іх — атам элемента францыю. Яго дыяметр у 7 разоў большы за дыяметр атама гелію (мал. 26).

Яшчэ больш значна атамы роз-ных элементаў адрозніваюцца па масе. Маса атама абазначаецца сім-валам  $m_a$  і выяўляецца ў кілаграмах.



Мал. 26. Параўнальныя паме-ры атамаў гелію і францыю



Так, напрыклад, маса атама вугляроду роўна:

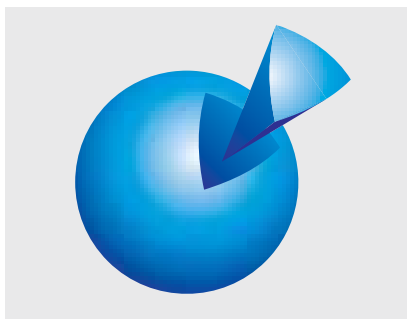
$$m_a(\text{C}) = 19,94 \cdot 10^{-27} \text{ кг},$$

а атама кіслароду —  $m_a(\text{O}) = 26,56 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$ .

Маса атама самага цяжкага з існуючых на Зямлі элементаў — урану U — амаль у 237 разоў большая за масу атама вадароду.

### Адносная атамная маса

Карыстацца такімі маленькімі велічынямі мас атамаў пры разліках нязручна. Калі ў XIX ст. пачало складацца 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 меркавалі, што гэтыя суадносіны прапарцыянальны суадносінам мас адпаведных атамаў. Зыходзячы з гэтага, у пачатку XIX ст. Д. Дальтан прапанаваў паняцце **адноснай атамнай масы**. Яна ўяўляла сабой лік, які дэманстраваў у колькі разоў маса атама дадзенага элемента большая за масу самага лёгкага атама — вадароду. У цяперашні час масы атамаў параўноўваюць з адмысловым «эталонам» — атамнай адзінкай



Мал. 27. Схематычнае адлюстраванне  $\frac{1}{12}$  часткі атама вугляроду

масы —  $\frac{1}{12}$  часткай масы атама вугляроду (мал. 27):

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

Калі параўноўваюць з гэтай велічынёй масы атамаў розных хімічных элементаў, атрымліваюць значэнні іх адносных атамных мас.

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

Адносная атамная маса абазначаецца сімвалам  $A_r$  ( $A$  — першая літара англійскага слова *atomic* — атамная,  $r$  — першая літара англійскага слова *relative*, што значыць «адносны»):

$$A_r(X) = \frac{m_a(X)}{\frac{1}{12} m_a(C)},$$

дзе  $X$  — сімвал дадзенага элемента.

Напрыклад, адносная атамная маса вадароду:

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

а кіслароду:

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

Значэнні адносных атамных мас усіх хімічных элементаў прыведзены ў табліцы перыядычнай сістэмы на форзацы 2 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 дадзеных элементаў роўны:

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

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

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



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

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

Адносіны мас атамаў жалеза і азоту роўны:

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

Інакш кажучы, адносіны мас атамаў гэтых элементаў роўны адносінам іх адносных атамных мас. Вынікае, што 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 трэба адрозніваць адносную атамную масу — велічыню безразмерную (напрыклад,  $A_r(\text{O}) = 16$ ) ад масы атама — велічыні, якая выражаецца ў адзінках масы, напрыклад у кілаграмах:

$$m_a(\text{O}) = 26,56 \cdot 10^{-27} \text{ кг.}$$

*Атамы розных хімічных элементаў адрозніваюцца масамі і памерамі.*

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



### Пытанні і заданні

1. У чым адрозненне паняццяў «маса атама» і «адносная атамная маса»?
2. Карыстаючыся данымі табліцы 1 (с. 31), запоўніце ў сшытку ніжэйпрыведзеную табліцу:

|                       |      |   |    |        |    |    |
|-----------------------|------|---|----|--------|----|----|
| Назва элемента        | цынк |   |    | магній |    |    |
| Сімвал элемента       |      | P |    |        | Ag |    |
| Адносная атамная маса |      |   | 40 |        |    | 32 |

3. Карыстаючыся данымі табліцы 1, запішыце сімвалы хімічных элементаў па парадку ўзрастання іх адносных атамных мас.
4. Вызначыце, у колькі разоў:
  - а) атам кіслароду лягчэйшы за атам серы;
  - б) атам вугляроду лягчэйшы за атам серабра.
5. Разлічыце ў колькі разоў  $\frac{1}{12}$  частка масы атама С меншая за 1 г.
6. Маса атама серабра ў 4 разы большая за масу атама іншага хімічнага элемента. Вызначыце гэты элемент.
7. Разлічыце адносныя атамныя масы элементаў, калі масы іх атамаў роўны: а)  $3,24 \cdot 10^{-25}$  кг; б)  $3,95 \cdot 10^{-22}$  г. Знайдзіце гэтыя элементы ў табліцы перыядычнай сістэмы на форзацы 2.
8. Разлічыце масу цукру, які патрэбна растварыць у вадзе масай 120 г, для атрымання раствору з масавай доляй цукру, роўнай 20 %.

## § 5. Малекулы. Простыя рэчывы

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

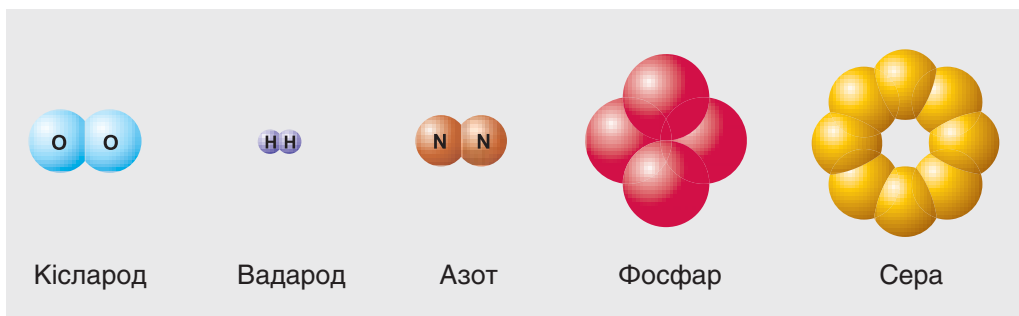


## Малекулы

Што ж такое малекула?

**Малекула — найменшая часціца рэчыва, здольная існаваць самастойна і захоўваць яго хімічныя ўласцівасці.**

Малекулы высакародных газаў аднаатамныя, а малекулы такіх рэчываў, як кісларод  $O_2$ , вадарод  $H_2$ , азот  $N_2$ , складаюцца з двух атамаў (мал. 28). Малекула фосфару  $P_4$  утрымлівае чатыры атамы, а серы  $S_8$  — восем.



Мал. 28. Шаравыя мадэлі малекул

## Простыя рэчывы

Атамы хімічных элементаў уваходзяць у састаў розных рэчываў. Калі рэчыва складаецца з атамаў толькі аднаго хімічнага элемента, то яно адносіцца да простых рэчываў.

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

У звычайных умовах простыя рэчывы могуць знаходзіцца ў розных агрэгатных станах. Напрыклад, вадарод і кісларод — газы, бром — вадкасць, сера і фосфар — цвёрдыя рэчывы.

Атамы кіслароду ўтвараюць два вядомыя простыя рэчывы: адно з іх — **кісларод** — складаецца з дзвюхатамных малекул  $O_2$ , а другое — **азон** — з трохатамных малекул  $O_3$ .

### Металы і неметалы

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

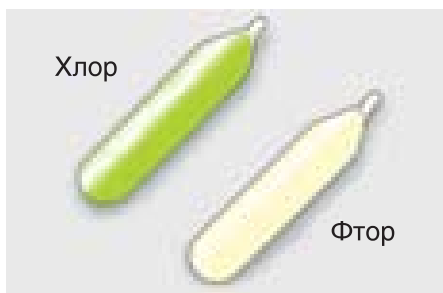
Усе **металы** пры пакаёвай тэмпературы з'яўляюцца цвёрдымі рэчывамі (за выключэннем ртуті), добра праводзяць электрычны ток і цеплату, маюць характэрны металічны бляск. Многія металы пластычныя, г. зн. мяняюць сваю форму пры механічным уздзеянні. Дзякуючы гэтай уласцівасці, металы можна каваць, расплюшчваць, выцягваць у дрот.

Да металаў адносіцца большасць простых рэчываў.

Хоць простых рэчываў **неметалаў** нашмат менш, па сваіх фізічных уласцівасцях яны адрозніваюцца паміж сабой значна больш, чым металы. Амаль усе яны дрэнна праводзяць электрычны ток і цеплату. Многія з неметалаў у звычайных умовах з'яўляюцца крохкімі цвёрдымі рэчывамі (мал. 29), іншыя — газамі (мал. 30, с. 42), а бром — вадкасцю (мал. 31, с. 42).



Мал. 29. Цвёрдыя простыя рэчывы



Мал. 30. Газпадобныя простыя рэчывы



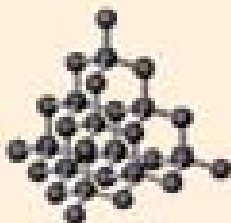
Мал. 31. Бром — вадкае простае рэчыва



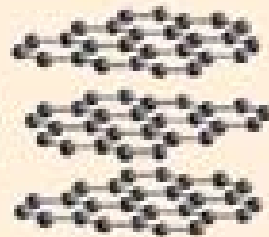
Усе металы і некаторыя неметалы складаюцца не з малекул, а з атамаў. Напрыклад, простыя рэчывы-неметалы алмаз і графіт складаюцца з атамаў аднаго і таго ж хімічнага элемента — вугляроду. Аднак уласцівасці гэтых рэчываў моцна адрозніваюцца: алмаз — празрыстае, самае цвёрдае ў прыродзе рэчыва, а графіт — цёмнашэрае, непразрыстае, мяккае рэчыва. Іх уласцівасці адрозніваюцца таму, што іх крышталі маюць розную будову.



Алмаз



Графіт



### Назвы простых рэчываў

У цяперашні час вядома каля 550 простых рэчываў, хоць хімічных элементаў пакуль адкрыта толькі 118. Назвы большасці простых рэчываў такія ж, як і назвы адпаведных хімічных элементаў. Толькі ў элемента вугляроду простыя

рэчывы (як вы ўжо ведаеце) 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.

Хімічны элемент — гэта адпаведны від атамаў. Таму назва хімічнага элемента — гэта агульная назва ўсіх атамаў гэтага віда. Кожны хімічны элемент абазначаецца пры дапамозе адпаведнага хімічнага сімвала.

У той жа час паняцце «простае рэчыва» азначае канкрэтнае хімічнае рэчыва, утворанае атамамі аднаго віда. Яно характарызуецца пэўным саставам, будовай, фізічнымі і хімічнымі ўласцівасцямі.

Напрыклад, калі кажуць пра тое, што ў састаў вады  $\text{H}_2\text{O}$  ўваходзіць кісларод, то маюць на ўвазе атамы гэтага хімічнага элемента, а калі кажуць пра кісларод, які ўваходзіць у састаў паветра, менавіта тут размова ідзе пра простае рэчыва  $\text{O}_2$ .

Больш падрабязна пра адрозненні паняццяў «простае рэчыва» і «хімічны элемент» вы даведаецеся пазней.

*Маллекула — найменшая часціца рэчыва, здольная існаваць самастойна і захоўваць яго хімічныя ўласцівасці.*

*Простыя рэчывы складаюцца з атамаў аднаго хімічнага элемента.*

*Простыя рэчывы падзяляюць на металы і неметалы.*

### Пытанні і заданні

1. Якія формы існавання атамаў хімічных элементаў ёсць у прыродзе?
2. Напішыце назвы вядомых вам простых рэчываў, якія можна сустрэць у навакольным свеце. Вызначыце іх адрэгатны стан у звычайных умовах.



3. У чым сутнасць адрознення паняццяў «хімічны элемент» і «простая рэчыва»? Патлумачце на прыкладзе кіслароду.
4. На якія дзве групы падзяляюць простыя рэчывы?
5. Зрабіце з пластыліну мадэлі малекул вадароду, кіслароду, азоту, фосфару і серы ў адпаведнасці з малюнкам 28. Зрабіце фота гэтых мадэляў.
6. Лік простых рэчываў у некалькі разоў перавышае лік вядомых хімічных элементаў. Чым гэта можна патлумачыць?
7. Масавая доля магнію ў яго сумесі з алюмініем роўна 12,5 %. Разлічыце, у колькі разоў адрозніваюцца масы металаў у гэтай сумесі.

## § 6. Складаныя рэчывы

Хімічныя элементы існуюць не толькі ў выглядзе простых рэчываў. Іх атамы таксама могуць уваходзіць у састаў самых разнастайных складаных рэчываў, або 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. Гэта, напрыклад, вада, метан, цукар, кухонная соль.



Складаныя рэчывы падзяляюць на дзве групы — арганічныя і неарганічныя. Вам знаёмыя такія арганічныя рэчывы, як цукар (цукроза), воцатная і лімонная кіслоты, спірт, крухмал, бялкі, тлушчы. Многія з іх утрымліваюцца ў жывёльных і раслінных арганізмах. Яны ўваходзяць у склад прадуктаў харчавання, паліва, лекаў, фарбавальнікаў, самых разнастайных матэрыялаў. Неарганічныя рэчывы таксама шырока распаўсюджаны ў навакольным свеце і складаюць аснову нежывой прыроды. Яны з'яўляюцца кампанентамі атмасферы (кісларод, азот), літасферы (мінералы, горныя пароды) і гідрасферы (вада). Неарганічныя рэчывы таксама сустракаюцца ў паўсядзённым жыцці. Гэта, напрыклад, кухонная соль, мел, марганцоўка, аміяк, вуглякіслы газ.

### 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  $\text{H}_2\text{O}$  складаецца з атамаў вадароду і кіслароду, а метан  $\text{CH}_4$  — з атамаў вугляроду і вадароду.

Колькасць атамаў кожнага элемента ў саставе малекулы 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.

Любое складанае рэчыва можна раскласці на некалькі новых рэчываў. Напрыклад, ваду пры дапамозе электрычнага току можна раскласці на вадарод і кісларод:



Уласцівасці простых рэчываў (вадароду і кіслароду), якія пры гэтым атрымліваюцца, зусім не падобныя да ўласцівасцей складанага рэчыва 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, існуюць у звычайных умовах у розных агрэгатных станах. Напрыклад, метан — газ, вада — вадкасць, цукар — цвёрдае рэчыва. Пры змене тэмпературы рэчыва пераходзіць з аднаго агрэгатнага стану ў іншы.

Чым адрозніваюцца складаныя рэчывы і сумесі розных рэчываў? Асноўныя адрозненні паміж імі прыведзены ў табліцы 2 на старонцы 46.





Табліца 2. Адрозненні паміж складанымі рэчывамі і сумесямі рэчываў

| Складанае рэчыва<br>(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 пераўтварэнняў                         | Раздзяляецца на састаўныя часткі пры дапамозе розных фізічных метадаў |

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

*Кожнае чыстае рэчыва мае пэўны якасны і колькасны састаў.*

*Уласцівасці складанага рэчыва адрозніваюцца ад уласцівасцей простых рэчываў, якія ўтвараюцца пры яго раскладанні.*

### Пытанні і заданні

1. Якія рэчывы называюцца складанымі? Прывядзіце прыклады.
2. Патлумачце, чым адрозніваюцца простыя і складаныя рэчывы. Што агульнае паміж імі? Пакажыце на канкрэтных прыкладах.
3. З прыведзенага пераліку рэчываў выпішыце асобна спачатку простыя, а потым складаныя рэчывы: кісларод, цукар, азот, жалеза, кухонная соль, алюміній, вада, метан, сера.
4. Серу масай 15 г змяшалі з алюмініем масай 45 г. Разлічыце масавую долю неметалу ва ўтворанай сумесі.

5. Пры награванні цвёрдага рэчыва ўтварыліся газ і новае цвёрдае рэчыва. Простым ці складаным было зыходнае рэчыва?
6. Чым адрозніваюцца паміж сабой складаныя рэчывы і сумесі? Патлумачце на прыкладзе вады і сумесі вадароду з кіслародам.

## § 7. Хімічная формула

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 пры дапамозе хімічных сімвалаў і індэксаў.**

Якасны састаў рэчыва выражаецца пры дапамозе сімвалаў хімічных элементаў, а колькасны — пры дапамозе індэксаў, якія запісваюцца справа і крыху ніжэй сімвалаў хімічных элементаў. **Індэкс — лік атамаў дадзенага хімічнага элемента ў формуле рэчыва.**

Напрыклад, хімічная формула простага рэчыва вадароду, малекула якога складаецца з двух атамаў, запісваецца так:

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

і чытаецца *аш-два*.

Састаў простых рэчываў-металаў і некаторых неметалаў запісваюць сімваламі адпаведных элементаў без індэксаў. Так, формула простага рэчыва жалеза — **Fe**, медзі — **Cu**, алюмінію — **Al**, вугляроду — **C**.

Формулы шэрага простых рэчываў-неметалаў, якія складаюцца з дзвюхатамных малекул, запісваюцца і вымаўляюцца так: кіслароду — **O<sub>2</sub>** (*о-два*), хлору — **Cl<sub>2</sub>** (*хлор-два*), азоту — **N<sub>2</sub>** (*эн-два*). Формула азону, які складаецца з трохатамных малекул, — **O<sub>3</sub>** (*о-тры*), а формула серы, якая ўтворана васьміатамнымі малекуламі, — **S<sub>8</sub>** (*эс-восем*).

Формулы складаных рэчываў таксама адлюстроўваюць іх якасны і колькасны састаў. Напрыклад, формула вады,



як вы ўжо добра ведаеце, —  $\text{H}_2\text{O}$  (*аш-два-о*), метану —  $\text{CH}_4$  (*цэ-аш-чатыры*), аміяку —  $\text{NH}_3$  (*эн-аш-тры*). Гэтак жа чытаюцца формулы любых складаных рэчываў. Напрыклад, формула сернай кіслаты —  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (*аш-два-эс-о-чатыры*), а глюкозы —  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$  (*цэ-шэсць-аш-дванаццаць-о-шэсць*).

Сярод мноства складаных рэчываў вядомыя і такія, якія складаюцца не з малекул, а з вялікай колькасці атамаў. Формулы такіх рэчываў паказваюць толькі найпрасцейшыя суадносіны колькасці атамаў розных хімічных элементаў, якія ў іх утрымліваюцца. Напрыклад, формула  $\text{Al}_2\text{O}_3$  паказвае, што ў крышталях гэтага рэчыва найпрасцейшыя суадносіны колькасці атамаў алюмінію і кіслароду складаюць 2 : 3.

У формулах шэрага складаных рэчываў лікавыя індэксы паказваюць таксама колькасць груп атамаў, якія заключаны ў круглыя дужкі, напрыклад:  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  (*алюміній-два-эс-о-чатыры-тройчы*),  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$  (*магній-эн-о-тры-двойчы*) і г. д.

У табліцы 3 прадстаўлены формульныя запісы і схематычнае адлюстраванне саставу розных часціц.

Табліца 3. Спосабы запісу і схематычнае адлюстраванне саставу часціц

| Формульны запіс  | Змест запісу  | Схематычнае адлюстраванне |
|------------------|---|---------------------------|
| H                | Адзін атам вадароду   |                           |
| 3H               | Тры атамы вадароду  |                           |
| H <sub>2</sub>   | Адна малекула вадароду  |                           |
| 2H <sub>2</sub>  | Дзве малекулы вадароду  |                           |
| H <sub>2</sub> O | Адна малекула вады (складаецца з двух атамаў вадароду і аднаго атама кіслароду) |                           |

| Формульны запіс          | Змест запісу   | Схематычнае адлюстраванне |
|--------------------------|--|---------------------------|
| $\text{Na}_2\text{SO}_4$ | <p>Найпрасцейшая формула рэчыва, якое складаецца з атамаў натрыю, серы і кіслароду</p> $\text{Na} : \text{S} : \text{O} = 2 : 1 : 4$ |                           |

На падставе хімічнай формулы складанага рэчыва можна разлічыць, якая частка яго адноснай малекулярнай масы прыпадае на атамы дадзенага хімічнага элемента. Інфармацыя пра гэта ёсць у *Дадатку 3* у канцы вучэбнага дапаможніка.

*Якасны і колькасны састаў рэчыва выражаецца пры дапамозе хімічнай формулы.*

*Хімічная формула рэчыва паказвае састаў яго малекулы.*

### Пытанні і заданні

- Прачытайце ўголас наступныя хімічныя формулы:  $\text{KCl}$ ,  $\text{CaSO}_4$ ,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$ ,  $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ .
- Ахарактарызуйце якасны і колькасны састаў рэчываў:  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{KClO}_3$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CuSO}_4$ ,  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ . Прачытайце ўголас гэтыя формулы.
- Прыведзіце прыклады вядомых вам складаных рэчываў. Напішыце формулы простых рэчываў, з якіх магло б атрымацца кожнае з названых вамі складаных рэчываў.
- Запішыце хімічныя формулы рэчываў: вада, вуглякіслы газ, кісларод, азот, кухонная соль. Прачытайце ўголас формулы гэтых рэчываў. Назавіце вядомыя вам галіны іх прымянення.
- Вызначыце агульную колькасць атамаў, якія ўваходзяць у састаў формулы кожнага з наступных рэчываў:  $\text{MgS}$ ,  $\text{CaSO}_3$ ,  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ,  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ . Прачытайце ўголас 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. Разлічыце колькасць малекул вуглякіслага газу, у якіх агульны лік усіх атамаў роўны іх ліку ў шасці малекулах кіслароду  $O_2$ .
8. Пазнаёміўшыся з *Дадаткам 3*, разлічыце масавую долю хімічнага элемента калію ў складаным рэчыве  $KCl$ , якое выкарыстоўваюць для падкормкі раслін.

## § 8. Адносная малекулярная маса

Кожны хімічны элемент характарызуецца пэўным значэннем адноснай атамнай масы. Састаў любога рэчыва выражаецца яго формулай. Паколькі маса атамаў выражаецца як у кілаграмах, так і ў атамных адзінках масы, то і маса малекулы выражаецца такім самым чынам.

### Адносная малекулярная маса

Рэчывы 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  $\frac{1}{12}$  частку масы атама вугляроду.**

Адносная малекулярная маса роўна суме адносных атамных мас усіх хімічных элементаў з улікам колькасці іх атамаў у малекуле.

Напрыклад, разлічым адносную малекулярную масу вады  $H_2O$ :

$$M_r(H_2O) = 2 \cdot A_r(H) + A_r(O) = 2 \cdot 1 + 16 = 18.$$

Знойдзем адносную малекулярную масу сернай кіслаты  $H_2SO_4$ :

$$\begin{aligned} M_r(H_2SO_4) &= 2 \cdot A_r(H) + A_r(S) + 4 \cdot A_r(O) = \\ &= 2 \cdot 1 + 32 + 4 \cdot 16 = 98. \end{aligned}$$

Выканаем такі ж разлік для рэчыва, формула якога  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ :

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

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 атамную адзінку масы. Напрыклад, калі  $M_r(\text{H}_2\text{O}) = 18$ , гэта азначае, што маса малекулы  $\text{H}_2\text{O}$  ў 18 разоў большая за  $\frac{1}{12}$  частку масы атама вугляроду (атамную адзінку масы).

Калі ведаць велічыню адноснай малекулярнай масы рэчыва, можна разлічыць масу адной яго малекулы:

$$\begin{aligned} m(\text{мал. H}_2\text{SO}_4) &= M_r(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot \frac{1}{12} m_a(\text{C}) = \\ &= 98 \cdot 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг} = 1,63 \cdot 10^{-25} \text{ кг}. \end{aligned}$$

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

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

### Пытанні і заданні

1. Назавіце адрозненні велічынь: адносная малекулярная маса і маса малекулы.
2. Разлічыце адносныя малекулярныя масы наступных рэчываў:  $\text{HCl}$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{O}_3$ .



3. Маса сумесі цукру з кухоннай соллю роўна 150 г, а масавая доля цукру ў ёй складае 18 %. Разлічыце масы гэтых рэчываў ва ўказанай сумесі.
4. У састаў малекулы аднаго са злучэнняў азоту з кіслародам уваходзяць тры атамы кіслароду. Адносна малекулярная маса гэтага рэчыва роўна 76. Устанавіце хімічную формулу гэтага рэчыва.
5. Пры гарэнні серы ў кіслародзе ўтвараецца злучэнне з адноснай малекулярнай масай, роўнай 64. Устанавіце хімічную формулу гэтага злучэння.
6. У водным раствору глюкозы яе маса роўна 18 г, а масавая доля гэтага рэчыва складае 10 %. Разлічыце масу вады, якая ўтрымліваецца ва ўказаным раствору.

## § 9. Валентнасць

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

Разгледзім хімічныя формулы некалькіх злучэнняў вадароду з атамамі іншых элементаў:

$\text{HCl}$   
хлоравадарод

$\text{H}_2\text{O}$   
вада

$\text{NH}_3$   
аміяк

$\text{CH}_4$   
метан

Няцяжка заўважыць, што атам хлору звязаны з адным атамам вадароду, атам кіслароду — з двума, атам азоту — з трыма, а атам вугляроду — з чатырма атамамі вадароду. У той жа час у малекуле вуглякіслага газу  $\text{CO}_2$  атам вугляроду звязаны з двума атамамі кіслароду. З гэтых прыкладаў бачна, што атамы валодаюць рознай здольнасцю злучацца з іншымі атамамі.

### Вызначэнне валентнасці

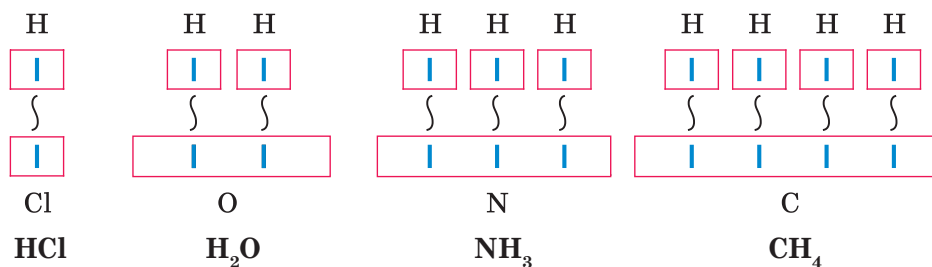
Здольнасць атамаў злучацца з іншымі атамамі выражаецца пры дапамозе колькаснай характарыстыкі, якая называецца валентнасцю.

**Валентнасць — мера здольнасці атамаў дадзенага хімічнага элемента злучацца з іншымі атамамі.**

Давайце яшчэ раз звернем увагу на формулы, якія прыведзены на старонцы 52. Мы бачым, што сярод іх няма формулы, у якой на адзін атам вадароду прыпадала б некалькі атамаў другіх хімічных элементаў.

Вынікае, што адзін атам вадароду можа злучыцца толькі з адным атамам іншага элемента. Таму яго валентнасць лічыцца роўнай аднаму, г. зн. **вадарод аднавалентны**.

Валентнасць атама якога-небудзь іншага элемента роўна колькасці злучаных з ім атамаў вадароду. Таму ў малекуле **HCl** валентнасць атама хлору роўна аднаму, а ў малекуле **H<sub>2</sub>O** валентнасць атама кіслароду роўна двум. З той жа прычыны ў малекуле **NH<sub>3</sub>** валентнасць атама азоту роўна тром, а ў малекуле **CH<sub>4</sub>** валентнасць атама вугляроду роўна чатыром. Калі ўмоўна пазначыць адзінку валентнасці рысачкай |, то вышэйсказанае можна адлюстраваць схематычна:



Хвалістыя лініі паміж атамамі ўказваюць на тое, што яны ўжо злучаны паміж сабой.

Колькаснае значэнне 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, як правіла, атамы кіслароду праяўляюць валентнасць, роўную двум. Ведаючы гэта, можна вызначаць валентнасці атамаў іншых элементаў





у іх бінарных злучэннях з кіслародам. (**Бінарнымі** называюцца злучэнні, якія складаюцца з атамаў толькі двух хімічных элементаў.) Каб вызначыць валентнасць, неабходна выконваць простыя правіла:

У хімічнай формуле бінарнага злучэння агульная колькасць адзінак валентнасці аднаго элемента заўсёды роўна агульнай колькасці адзінак валентнасці другога элемента.

Так, у малекуле вады  $\text{H}_2\text{O}$  агульная колькасць адзінак валентнасці двух атамаў вадароду роўна здабытку валентнасці аднаго атама на адпаведны лік індэкса ў формуле:

$$I \cdot 2 = 2.$$

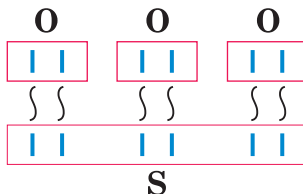
Такім чынам, колькасць адзінак валентнасці атама кіслароду роўна двум:

$$II \cdot 1 = 2.$$

Па велічыні валентнасці атамаў аднаго элемента можна вызначаць валентнасць атамаў другога элемента. Напрыклад, вызначым валентнасць атама серы ў малекуле  $\text{SO}_3$ :



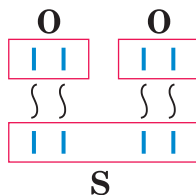
Згодна з вышэйпрыведзеным правілам  $x \cdot 1 = II \cdot 3$ , адсюль  $x = VI$ :



Існуе і іншае злучэнне серы з кіслародам —  $\text{SO}_2$ , у малекуле якога атам серы злучаны з двума атамамі кіслароду:



У гэтым рэчыве валентнасць серы роўна IV, таму што  $x \cdot 1 = \text{II} \cdot 2$ , адсюль  $x = \text{IV}$ :



Як бачым, адзін атам серы злучаецца з рознай колькасцю атамаў кіслароду, г. зн. мае **пераменную** валентнасць. У большасці элементаў валентнасць — велічыня пераменная. Толькі ў вадароду, кіслароду і некаторых іншых элементаў яна **пастаянная** (табл. 4).

Табліца 4. Валентнасць атамаў некаторых элементаў у злучэннях

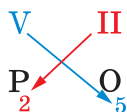
| Элементы з пастаянай валентнасцю |             | Элементы з пераменнай валентнасцю |                   |
|----------------------------------|-------------|-----------------------------------|-------------------|
| Элемент                          | Валентнасць | Элемент                           | Валентнасць       |
| H, Ag, Na, K                     | I           | S                                 | II, IV, VI        |
| O, Mg, Ca, Zn                    | II          | N                                 | I, II, III, IV, V |
| Al                               | III         | P                                 | III, V            |
|                                  |             | Fe                                | II, III           |
|                                  |             | Cu                                | I, II             |
|                                  |             | Cl                                | I, III, V, VII    |

Састаўленне хімічных формул па валентнасці

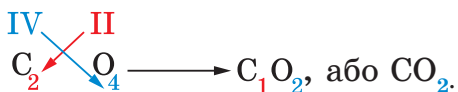
Ведаючы валентнасць элементаў, можна састаўляць формулы іх злучэнняў. Напрыклад, неабходна запісаць формулу кіслароднага злучэння азоту, у якім яго валентнасць роўна тром. Парадак дзеянняў такі:

|   |   |                               |
|---|---|-------------------------------|
| 1 | Запісаць сімвалы хімічных элементаў і значэнні іх валентнасцей                      | III II<br>N O                 |
| 2 | Знайсці найменшае агульнае кратнае (НАК) валентнасцей абодвух элементаў             | III · II = 6                  |
| 3 | Падзяліць НАК на валентнасць кожнага элемента (г. зн. знайсці значэнні іх індэксаў) | 6 : II = 3<br>6 : III = 2     |
| 4 | Запісаць індэксы каля сімвалаў хімічных элементаў (індэкс «1» не пішуць)            | N <sub>2</sub> O <sub>3</sub> |

Формулу любога бінарнага злучэння можна саставіць і іншым спосабам. Для гэтага значэнні валентнасцей элементаў, напісаныя над іх сімваламі, патрэбна крыжападобна перамясціць уніз, ператварыўшы ў адпаведныя індэксы:



Калі атрыманы такім чынам індэксы можна скараціць, іх, як правіла, скарачаюць:



У далейшым пры састаўленні формул рэчываў не абавязкова ўказваць значэнні валентнасцей, а неабходныя нескладаныя вылічэнні можна рабіць у галаве.

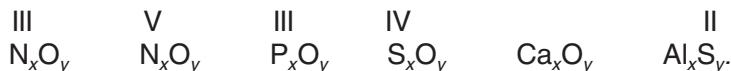
*Валентнасць — мера здольнасці атамаў дадзенага хімічнага элемента злучацца з іншымі атамамі.*

*Валентнасць атамаў вадароду пастаянная і роўна аднаму. Валентнасць атамаў кіслароду, за рэдкімі выключэннямі, таксама пастаянная і роўна двум.*

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

### Пытанні і заданні

1. З шэрага элементаў — Na, P, S, Ca, Al, Cl — выберыце элементы з: а) пастаяннай валентнасцю; б) пераменнай валентнасцю.
2. З элементаў з пераменнай валентнасцю выберыце пяць элементаў, валентнасць якіх можа быць роўна аднаму.
3. Вызначыце валентнасць элементаў па формулах рэчываў: HCl, CH<sub>4</sub>, KCl, NaCl, CaCl<sub>2</sub>, AlCl<sub>3</sub>, AgCl, H<sub>2</sub>O, ZnCl<sub>2</sub>.
4. Састаўце хімічныя формулы злучэнняў з кіслародам наступных элементаў (у дужках указаны іх валентнасці): K, Ca, Fe(II), Fe(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(III).
6. Карыстаючыся данымі табліцы 4, састаўце хімічныя формулы злучэнняў з кіслародам наступных хімічных элементаў: Ag, Mg, Al.
7. Знайдзіце індэксy x і y ў прыведзеных формулах:



## § 10. З'явы фізічныя і хімічныя.

### Прыметы хімічных рэакцый

Любыя змены, якія адбываюцца з рэчывамі, называюцца **з'явамі**. У залежнасці ад таго, менавіта якія змены адбываюцца з рэчывамі, з'явы падзяляюць на фізічныя і хімічныя. Давайце разгледзім, чым яны адрозніваюцца паміж сабой.

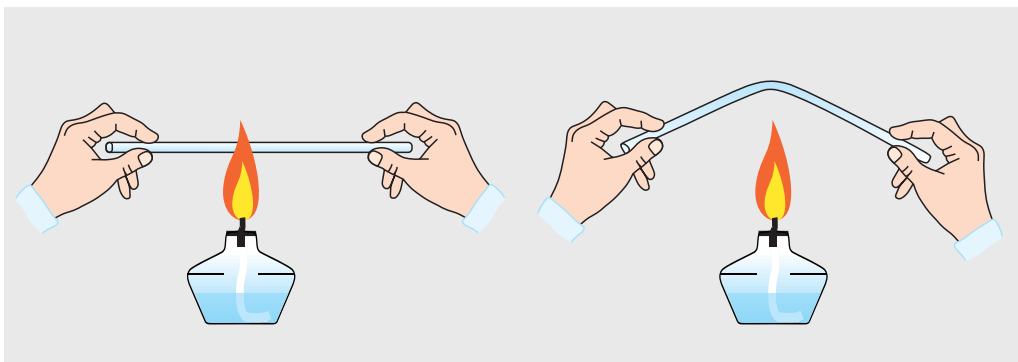


### Фізічныя з'явы

Кавалачак лёду змесцім у прабірку і пачнём яе нагрываць. Кожны з вас ужо ведае, што спачатку лёд расплавіцца і ператворыцца ў ваду. Пры далейшым падагрэве вада закіпіць, утвараючы вадзяную пару. Калі гэтую пару астудзіць, яна ператворыцца ў ваду, а яна пры далейшым ахаладжэнні зацвярдзее і ўтвораць лёд. Усё гэта сведчыць пра тое, што лёд, вада і вадзяная пара складаюцца з аднаго і таго ж рэчыва — вады. Такім чынам, пры пераходзе з аднаго агрэгатнага стану ў іншы вада не змяняецца і застаецца такой жа вадой.

Нагрэем тонкую шкляную трубку ў полымі спіртоўкі. Шкло стане мяккім, і мы зможам лёгка сагнуць трубку (мал. 32). Нягледзячы на тое, што змянілася форма трубки, яна засталася такой жа празрыстай і крохкай, як і раней, таму што складаецца з таго ж шкла.

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



Мал. 32. Згінанне шкляной трубки пры награванні

### Фізічнымі называюцца з'явы, пры якіх змяняюцца аграгатны стан рэчываў або знешняя форма фізічных цел.

Такія з'явы пастаянна адбываюцца ў прыродзе, у паўсядзённым жыцці, у выніку дзейнасці чалавека. Зацвярдзенне аліўкавага алею на холадзе, драбненне солі, згінанне дроту, выпарэнне бензіну, плаўленне металаў (мал. 33) — усё гэта прыклады фізічных з'яў.



Мал. 33. Плаўленне металу галію ад цяпла далоні

### Хімічныя з'явы (рэакцыі)

У чым жа сутнасць хімічных з'яў? Каб адказаць на гэтае пытанне, давайце ўспомнім, што адбываецца з бляскучым жалезам, калі яно доўга знаходзіцца ў вільготным паветры. Кожны з вас скажа — жалеза іржавее! Яно пакрываецца іржой — шурпатым рудым або бурым налётам, які можна лёгка саскабліць нажом. Гэты налёт зусім не падобны да 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 пераўтвараецца ў другія, зусім непадобныя да яго рэчывы. Такія з'явы, пры якіх адны рэчывы пераўтвараюцца ў іншыя, называюцца хімічнымі з'явамі або хімічнымі рэакцыямі.

**Хімічныя рэакцыі — гэта з'явы, пры якіх адбываецца пераўтварэнне адных рэчываў у іншыя.**

Таксама як і фізічныя з'явы, хімічныя рэакцыі пастаянна ажыццяўляюцца ў навакольным свеце. Напрыклад, горныя пароды і мінералы пад уздзеяннем сонца, вады, кіслароду,



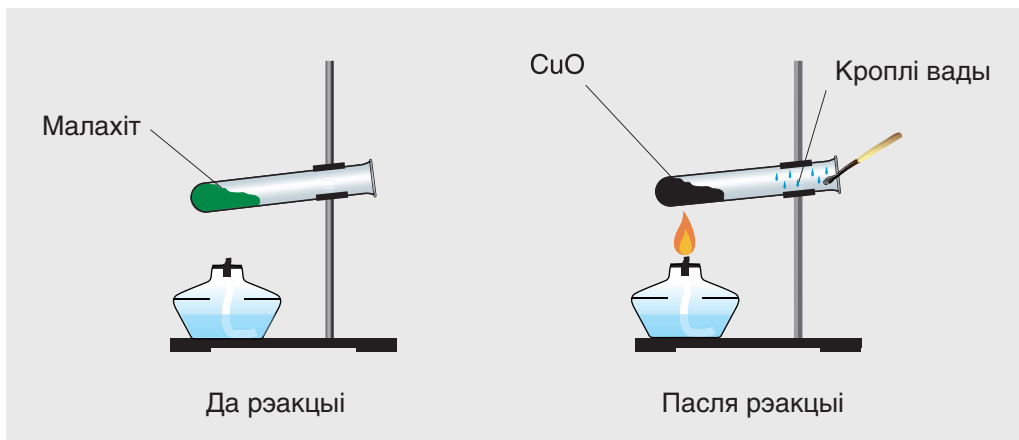
вуглякіслага газу паступова разбураюцца і пераўтвараюцца ў новыя рэчывы. У зялёных раслінах з вуглякіслага газу і вады на сонечным святле ўтвараюцца глюкоза і крухмал. У арганізме чалавека пажыўныя рэчывы пераўтвараюцца ў новыя рэчывы, у тым ліку — у вуглякіслы газ і ваду.

У хімічных лабараторыях вучоныя праводзяць рэакцыі для пошуку і вывучэння новых і карысных рэчываў. У вялікай колькасці іх атрымліваюць на хімічных прадпрыемствах.

### Прыметы хімічных рэакцый

Якія прыметы хімічных рэакцый? Для адказу на гэтае пытанне правядзём некалькі доследаў.

Нагрэем у пробірыцы зялёны парашок малахіту (мал. 34). Праз некаторы час вы пабачыце, што колер парашку паступова змяняецца на чорны. Гэта колер новага рэчыва  $\text{CuO}$ , якое складаецца з атамаў медзі і кіслароду. На паверхні парашку вы пабачыце мноства маленькіх «вулканчыкаў» з прычыны бурнага вылучэння газаў. Адзін з газаў — вадзяная пара. Даткаючыся да халодных сценак пробірыкі, яна



Мал. 34. Нагрэванне малахіту

ператвараецца ў бясколерныя кропелькі вады. Паднясём да адтуліны прабіркі падпаленую запалку — яна адразу пагасне. Гэта азначае, што пры награванні малахіту выдзяляецца і вуглякіслы газ  $\text{CO}_2$ , які не падтрымлівае гарэнне. Назіраючы гэты дослед, вы пераканаецеся ў тым, што пры награванні з аднаго рэчыва — малахіту — утварыліся тры новыя рэчывы —  $\text{CuO}$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  і  $\text{CO}_2$ . А якая прымета гэтага пераўтварэння самая адметная? Правільна! Гэта змена колеру.



Мал. 35. Гарэнне магнію ў паветры

Для знаёмства з іншымі прыметамі хімічных рэакцый падпалім тонкую спіральку серабрыста-белага металу магнію  $\text{Mg}$ . Ён гарыць у паветры асляпляльна-яркім і вельмі гарачым полымем, тэмпература якога дасягае  $2200\text{ }^\circ\text{C}$ ! (мал. 35). Пры гэтым метал магній пераўтвараецца ў новае рэчыва белага колеру  $\text{MgO}$ , якое складаецца з атамаў магнію і кіслароду. Прыметамі гэтай рэакцыі з'яўляюцца вылучэнне святла і цеплаты.



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

Здзейснім 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  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ . Як толькі іх растворы перамяшаюцца, вы пабачыце адразу тры прыметы хімічнай рэакцыі. Сярод іх ужо знаёмая вам змена колеру і дзве новыя прыметы —





Мал. 36. Утварэнне асадку і вылучэнне газу

утварэнне асадку і вылучэнне газу (мал. 36). Калі да атрыманага асадку даліць раствор воцату, асадок хутка знікне, растворуцца. Растварэнне асадкаў — яшчэ адна прымета, якая адрознівае хімічную рэакцыю ад фізічнай з’явы.

Да прымет хімічных рэакцый адносіцца таксама ўзнікненне паху. Гэта адбываецца, напрыклад, пры гарэнні ў паветры простага рэчыва серы **S**. У выніку рэакцыі яна пераўтвараецца ў газападобнае рэчыва **SO<sub>2</sub>** з вельмі рэзкім пахам.

Найважнейшымі прыметамі, якія сведчаць пра працяканне хімічных рэакцый, з’яўляюцца:

- змена колеру;
- вылучэнне газу;
- утварэнне або знікненне асадку;
- вылучэнне святла;
- вылучэнне цеплаты;
- узнікненне паху.

У большасці выпадкаў рэчывы не могуць узаемадзейнічаць адно з адным адвольна. Для працякання хімічных рэакцый неабходна ствараць адпаведныя ўмовы.

## Лабараторны дослед 1

### *Прыметы працякання хімічных рэакцый*

Уважліва разгледзьце шклянкі з растворамі рэчываў, якія вам выдалі для правядзення доследу. Прачытайце формулы рэчываў, якія ўказаны на этыкетках. Выконвайце правілы бяспечных паводзін пры ажыццяўленні доследаў.

У прабірку наліце прыблізна  $1\text{ см}^3$  раствору рэчыва  $\text{CaCl}_2$  і дадайце да яго столькі ж раствору соды  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ . Апішыце назіраемыя з'явы. Якія прыметы працякання дадзенай рэакцыі?

Да ўтворанага асадку даліце  $1\text{—}2\text{ см}^3$  раствору воцатнай кіслаты. Апішыце назіраемыя з'явы. Якія прыметы хімічнай рэакцыі вы адзначылі?

Запаліце спіртоўку (запалку, свечку). Якія прыметы хімічнай рэакцыі вы назіраеце?



Неабходная і галоўная ўмова для працякання большасці рэакцый паміж рэчывамі — гэта іх *сутыкненне, кантакт*. Для таго каб рэакцыя пачалася, рэчывы патрэбна змяшаць так, каб яны сутыкаліся, кантактавалі адно з адным. Цвёрдыя рэчывы реагуюць тым лепш, чым меншы памер іх часціц. Таму перад правядзеннем рэакцый такія рэчывы расціраюць, напрыклад у фарфаравай ступцы. Многія рэчывы лепш реагуюць адно з адным, калі яны раствараныя ў вадзе.

Важнай умовай працякання рэакцый з'яўляецца *награванне*. У некаторых выпадках яно неабходна толькі для пачатку рэакцыі. Для працякання іншых рэакцый, такіх як, напрыклад, раскладанне малахіту або цукру, патрэбна пастаяннае награванне да канца рэакцыі.

Часам для пачатку хімічных рэакцый неабходна *асвятленне*. Прыкладам з'яўляецца ўжо вядомая вам рэакцыя *фотасінтэзу*.



*Хімічныя рэакцыі — гэта з’явы, пры якіх адны рэчывы пераўтвараюцца ў іншыя.*

*Прыметамі хімічных рэакцый з’яўляюцца змена колеру, вылучэнне газу, утварэнне або знікненне асадку, вылучэнне святла або цеплаты, узнікненне паху.*

### 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 самыя важныя прыметы хімічных рэакцый.
3. Прывядзіце прыклады хімічных рэакцый, якія адбываюцца ў арганізме чалавека, у прыродзе, у быцце.
4. Апішыце хімічныя рэакцыі, якія працякаюць пры награванні малахіту, пры гарэнні магнію, пры змешванні раствораў меднага купарвасу і соды.
5. Для знішчэння іржы на жалезных вырабах іх апускаюць у гарачы водны раствор лімоннай кіслаты. Праз нейкі час іржа знікае, а вадкасць афарбоўваецца ў жоўты колер. Да якіх з’яў — фізічных ці хімічных — адносіцца апісаны працэс?
6. Якія прыметы хімічных рэакцый назіраюцца пры «вывяржэнні хімічнага вулкана» (раскладанні аднаго са злучэнняў хрому пры награванні) (мал. 37)? Відэазапіс гэтага доследу можна пабачыць у Інтэрнэце, калі набраць у пашукавіку «Хімічны вулкан».



Мал. 37. «Хімічны вулкан»



### Дамашні эксперымент

1. Акуратна змясціце некалькі крышталікаў «марганцоўкі» ў шклянку з вадой. Апішыце назіраемыя з’явы. Да якіх з’яў адносіцца растварэнне гэтага рэчыва ў вадзе?

2. Змяшайце невялікія колькасці (на кончыку нажа) лімоннай кіслаты і пітной соды. Да атрыманай сумесі дадайце трохкі вады. Апішыце назіраемую з’яву. Да якога тыпу з’яў яна адносіцца?

## § 11. Закон захавання масы рэчываў. Хімічныя ўраўненні

Да цяперашняй пары пры разгляданні хімічных рэакцый вы звярталі ўвагу на іх прыметы і ўмовы, пры якіх адны рэчывы пераўтвараюцца ў іншыя. Гэта якасны бок хімічных рэакцый. Сёння вы пачынаеце знаёміцца з колькаснай характарыстыкай гэтых працэсаў.

Тыя рэчывы, якія ўступаюць у хімічную рэакцыю, называюцца **зыходнымі рэчывамі**, а тыя, што ўтвараюцца, — **прадуктамі рэакцыі**. Але як жа суадносяцца паміж сабой іх масы? Можна быць, маса зыходных рэчываў большая за масу прадуктаў або наадварот? А можна быць, іх масы наогул аднолькавыя? Гэтае вельмі цікавае пытанне доўгі час турбавала вучоных. Адказ на яго складае сутнасць аднаго з самых важных законаў хіміі, з якім вы зараз пазнаёміцеся.

### Закон захавання масы рэчываў

У XVII ст. англійскі вучоны Р. Бойль даследаваў уплыў награвання на масу металаў. Ён правёў шмат доследаў па прапальванні металу свінцу ў запаяных шкляных пасудзінах. Пасля заканчэння доследу Бойль адкрываў пасудзіны і ўзважваў змешчаныя ў іх рэчывы — прадукты рэакцый.



Мал. 38. Дослед Ламаносава па прапальванні жалеза

ную акаліну»), што сведчыла пра працяканне хімічнай рэакцыі. Аднак, у адрозненне ад Р.Бойля, Ламаносаў перад узважваннем не адкрываў астуджаныя пасудзіны. Выявілася, 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 прадуктаў рэакцыі («жалезнай акаліны»).

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

**Маса рэчываў, якія ўступаюць у хімічную рэакцыю, роўна масе рэчываў, якія ўтвараюцца ў выніку рэакцыі.**

У выніку вучоны прыйшоў да вываду, што іх маса большая за масу зыходнага металу. Ён патлумачыў гэта тым, што пры награванні метал становіцца больш важкім з прычыны далучэння да яго асаблівай «вогненай матэрыі», якая быццам бы пранікае ўнутр пасудзіны праз шкло.

У 1748 г. рускі вучоны М. В. Ламаносаў паўтарыў дослед Р. Бойля, прапальваючы ў запаяных шкляных пасудзінах (рэтортах) іншы метал — жалеза (мал. 38). Пры награванні яно пераўтваралася ў чорна-буры парашок («жалез-



Мал. 39. Доказы закону захавання масы рэчываў у хімічных рэакцыях

Чаму ж так адбываецца? Справа ў тым, што пры хімічных рэакцыях атамы зыходных рэчываў раз'ядноўваюцца і злучаюцца ў іншым парадку, утвараючы новыя рэчывы. Паколькі ў выніку рэакцый атамы не знікаюць бяследна і не ўзнікаюць з нічога, а толькі перагрупоўваюцца, іх агульная колькасць застаецца нязменнай. А з прычыны таго, што атамы маюць пастаянную масу, маса ўтвораных з іх рэчываў таксама застаецца пастаяннай.

Закон захавання масы рэчываў можна праверыць эксперыментальна. У адну з дзвюх шклянак нальём раствор  $\text{CuSO}_4$ , а ў другую — раствор  $\text{NaOH}$ . Паставім абедзве шклянкі з растворамі на вагі і вызначым іх агульную масу (мал. 39). Зняўшы шклянкі з вагаў і змяшаўшы іх змесціва, мы пабачым утварэнне сіняга асадку — прымета хімічнай рэакцыі. Зноў паставіўшы абедзве шклянкі на вагі, мы выявім, што іх агульная маса засталася ранейшай.

Закон, які адкрыў М. В. Ламаносаў, адзіны для ўсіх хімічных працэсаў, якія адбываюцца ў прыродзе, у якой нішто не можа знікнуць бяследна ці ўзнікнуць з нічога.



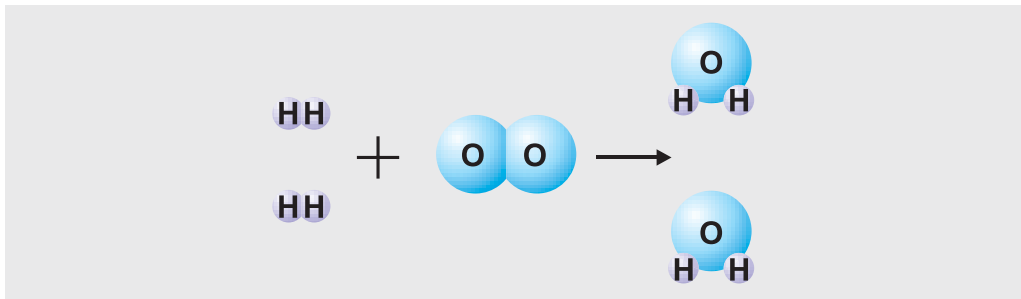
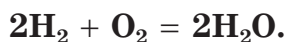
### Хімічныя ўраўненні

Для адлюстравання сутнасці хімічных рэакцый карыстаюцца спецыяльнай мовай хімічных формул. З іх складаюць ураўненні хімічных рэакцый, або хімічныя ўраўненні, падобна да таго, 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 пры дапамозе хімічных формул і знакаў «+» і «=».**

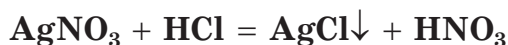
Як і матэматычныя ўраўненні, ураўненні хімічных рэакцый складаюцца з дзвюх частак. У левай частцы запісваюцца формулы зыходных рэчываў, а ў правай — формулы прадуктаў рэакцый, злучаныя знакам «+» (плюс). З прычыны таго, што колькасць атамаў кожнага элемента да рэакцыі роўна іх колькасці пасля рэакцыі, паміж левай і правай часткамі хімічнага ўраўнення ставіцца знак «=» (роўна). Напрыклад, ураўненне рэакцыі вадароду з кіслародам, схема якой прыведзена на малюнку 40, мае выгляд:



Мал. 40. Схема рэакцыі вадароду з кіслародам

Лічбы «2», якія стаяць у гэтым ураўненні перад формуламі рэчываў, называюцца **каэфіцыентамі**. Яны паказваюць колькасць часціц зыходных і канчатковых рэчываў. Напрыклад, з запісанага ўраўнення вынікае, што дзве малекулы  $\text{H}_2$  рэагуюць з адной малекулай  $\text{O}_2$  і ўтвараюць дзве малекулы  $\text{H}_2\text{O}$ . Каэфіцыент «1» у хімічных ураўненнях не запісваецца.

Пры напісанні хімічных ураўненняў таксама выкарыстоўваюць і некаторыя спецыяльныя знакі. Напрыклад, ва ўраўненні рэакцыі, якая працякае ў водным растворе,

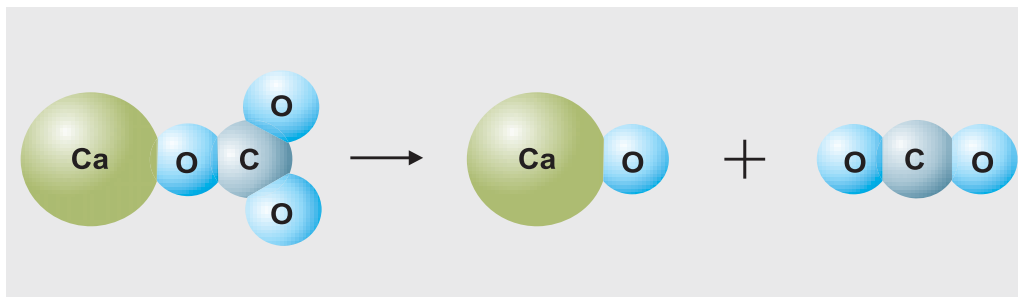


знак « $\downarrow$ », які стаіць пасля формулы  $\text{AgCl}$ , азначае, што гэтае рэчыва ўтварае асадок (г. зн. яно не раствараецца ў вадзе).

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



Схема гэтай рэакцыі прыведзена на малюнку 41.



Мал. 41. Схема рэакцыі ўтварэння  $\text{CaO}$  і  $\text{CO}_2$  з  $\text{CaCO}_3$

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





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

*Падчас хімічных рэакцый атамы зыходных рэчываў перагрупоўваюцца і ўтвараюць новыя рэчывы.*

*Колькасць атамаў кожнага хімічнага элемента да і пасля рэакцыі аднолькавая.*

*Хімічнае ўраўненне — умоўны запіс рэакцыі пры дапамозе хімічных формул і спецыяльных знакаў.*

### Пытанні і заданні

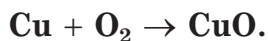
1. У чым было галоўнае адрозненне доследу М. В. Ламаносава ад доследу Р. Бойля? Якія вынікі атрымаў Ламаносаў? Пра што яны сведчылі?
2. Як А. Лавуазье патлумачыў павелічэнне масы металаў пры іх прапальванні ў паветры?
3. Сфармулюйце закон захавання масы рэчываў у хімічных рэакцыях.
4. Чаму агульная маса рэчываў падчас любой хімічнай рэакцыі не змяняецца?
5. У выніку награвання рэчыва  $\text{HgO}$  атрымаўся метал ртуць  $\text{Hg}$ , маса якога меншая за масу зыходнага рэчыва. Патлумачце, чаму так адбылося.
6. Пры гарэнні вугалю  $\text{C}$  у паветры ён пераўтвараецца ў газападобнае рэчыва  $\text{CO}_2$ . Маса гэтага рэчыва большая або меншая за масу зыходнага вугалю? Чаму?
7. Рэчыва  $\text{Cu(OH)}_2$  пры награванні пераўтварылася ў два новыя рэчывы —  $\text{CuO}$  і  $\text{H}_2\text{O}$  агульнай масай 55,6 г. Чаму была роўна маса зыходнага рэчыва  $\text{Cu(OH)}_2$ ?
8. У хімічную рэакцыю ўступілі жалеза масай 5,6 г і сера масай 3,2 г. Якая маса прадукту гэтай рэакцыі?
9. У выніку хімічнай рэакцыі  $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 = 2\text{NH}_3$  утварыліся 24 малекулы  $\text{NH}_3$  (аміяку). Колькі малекул кожнага з зыходных рэчываў уступілі ў рэакцыю?

## § 12. Састаўленне ўраўненняў хімічных рэакцый

Паколькі хімічныя рэакцыі працякаюць строга ў адпаведнасці з законам захавання масы рэчываў, хімічныя ўраўненні неабходна састаўляць, абапіраючыся на гэты закон. Разгледзім, як можна саставіць хімічнае ўраўненне на прыкладзе рэакцыі медзі з кіслародам. Для гэтага спачатку злева запішам назвы зыходных рэчываў і злучым іх знакам «+» (плюс), а справа — назву прадукту рэакцыі. Паміж левай і правай часткамі пакуль паставім стрэлку:

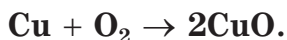
медзь + кісларод → злучэнне медзі з кіслародам.

Падобны запіс называюць *схемай* хімічнай рэакцыі. Цяпер запішам яе інакш — пры дапамозе хімічных формул:

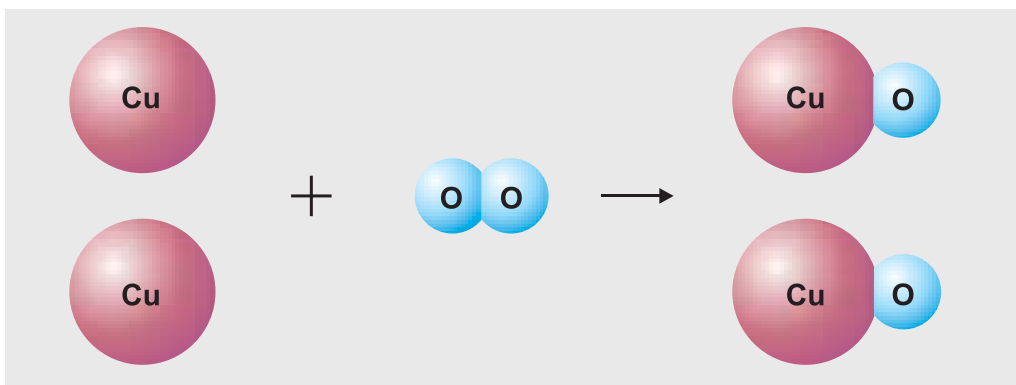


Праз тое, што пры хімічных рэакцыях атамы элементаў не знікаюць, а толькі перагрупоўваюцца, **у левай і ў правай частках хімічнага ўраўнення колькасць атамаў кожнага элемента павінна быць аднолькавай.**

А як жа быць з нашай схемай? У левай яе частцы колькасць атамаў кіслароду роўна двум, а ў правай — аднаму. Каб колькасць атамаў кіслароду **O** ў абедзвюх частках схемы стала аднолькавай, перад формулай **CuO** паставім каэфіцыент «2»:

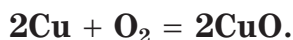


Цяпер колькасць атамаў медзі ў правай частцы схемы роўна двум, а ў левай толькі аднаму. Таму перад сімвалам медзі **Cu** таксама паставім каэфіцыент «2». У выніку колькасць атамаў кожнага элемента ў абедзвюх частках схемы



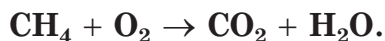
Мал. 42. Схема рэакцыі медзі з кіслародам

стала аднолькавай (мал. 42). Гэта дае нам права замяніць у схеме стрэлку на знак «=» (роўна). Схема рэакцыі ператварылася ва ўраўненне хімічнай рэакцыі:

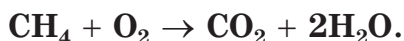


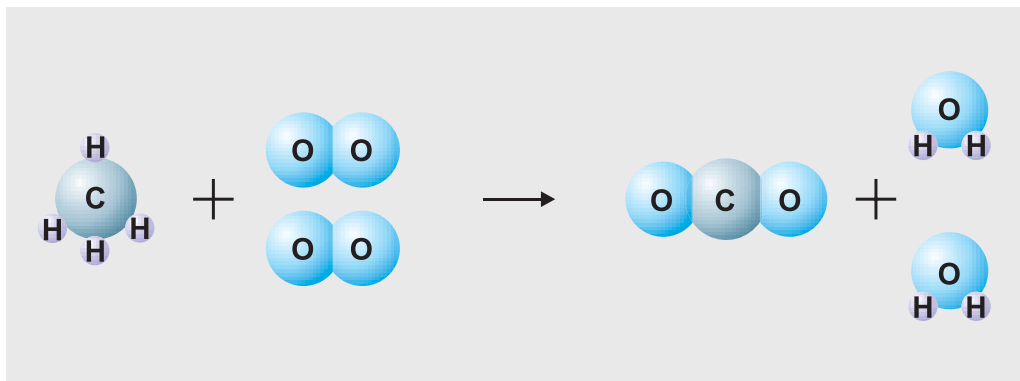
Гэтае ўраўненне чытаецца так: *два купрум плюс о-два роўна два купрум-о.*

Разгледзім яшчэ адзін прыклад. Саставім ураўненне хімічнай рэакцыі паміж рэчывамі  $\text{CH}_4$  метанам і  $\text{O}_2$  кіслародам. У выніку іх узаемадзеяння ўтвараюцца новыя рэчывы —  $\text{CO}_2$  вуглякіслы газ і  $\text{H}_2\text{O}$  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 колькасць атамаў вугляроду роўна іх колькасці ў правай частцы. Таму ўраўноўваць патрэбна колькасць атамаў вадароду і кіслароду. Каб колькасць атамаў вадароду ў абедзвюх частках стала аднолькавай, перад формулай вады паставім каэфіцыент «2»:





Мал. 43. Схема рэакцыі метану з кіслародам

Цяпер у кожнай частцы схемы маюцца па чатыры атамы вадароду.

Падлічым колькасць атамаў кіслароду справа. У адной малекуле  $\text{CO}_2$  утрымліваюцца два атамы кіслароду ( $1 \cdot 2 = 2$ ). Столькі ж іх змяшчаецца ў дзвюх малекулах вады ( $2 \cdot 1 = 2$ ). Усяго ў правай частцы схемы чатыры атамы кіслароду **O**. Для таго каб столькі ж атамаў кіслароду аказалася і ў левай частцы схемы, перад формулай кіслароду паставім каэфіцыент «2» і стрэлку заменім на знак роўнасці:



Цяпер колькасць атамаў кожнага элемента ў левай частцы схемы роўна іх колькасці ў правай яе частцы (мал. 43). Ураўненне рэакцыі састаўлена. Чытаецца яно так: *цэ-аш-чатыры плюс два о-два роўна цэ-о-два плюс два аш-два-о*. Гэты метада расстаноўкі каэфіцыентаў называюць метадам падбору.

Вядомы і іншыя метады знаходжання каэфіцыентаў. З імі вы пазнаёміцеся пры далейшым вывучэнні хіміі.

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 колькасць атамаў кожнага хімічнага элемента ў абедзвюх частках схемы.
5. Замяніць у схеме рэакцыі стрэлку на знак « $\Rightarrow$ » (роўна).

### Роля хімічных рэакцый у прыродзе і ў жыцці чалавека

Хімічныя рэакцыі пастаянна адбываюцца ў навакольным свеце, у прыродзе, у жывых арганізмах, у прамысловасці і ў быцце.

Адна з найважнейшых рэакцый, якая адбываецца ў прыродзе, — рэакцыя фотасінтэзу (гл. мал. 7, с. 15). Расліны паглынаюць з паветра вуглякіслы газ, з глебы ваду з растворанымі рэчывамі і пераўтвараюць іх у пажыўныя рэчывы — глюкозу, крухмал — і неабходны ўсяму жывому 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 адбываюцца тысячы розных рэакцый. Яны складаюць аснову ўсіх працэсаў жыццядзейнасці. У арганізме чалавека самая вялікая колькасць рэакцый ажыццяўляецца ў печані.

Многія хімічныя рэакцыі суправаджаюць нас у паўсядзённым жыцці. Гэта, перш за ўсё, рэакцыі гарэння, якія даюць нам магчымасць грэцца і гатаваць ежу. Хімічныя працэсы адбываюцца, напрыклад, пры смажанні мяса, выпяканні хлеба, прыгатаванні тварагу, пры брадзжанні вінаграднага соку. Яны ляжаць у аснове адбелвання тканін, зацвярдзення цэменту і алебастру, пачарнення з часам сярэбраных упрыгожванняў і г. д.

Хімічныя рэакцыі складаюць аснову такіх тэхналагічных працэсаў, як атрыманне металаў з руд, вытворчасць угнаенняў, пластыка, сінтэтычных валокнаў, лекаў, іншых важных рэчываў. Пры дапамозе хімічных рэакцый аб'ясноджваюць такія рэчывы, перапрацоўваюць прамысловыя і бытавыя адходы.

Працяканне некаторых рэакцый вядзе 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 гарэння, знішчаюць жыллё, прамысловыя і культурныя аб'екты, гістарычныя каштоўнасці. Большасць харчовых прадуктаў псуецца ў выніку іх узаемадзеяння з кіслародам, які знаходзіцца ў паветры. Пры гэтым утвараюцца рэчывы, якія маюць непрыемны пах, смак, з'яўляюцца шкоднымі для чалавека. Для таго каб падобныя непажаданыя рэакцыі прыносілі як мага менш шкоды, патрэбна ўмець кіраваць імі. Для гэтага неабходны адпаведныя хімічныя веды.

*Ураўненні хімічных рэакцый састаўляюцца на аснове іх схем шляхам расстаноўкі каэфіцыентаў.*

*Хімічныя рэакцыі пастаянна адбываюцца ў навакольным свеце, у жывой і нежывой прыродзе.*

*Хімічныя рэакцыі знаходзяць шырокае практычнае прымяненне і складаюць аснову шматлікіх тэхналагічных працэсаў.*

### Пытанні і заданні

1. Што азначае схема хімічнай рэакцыі? Чым яна адрозніваецца ад ураўнення хімічнай рэакцыі?
2. Чаму колькасць атамаў кожнага элемента ў абедзвюх частках хімічнага ўраўнення павінна быць аднолькавай?



3. 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)  $\text{CS}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{SO}_2$ ?
4. Пералічыце асноўныя дзеянні, якія неабходна выканаць, каб саставіць ураўненне хімічнай рэакцыі.
5. Пры састаўленні формулы складанага рэчыва, якое ўтворана атамамі металу і неметалу, спачатку запісваюць сімвал металу, а потым — сімвал неметалу. Улічваючы гэта і ўзяўшы да ўвагі, што ва ўтвораных рэчывах азот праяўляе валентнасць III, а сера — II, састаўце ўраўненні хімічных рэакцый:
- а) магній + азот;
  - б) калій + сера;
  - в) алюміній + сера.
6. Расстаўце каэфіцыенты ў схемах хімічных рэакцый:
- а)  $\text{Zn} + \text{O}_2 \rightarrow \text{ZnO}$ ;
  - б)  $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{HCl}$ ;
  - в)  $\text{KClO}_3 \rightarrow \text{KCl} + \text{O}_2$ ;
  - г)  $\text{Al} + \text{O}_2 \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3$ .
7. Замест пытальніка запішыце формулы рэчываў і састаўце ўраўненні хімічных рэакцый:
- а)  $\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{O}_2 + ?$ ;
  - б)  $\text{Ca} + \text{O}_2 = ?$ ;
  - в)  $? + \text{O}_2 \rightarrow \text{CuO}$ .
8. Для спынення крывацёку і дэзынфекцыі рану апрацоўваюць раствором рэчыва  $\text{H}_2\text{O}_2$ . Пры кантакце з крывёю яно пераўтвараецца ў два новыя рэчывы —  $\text{H}_2\text{O}$  і  $\text{O}_2$ . Напішыце ўраўненне адпаведнай рэакцыі.
9. Пералічыце найважнейшыя хімічныя рэакцыі, якія адбываюцца: а) у прыродзе; б) у жывых арганізмах; в) у быцце; г) у прамысловасці.



## Раздзел II

# Кісларод



У гэтым раздзеле вы даведаецеся пра кісларод — рэчыва, 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 кожны дзень і ўвесь час?  
Не ўявіш і прыроду без чаго? Без кіслароду!*

## § 13. Паветра як сумесь газаў

Вы ўжо ведаеце, што ў залежнасці ад умоў (тэмпературы, ціску) рэчывы могуць знаходзіцца ў розным аграгатным стане: газападобным, вадкім і цвёрдым.

У навакольнай прыродзе многія рэчывы ў звычайных умовах знаходзяцца ў газападобным стане. Перш за ўсё, гэтыя кампаненты паветранай абалонкі Зямлі — атмасферы. Вельмі шмат газаў растварана ў водах Сусветнага акіяна, велізарныя запасы прыроднага газу захоўваюцца ў нетрах нашай планеты.

Атмасфера адыгрывае найважнейшую ролю ў жыцці чалавека, жывёлных і раслінных арганізмаў. Яе даследаванню былі прысвечаны работы многіх вучоных мінулага.

Са старажытных часоў людзям быў вядомы толькі адзін від газу — паветра. Пры гэтым яно вывучалася ў асноўным фізікамі і цікаўнасці ў хімікаў не выклікала. І 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  $O_2$ . У звычайных умовах у паветры аб'ёмам  $100 \text{ дм}^3$  утрымліваецца азот аб'ёмам  $78 \text{ дм}^3$  і кісларод аб'ёмам  $21 \text{ дм}^3$ , а на долю ўсіх астатніх газаў прыпадае каля  $1 \text{ дм}^3$ . У адметнай колькасці ў паветры прысутнічаюць аргон, вуглякіслы газ, азон і некаторыя іншыя газы.

Для рашэння некаторых разліковых задач можна ўмоўна разглядаць паветра не як сумесь газаў, а як адно газападобнае рэчыва з  $M_r = 29$ . Усе газы, адносная малекулярная маса якіх меншая за 29, прынята называць **газамі, лягчэйшымі за паветра** (гэта, напрыклад, вадарод  $H_2$ , азот  $N_2$ , аміяк  $NH_3$ , чадны газ  $CO$ , метан  $CH_4$ ). Газы, у якіх  $M_r$  большая за 29, прынята называць **газамі, цяжэйшымі за паветра** (напрыклад, кісларод  $O_2$ , азон  $O_3$ , вуглякіслы газ  $CO_2$ ).

### Аб'ёмная доля газу ў сумесі

Хімікам часам даводзіцца мець справу з сумесямі рэчываў. Як вы ўжо ведаеце (§ 2), для адлюстравання колькаснага саставу сумесей можна выкарыстоўваць масавую долю ( $w$ ). Для кожнага рэчыва, якое ўтрымліваецца ў сумесі, можна разлічыць яго масавую долю: для гэтага патрэбна масу гэтага рэчыва падзяліць на масу сумесі. Напрыклад, калі ў сумесі ўтрымліваецца 48 г жалеза і 192 г медзі, то маса сумесі роўна  $(48 \text{ г} + 192 \text{ г}) = 240 \text{ г}$ , а масавыя долі ў ёй жалеза  $w(Fe)$  і медзі  $w(Cu)$  будуць роўны:

$$w(Fe) = \frac{m(Fe)}{m(\text{сумесі})} = \frac{48 \text{ г}}{240 \text{ г}} = 0,20, \text{ або } 20 \%;$$

$$w(Cu) = \frac{m(Cu)}{m(\text{сумесі})} = \frac{192 \text{ г}}{240 \text{ г}} = 0,80, \text{ або } 80 \%.$$

Тэрмін «доля» літаральна азначае «частка ад цэлага», таму становяцца зразумелымі назва і сэнс масавай долі — гэта частка масы, якая ў сумесі прыпадае на дадзены кампанент (успомніце з матэматыкі, што значыць дроб, напрыклад  $\frac{3}{5}$ ).

Для адлюстравання колькаснага саставу газавых і вадкіх сумесей, акрамя масавай долі, таксама часам выкарыстоўваецца аб'ёмная доля. Пра фізічны сэнс гэтай велічыні можна здагадацца з яе назвы па аналогіі з масавай доляй.

**Аб'ёмная доля — гэта доля (частка) аб'ёму ўсёй газавай сумесі, якая прыпадае на дадзенае рэчыва.**

Гэтая велічыня абазначаецца грэчаскай літарай  $\varphi$  (вымаўляецца «фі»). Для вылічэння аб'ёмнай долі рэчыва ў газавай сумесі патрэбна яго аб'ём падзяліць на аб'ём усёй сумесі. Напрыклад, калі газавая сумесь утрымлівае кісларод аб'ёмам  $32 \text{ дм}^3$  і азот аб'ёмам  $48 \text{ дм}^3$ , то яе агульны аб'ём роўны  $(32 \text{ дм}^3 + 48 \text{ дм}^3) = 80 \text{ дм}^3$ , а аб'ёмныя долі кіслароду  $\varphi(\text{O}_2)$  і азоту  $\varphi(\text{N}_2)$  у ёй роўны:

$$\varphi(\text{O}_2) = \frac{V(\text{O}_2)}{V(\text{сумесі})} = \frac{32 \text{ дм}^3}{80 \text{ дм}^3} = 0,40, \text{ або } 40 \%;$$

$$\varphi(\text{N}_2) = \frac{V(\text{N}_2)}{V(\text{сумесі})} = \frac{48 \text{ дм}^3}{80 \text{ дм}^3} = 0,60, \text{ або } 60 \%.$$

Аб'ёмную долю (як і масавую долю) можна выражаць у долях ад адзінкі ( $0 < \varphi < 1$ ) і ў працэнтах ( $0 \% < \varphi < 100 \%$ ). З матэматыкі вы ведаеце, што для пераводу долі ў працэнты неабходна яе лікавае значэнне памножыць на 100. Напрыклад, калі аб'ёмная доля вадароду ў сумесі роўна  $\varphi(\text{H}_2) = 0,24$ , то ў працэнтах яна будзе роўна:

$$\varphi(\text{H}_2) = 0,24 \cdot 100 = 24 \%.$$

Ведаючы гэта, вы лёгка зможаце разлічыць аб'ёмныя долі азоту і кіслароду ў паветры.

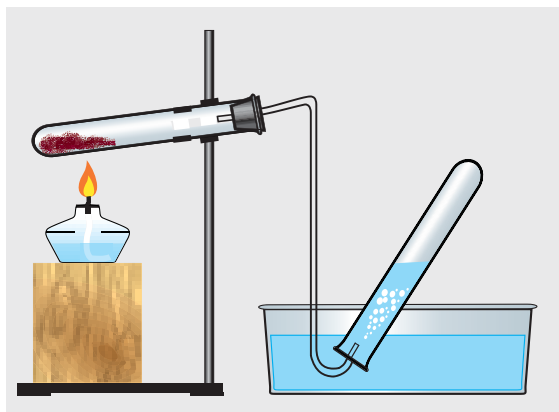
### Метады збірання газаў

У хімічнай лабараторыі невялікія аб'ёмы газаў можна атрымаць, напрыклад, пры награванні некаторых цвёрдых рэчываў. Для збірання газу, які вылучаецца, можна выкарыстоўваць два метады: **метады выцягнення вады** (мал. 44)

і метадам выцяснення паветра (мал. 45). Першы прымяняюць для збірання толькі маларастваральных у вадзе газаў (кісларод, азот, вадарод). Другі — для збірання як маларастваральных, так і добра растваральных у вадзе газаў, напрыклад аміяку.

Для збірання газаў, якія лягчэйшыя за паветра, пасудзіну для збірання газу трэба замацаваць так, каб дно было накіравана ўверх (гл. мал. 45, а), а для газаў, якія больш цяжкія за паветра, — дном уніз (гл. мал. 45, б).

Для захоўвання газаў патрэбна выкарыстоўваць пасудзіны, якія не злучаны з навакольным асяроддзем. Такія



Мал. 44. Схема ўстаноўкі для збірання газаў метадам выцяснення вады

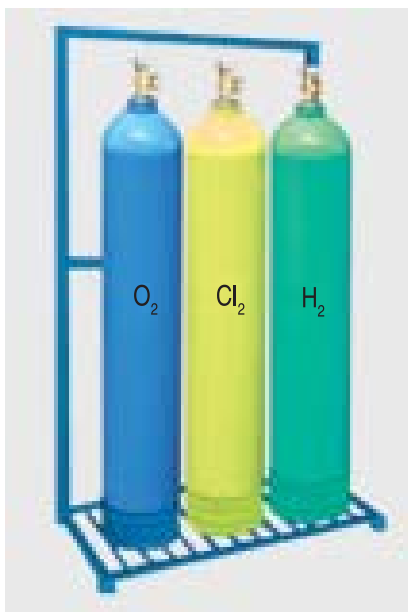


Мал. 45. Схема ўстаноўкі для збірання газаў метадам выцяснення паветра

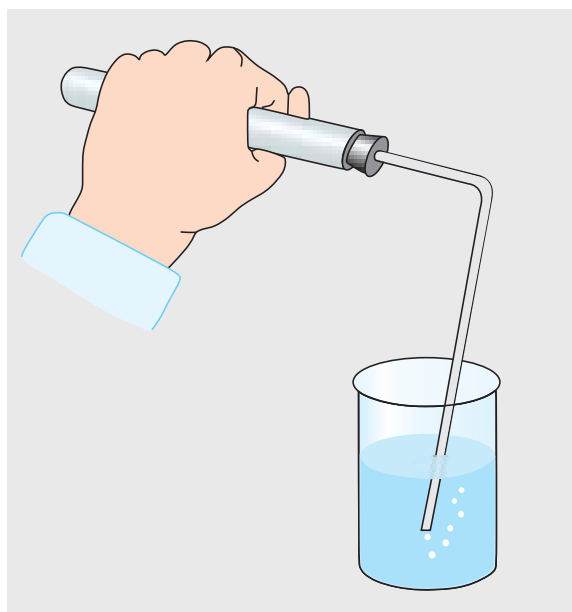
пасудзіны называюць **герметычнымі** (г. зн. яны не маюць адтулін для выхаду газу з пасудзіны вонкі).

У прамысловасці для захавання газаў часцей за ўсё выкарыстоўваюць больш трывалыя сталёвыя пасудзіны — балоны (мал. 46). У іх газы знаходзяцца пад высокім ціскам.

Усім добра вядома, што пры награванні газы расшыраюцца. Гэтую ўласцівасць можна выкарыстоўваць для праверкі прыбора для атрымання газаў на герметычнасць. Для гэтага пасля зборкі прыбора неабходна апусціць канец газаадводнай трубкаў ў ваду, а прабірку на некалькі секунд заціснуць у далоні (мал. 47). Пры награванні ад цяпла рукі паветра ў прабірку расшыраецца і выходзіць з газаадводнай трубкаў ў выглядзе бурбалак. Калі ўтварэнне бурбалак не назіраецца, гэта сведчыць пра тое, што прыбор сабраны няправільна.



Мал. 46. Сталёвыя балоны для захавання газаў



Мал. 47. Праверка прыбора для збірання газаў на герметычнасць

## Лабараторны дослед 2

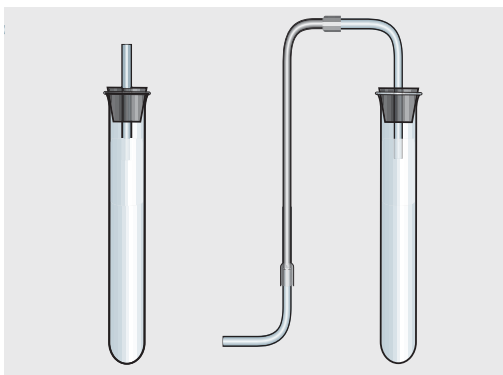
### *Зборка найпрасцейшых прыбораў для атрымання і збірання газаў*

З дэталяў, якія маюцца на вашым рабочым сталe, збярыце адзін з прыбораў для атрымання газаў у хімічнай лабараторыі (мал. 48).

Праверце прыбор на герметычнасць і замацуйце яго ў штатыве. (Чаму перад пачаткам работы з прыборам яго патрэбна праверыць на герметычнасць?)

Збярыце прыбор для збірання газу метадам выцяснення паветра. (Як патрэбна размясціць прыёмную пасудзіну для збірання газу, які лягчэйшы за паветра, і для газу, які больш цяжкі за паветра?)

Збярыце прыбор для збірання газу метадам выцяснення вады (выкарыстоўваецца для газаў, якія маларастваральныя ў вадзе).



Мал. 48. Найпрасцейшыя прыборы для атрымання газаў

*Паветра ўяўляе сабой сумесь газаў, асноўнымі з якіх з'яўляюцца азот  $N_2$  і кісларод  $O_2$ . У звычайных умовах у паветры аб'ёмам  $100 \text{ дм}^3$  утрымліваецца азот аб'ёмам  $78 \text{ дм}^3$  і кісларод аб'ёмам  $21 \text{ дм}^3$ .*

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

*Аб'ёмная доля газу ў сумесі роўна адносінам аб'ёму гэтага газу да аб'ёму ўсёй газавай сумесі.*

### Пытанні і заданні

1. Прывядзіце хімічныя формулы пяці рэчываў газападобных у звычайных умовах.
2. Аднароднай ці неаднароднай сумессю газаў з'яўляецца паветра?
3. Якія газы ўтрымліваюцца ў паветры, акрамя азоту і кіслароду?
4. Якія з указаных газаў лягчэйшыя за паветра: вуглякіслы газ, азот, кісларод, азон, метан, чадны газ, аміяк?
5. Якія метады збірання невялікіх аб'ёмаў газаў у лабараторыі вы ведаеце? У чым адрозненні гэтых метадаў?
6. Вызначыце, пры дапамозе якога метаду збірання газаў у лабараторных умовах можна напоўніць колбу кожным з указаных газаў: кісларод, азот, аміяк, вуглякіслы газ.
7. У 1,00 кг паветра ўтрымліваецца прыкладна 230 г кіслароду. Маючы на ўвазе, што паветра складаецца толькі з азоту і кіслароду, разлічыце масавую долю азоту ў паветры.
8. У газавай сумесі ўтрымліваецца вадарод  $H_2$  аб'ёмам  $120 \text{ дм}^3$  і азот  $N_2$  аб'ёмам  $240 \text{ дм}^3$ . Разлічыце аб'ёмныя долі вадароду і азоту ў сумесі.
9. Аб'ёмная доля кіслароду ў паветры роўна 21 %. Разлічыце аб'ём кіслароду, які ўтрымліваецца ў пакоі памерам 4 м x 4 м x 3 м.

## § 14. Кісларод як хімічны элемент і простае рэчыва

Самае першае газападобнае рэчыва, якое мы будзем вывучаць, — гэта кісларод. Назва гэтага рэчыва супадае з назвай хімічнага элемента — кісларод. Аднак паміж паняццямі «хімічны элемент» і «простае рэчыва» існуе прынцыповая розніца. У чым жа яе сутнасць?

### Кісларод як хімічны элемент

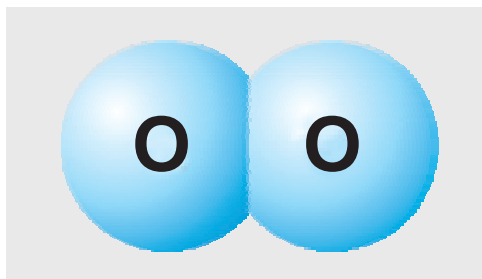
Як вы ўжо ведаеце, хімічны знак кіслароду — **O** (гэта першая літара яго лацінскай назвы *Oxygenium*). Адносная атамная маса кіслароду роўна 16:

$$A_r(O) = 16.$$

Калі кажуць пра кісларод як пра хімічны элемент, то маюць на ўвазе менавіта атамы кіслароду **O**. Напрыклад, «У састаў многіх складаных рэчываў уваходзіць кісларод», «Масавая доля кіслароду ў глюкозе  $C_6H_{12}O_6$  роўна 53,3 %». Тут размова ідзе пра атамы кіслароду **O**, якія разам з атамамі іншых хімічных элементаў уваходзяць у састаў складаных рэчываў. Такім чынам, у дадзеным выпадку гаворка ідзе пра кісларод як хімічны элемент.

### Кісларод як простае рэчыва

Простае рэчыва кісларод існуе ў выглядзе малекул. Малекула кіслароду складаецца з двух атамаў хімічнага элемента кіслароду (мал. 49). Хімічная формула простага рэчыва кіслароду —  $O_2$ , а яго адносная малекулярная маса роўна:



Мал. 49. Мадэль малекулы кіслароду

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

Калі кажуць пра кісларод як пра простае рэчыва, то маюць на ўвазе рэчыва, якое мае формулу  $O_2$ . Напрыклад, «Жалезныя вырабы хутка іржаваюць у атмасферы вільготнага кіслароду», «Для гарэння драўніны неабходны кісларод». У гэтых прыкладах гаворка ідзе пра простае рэчыва, якое мае формулу  $O_2$ . Давайце разгледзім найбольш важныя ўласцівасці гэтага рэчыва.

### Фізічныя ўласцівасці кіслароду

Па сваіх фізічных уласцівасцях простае рэчыва кісларод адносіцца да неметалаў. У звычайных умовах ён знаходзіцца ў газападобным аграгатным стане.



Кісларод не мае колеру, паху і смаку. Пры пакаёвай тэмпературы маса кіслароду аб'ёмам 1 дм<sup>3</sup> роўна прыблізна 1,33 г.

Пры тэмпературы ніжэй за –183 °С кісларод ператвараецца ў блакітную вадкасць, а пры –219 °С гэтая вадкасць пераходзіць у цвёрды агрэгатны стан.

Кісларод маларастваральны ў вадзе.

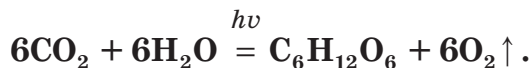


Пры пакаёвай тэмпературы (20 °С) у вадзе аб'ёмам 1 дм<sup>3</sup> раствараецца каля 0,043 г кіслароду. З павышэннем тэмпературы яго растваральнасць змяншаецца. Пры 80 °С растваральнасць кіслароду ў 3 разы меншая, а пры 0 °С у 1,5 раза большая, чым пры 20 °С. Вось чаму, калі ў акварыум наліць толькі што пракіпячоную ахалоджаную ваду, рыба можа загінуць ад недахопу кіслароду. У халодных паўночных морах больш рыбы, чым у цёплых паўдзённых, часткова дзякуючы вялікай колькасці растваранага ў вадзе кіслароду.

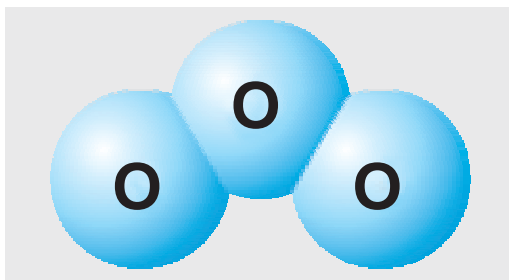
### Кісларод у прыродзе

Вялікая колькасць газападобнага кіслароду ўтрымліваецца ў атмасферы, растварана ў водах мораў і акіянаў. Кісларод неабходны жывым арганізмам для дыхання. Без кіслароду іх існаванне немагчыма.

Адкуль на Зямлі бярэцца кісларод і чаму яго ўтрыманне застаецца прыблізна пастаянным? Асноўнымі крыніцамі кіслароду на нашай планеце з'яўляюцца зялёныя расліны. Яны ўтвараюць кісларод пад уздзеяннем сонечнага святла ў працэсе **фотасінтэзу**. У зялёных частках раслін вуглякіслы газ і вада пад уздзеяннем сонечнага святла пераўтвараюцца ў глюкозу C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub> і кісларод (гл. мал. 7, с. 15):



Лічыцца, што прыблізна  $\frac{1}{10}$  частку ўтворанага зялёнымі раслінамі кіслароду даюць наземныя расліны, а астатнія  $\frac{9}{10}$  — водныя расліны, водарасці.



Мал. 50. Мадэль малекулы азону

Акрамя кіслароду, існуе яшчэ адно простае рэчыва, малекулы якога складаюцца з атамаў кіслароду. Гэтае рэчыва — **азон**  $O_3$  (мал. 50).

Невялікая колькасць азону ўтвараецца ў паветры падчас навальніцы, а таксама ў выніку ўзаемадзеяння смалы хвойных дрэў з кіслародам паветра. У адметнай колькасці озон аказвае прыгнятаючае ўздзеянне на жывыя арганізмы.



Невялікая колькасць азону ўтвараецца таксама пры рабоце капіравальных апаратаў і лазерных прынтараў. Таму карыстацца такімі прыладамі патрэбна толькі ў памяшканнях, якія добра праветрываюцца.

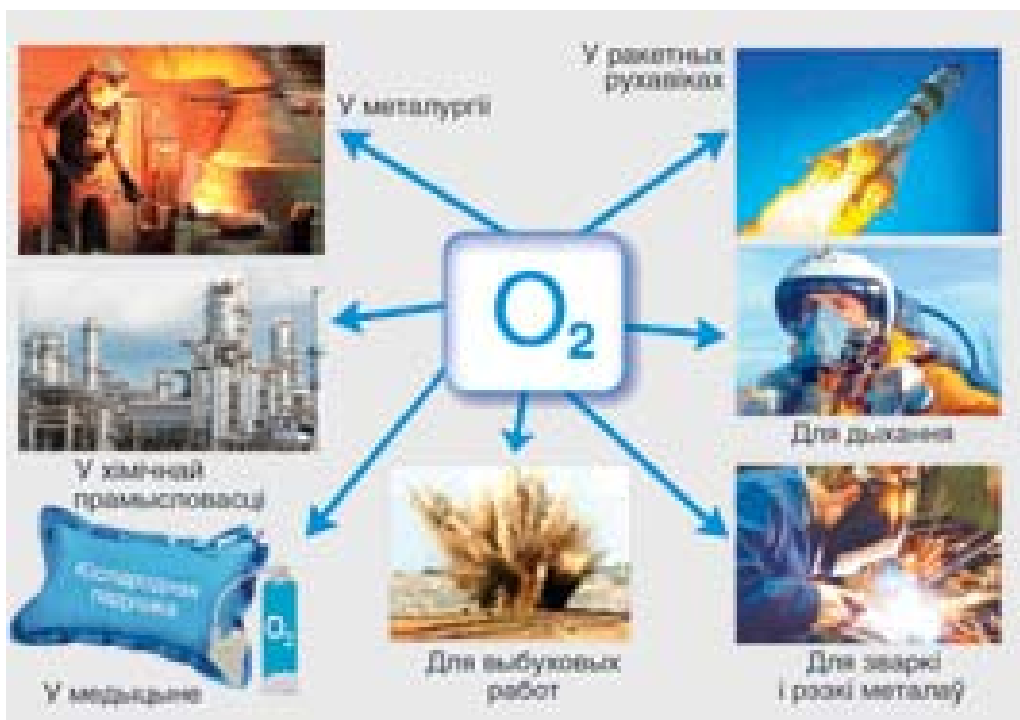
У верхніх сляях атмасферы Зямлі (на вышыні прыблізна 30—40 км) знаходзіцца **азонавы слой**. Ён утвараецца з кіслароду пад уплывам сонечнага выпраменьвання. Некаторыя кампаненты гэтага выпраменьвання прыгнятаюць дзейнасць усіх жывых арганізмаў на нашай планеце, а аазонавы слой паглынае іх. Калі б не было аазонавага слоя, то жыццё на Зямлі паступова скончылася б.

Некаторыя рэчывы, калі трапляюць у атмасферу, вызываюць разбурэнне аазонавага слоя і ўтварэнне ў ім «азонавых дзірак». Таму для захавання аазонавага слоя неабходна скарачаць выкіды такіх рэчываў у атмасферу або, пры магчымасці, наогул адмовіцца ад іх выкарыстання.

Прымяненне кіслароду

Кісларод знаходзіць шырокае практычнае прымяненне (мал. 51). 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 падтрымкі дыхання ў выглядзе так званых «кіслародных падушак» або кампактных балончыкаў. Рэкамендуецца пры запаленні лёгкіх, туберкулёзе, алергіі.



Мал. 51. Прымяненне кіслароду

*Атамы хімічнага элемента кіслароду ўваходзяць у састаў малекул простых рэчываў — кіслароду  $O_2$  і азону  $O_3$ .*

*Фізічныя ўласцівасці кіслароду — газ без колеру і паху, цяжэйшы за паветра, маларастваральны ў вадзе.*

*Асноўнымі крыніцамі кіслароду на нашай планеце з'яўляюцца зялёныя расліны.*

*Азоны слой ахоўвае Зямлю ад шкодных кампанентаў сонечнага выпраменьвання.*

### Пытанні і заданні

1. Чаму кісларод адыгрывае вельмі важную ролю для большасці жывых арганізмаў на нашай планеце?
2. Як пры дапамозе хімічных формул запісаць:
  - а) тры атамы кіслароду;
  - б) пяць малекул кіслароду?
3. Для кожнага сцверджання вызначыце, што азначае тэрмін *кісларод* (хімічны элемент або простае рэчыва):
  - а) металічныя балоны з кіслародам фарбуюць у блакітны колер;
  - б) у цыліндры рухавіка аўтамабіля згарае сумесь бензіну з кіслародам;
  - в) самым распаўсюджаным у зямной кары з'яўляецца кісларод;
  - г) у састаў малекул цукру і глюкозы ўваходзіць кісларод;
  - д) чалавек загіне ў адкрытым космасе без скафандра, таму што там няма кіслароду.
4. Разлічыце масу 12 атамаў кіслароду.
5. Карыстаючыся данымі з параграфа пра фізічныя ўласцівасці кіслароду, разлічыце масу кіслароду аб'ёмам  $850 \text{ дм}^3$ .
6. Акрамя азоту і кіслароду, у паветры ўтрымліваюцца і іншыя газы, напрыклад аргон  $Ar$ , аб'ёмная доля якога складае  $0,934 \%$ . Гэты газ выкарыстоўваецца ў некаторых відах зваркі металаў для стварэння ахоўнай атмасферы («аргоная зварка»). Які аб'ём паветра спатрэбіцца для атрымання аргону аб'ёмам  $5,84 \text{ м}^3$ ?
7. Бялкі з'яўляюцца найважнейшым складнікам ежы чалавека і жывёл. Было высветлена, што масавая доля бялку ў зерні аднаго з цвёрдых сартоў пшаніцы складае  $12,2 \%$ . Разлічыце масу бялку, які ўтрымліваецца ў зерні гэтай пшаніцы масай  $2,40 \text{ т}$ .

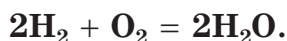
## § 15. Хімічныя ўласцівасці кіслароду

Для таго каб ахарактарызаваць хімічныя ўласцівасці любога рэчыва, неабходна ведаць, у якія хімічныя рэакцыі яно ўступае і што пры гэтым утвараецца.

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

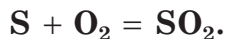
### Узаемадзеянне з простымі рэчывамі

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



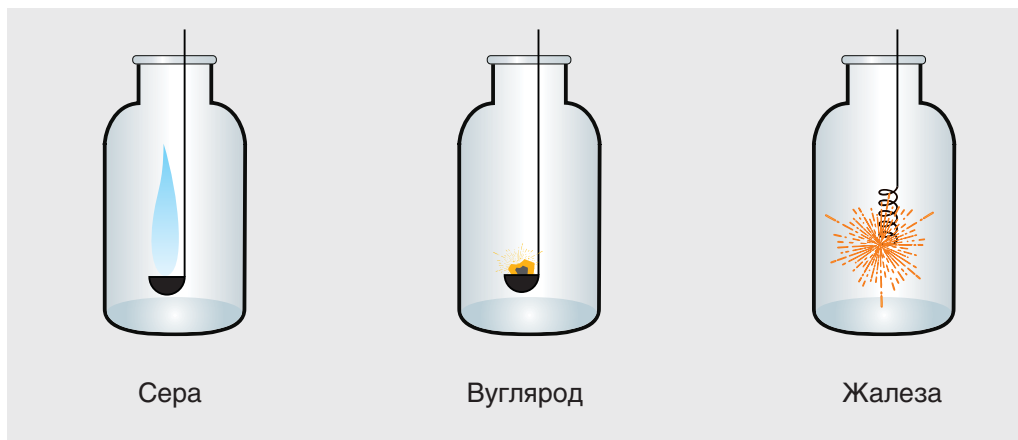
Як выцякае з гэтага ўраўнення, прадуктам хімічнай рэакцыі кіслароду з вадародам з'яўляецца вада. Пра асаблівасці працякання гэтай рэакцыі вы даведаецеся пры вывучэнні хімічных уласцівасцей вадароду (§ 19).

Калі ў колбу з кіслародам унесці лыжачку з запаленай серай, то сера ўспыхвае з утварэннем яркага полымя і хутка згарае (мал. 52). Хімічную рэакцыю, якая пры гэтым адбываецца, можна апісаць наступным ураўненнем:



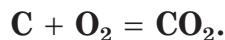
У выніку рэакцыі ўтвараецца рэчыва  $\text{SO}_2$ , якое называецца сярністым газам. Сярністы газ мае рэзкі пах, які вы чуюце, калі запальваеце звычайную запалку. Гэта сведчыць пра тое, што ў састаў галоўкі запалкі ўваходзіць сера, пры гарэнні якой і ўтвараецца сярністы газ.

Калі ў колбу з кіслародам унесці тлеючы вугельчык, які складаецца ў асноўным з вугляроду, то ён таксама ўспыхвае



Мал. 52. Гарэнне ў кіслародзе

і згарае яркім полымем (гл. мал. 52). Хімічную рэакцыю, якая пры гэтым адбываецца, можна прадставіць наступным ураўненнем:

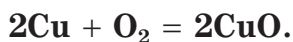


Прадуктам рэакцыі з'яўляецца вуглякіслы газ  $\text{CO}_2$ , з якім вы ўжо знаёмыя. Лучынка, якая гарыць, у пасудзіне з  $\text{CO}_2$  адразу гасне, таму што вуглякіслы газ не падтрымлівае гарэнне.

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

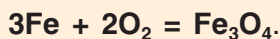
Акрамя неметалаў, з кіслародам рэагуюць і многія металы.

Пры награванні меднага парашку ў кіслародзе яго афарбоўка з чырванаватай пераходзіць у чорную. Гэта сведчыць аб працяканні хімічнай рэакцыі і ўтварэнні новага рэчыва  $\text{CuO}$ :





Пры ўнясенні ў колбу з кіслародам распаленага тонкага стальнага дроту, які складаецца ў асноўным з жалеза, ён пачынае ярка святціцца і раскідваць у розныя бакі распаленыя іскры (гл. мал. 52). Пры гэтым працякае хімічная рэакцыя:

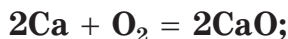


У выніку гэтай рэакцыі ўтвараецца «жалезная акаліна» саставу  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ , распаленыя часціцы якой разлятаюцца ў выглядзе іскр у розныя бакі.

Рэакцыю жалеза з кіслародам выкарыстоўваюць у прамысловасці для «рэзкі» сталёных вырабаў. Для гэтага адпаведны ўчастак дэталі спачатку трэба нагрэць пры дапамозе кіслародна-газавай гарэлкі. Затым неабходна накіраваць на нагрэтае месца струмень чыстага кіслароду. Нагрэтае да высокай тэмпературы жалеза ўступае ў хімічную рэакцыю з кіслародам і пераўтвараецца ў рыхлую «жалезную акаліну». Так можна разразаць масіўныя жалезныя дэталі.

### Рэакцыі злучэння

Уважліва паглядзіце на ўраўненні наступных рэакцый:



Яны падобныя паміж сабой тым, што ў левай частцы кожнага з гэтых ураўненняў запісаны формулы некалькіх рэчываў (простых ці складаных), а ў правай — формула толькі аднаго складанага рэчыва. Такія рэакцыі, падчас якіх з двух ці большай колькасці зыходных рэчываў утвараецца толькі адно новае рэчыва, адносяцца да рэакцый злучэння.

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

### Узаемадзеянне са складанымі рэчывамі

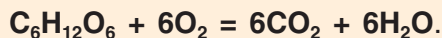
Кісларод уступае ў хімічныя рэакцыі і са многімі складанымі рэчывамі, напрыклад з метанам  $\text{CH}_4$ :



Прадуктамі гэтай рэакцыі з'яўляюцца вада  $\text{H}_2\text{O}$  і вуглякіслы газ  $\text{CO}_2$ .



Крыніцай энергіі для жывых арганізмаў з'яўляюцца працэсы клетачнага дыхання, якія ў іх адбываюцца. Найважнейшы з іх — рэакцыя кіслароду з глюкозай  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ :



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

Многія рэакцыі кіслароду з простымі і складанымі рэчывамі маюць адну характэрную асаблівасць, якая дазваляе адносіць 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 шмат святла і цеплаты. Менавіта гэтак узаемадзейнічаюць з кіслародам многія простыя і складаныя рэчывы.

Разгледжаныя вышэй рэакцыі вадароду, серы, вугляроду з кіслародам з'яўляюцца рэакцыямі гарэння. **Рэакцыямі гарэння называюцца хімічныя рэакцыі, якія працякаюць з вылучэннем вялікай колькасці цеплаты і святла.**

Важнай рэакцыяй з'яўляецца рэакцыя гарэння метану  $\text{CH}_4$ . У выніку гэтай рэакцыі вылучаецца вельмі шмат цеплаты. Вось чаму да многіх дамоў падведзены прыродны газ,



асноўным кампанентам якога з’яўляецца метан. Цеплата, якая вылучаецца пры гарэнні метану, выкарыстоўваецца для прыгатавання ежы, абагрэву жылля, выпрацоўкі энергіі і іншых мэт.



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

Вы ўжо ведаеце, што ў састаў паветра, якое знаходзіцца вакол нас, уваходзіць кісларод. Таму многія рэчывы гараць не толькі ў чыстым кіслародзе, але і ў паветры.

Гарэнне ў паветры працякае звычайна значна павольней, 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 аб’екта, які гарыць (а як следства — паменшыць доступ кіслароду), гарэнне сцішыцца або зусім спыніцца. Адсюль зразумела, чаму для тушэння прадмета, які загарэўся, на яго трэба накінуць, напрыклад, коўдру або шчыльную тканіну.



На пажарах для тушэння лёгкаўзгаральных, гаручых вадкасцей і прадметаў часта выкарыстоўваюць пену. Яна абвалаквае аб’ект, які гарыць, і перакрывае 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 у паветры нават да белага нападу, ён усё роўна не будзе гарэць, у той жа час у чыстым кіслародзе ён хутка згарае з утварэннем распаленых іскр.

### Гарэнне як крыніца энергіі

Працэсы гарэння са старажытнасці выкарыстоўваюцца для задавальнення патрэб чалавека ў энергіі і цяпле. **Паліва** — гэта рэчыва, якое гарыць з вылучэннем цеплавой энергіі. Па агрэгатным стане паліва бывае цвёрдае (вугаль, торф), вадкае (бензін, мазут) і газападобнае (прыродны газ). Запасы паліва могуць быць узнаўляемымі (драўніна, драўняны вугаль) і неўзнаўляемымі (каменны вугаль, торф, нафта).

*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 ці складаных) утвараецца толькі адно рэчыва (складанае).*

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

### Пытанні і заданні

1. Прывядзіце назвы трох простых рэчываў, з якімі ўзаемадзейнічае 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  $\text{CO}_2$ , а чаднага газу  $\text{CO}$ . Прывядзіце ўраўненне гэтай хімічнай рэакцыі.

4. Як можна эксперыментальна даказаць, што колба напоўнена кіслародам?
5. Чаму пры выкананні цяжкай фізічнай работы дыханне чалавека робіцца больш частым і глыбокім?
6. Калі на вугельчыкі вогнішча, якія тлеюць, моцна падзьмуць, яны ўспыхваюць яркім полымем. Патлумачце, чаму гэтак адбываецца.
7. Чаму для тушэння прадметаў, якія гараць, у бытавых умовах рэкамендуецца хутка накінуць на іх коўдру або шчыльную тканіну?
8. Які аб'ём азоту трэба дадаць да кіслароду аб'ёмам  $48,4 \text{ дм}^3$ , каб аб'ёмная доля азоту ў атрыманай газавай сумесі стала роўна  $32,6 \%$ ?
9. Газавая сумесь складаецца з кіслароду і вуглякіслага газу. Маса кіслароду ў гэтай сумесі ў 3 разы большая за масу вуглякіслага газу. Разлічыце масавую долю вуглякіслага газу ў гэтай газавай сумесі.

## § 16. Аксіды

Большасць вядомых хімічных рэчываў адносіцца да складаных рэчываў, кожнае з якіх належыць да аднаго з вядомых класаў. Знаёмства з імі мы пачынаем з класа аксідаў.

### Аксіды — складаныя рэчывы

У састаў многіх складаных хімічных рэчываў уваходзяць атамы толькі двух хімічных элементаў, адным з якіх з'яўляецца кісларод. Такія складаныя рэчывы называюць аксідамі. Напрыклад:  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  і інш.

**Аксіды — складаныя рэчывы, якія складаюцца з двух хімічных элементаў, адзін з якіх — кісларод.**

Прадуктамі разгледжаных намі раней рэакцый простых і складаных рэчываў з кіслародам з'яўляюцца аксіды:  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{SO}_2$  і  $\text{CuO}$ .

У звычайных умовах аксіды розных элементаў знаходзяцца ў вадкім ( $\text{H}_2\text{O}$ ), цвёрдым ( $\text{CaO}$ ) і газападобным ( $\text{CO}_2$ )



Мал. 53. Узоры разнастайных аксідаў

станах. Яны маюць самы розны колер (белы  $\text{ZnO}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , чорны  $\text{CuO}$ , буры  $\text{Ag}_2\text{O}$ , аранжавы  $\text{HgO}$ , карычневы  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) (мал. 53) і адрозніваюцца іншымі фізічнымі ўласцівасцямі.

Як вы памятаеце, злучэнні, у састаў якіх уваходзяць атамы толькі двух хімічных элементаў, хімікі называюць бінарнымі. Акіды адносяцца да бінарных злучэнняў.

### Назвы аксідаў

У цяперашні час вядома шмат аксідаў розных хімічных элементаў. Кожны з іх мае сваю формулу і назву. Назва аксіду ўтвараецца са слова «аксід» і беларускай назвы хімічнага элемента ў родным склоне. Напрыклад,  $\text{MgO}$  — аксід магнію,  $\text{Na}_2\text{O}$  — аксід натрыю,  $\text{H}_2\text{O}$  — аксід вадароду.

Калі хімічны элемент праяўляе пераменную валентнасць, то пасля назвы гэтага элемента ў круглых дужках трэба ўказаць рымскую лічбу, якая паказвае яго валентнасць у дадзеным аксідзе. Напрыклад,  $\text{SO}_2$  — аксід серы(IV),  $\text{SO}_3$  — аксід серы(VI),  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  — аксід жалеза(III),  $\text{P}_2\text{O}_5$  — аксід фосфару(V).

Як выцякае з прыведзеных вышэй прыкладаў у састаў аксідаў уваходзіць розная колькасць атамаў кіслароду і іншага хімічнага элемента ў адпаведнасці з іх валентнасцямі. Сярод хімічных элементаў ёсць такія, атамы якіх праяўляюць пастаянную валентнасць ва ўсіх злучэннях (напрыклад, **Na, K, Ca, Mg, Zn, Al**). Гэта значыць, у гэтых элементаў існуе толькі адзін аксід. У элементаў, атамы якіх праяўляюць пераменную валентнасць (напрыклад, **C, S, P, Fe**), існуюць некалькі аксідаў.

Вы ўжо знаёмы з правілам састаўлення формул бінарных рэчываў (гл. § 9) і ведаеце, што ў бінарным злучэнні агульная колькасць адзінак валентнасці аднаго элемента заўсёды роўна агульнай колькасці адзінак валентнасці другога элемента.

У саставе складаных рэчываў атамы кіслароду, як правіла, праяўляюць валентнасць, роўную II. Для прыкладу саставім формулы аксідаў серы(IV) і серы(VI). Для гэтага спачатку патрэбна знайсці найменшае агульнае кратнае (НАК) велічынь валентнасцей серы і кіслароду:

для серы(IV) і кіслароду(II) НАК = 4;

для серы(VI) і кіслароду(II) НАК = 6.

Далей велічыню НАК патрэбна падзяліць спачатку на валентнасць серы і атрымаць лік атамаў серы, затым НАК падзяліць на валентнасць кіслароду і атрымаць лік атамаў кіслароду:

для серы(IV):  $\frac{\text{НАК}}{\text{IV}} = \frac{4}{\text{IV}} = 1$ ; для кіслароду:  $\frac{\text{НАК}}{\text{II}} = \frac{4}{\text{II}} = 2$ .

Формула —  $\text{SO}_2$ ;

для серы(VI):  $\frac{\text{НАК}}{\text{VI}} = \frac{6}{\text{VI}} = 1$ ; для кіслароду:  $\frac{\text{НАК}}{\text{II}} = \frac{6}{\text{II}} = 3$ .

Формула —  $\text{SO}_3$ .

### Акіды ў прыродзе

Акіды шырока распаўсюджаны ў прыродзе вакол нас. Уявіце сабе, колькі вады ўтрымліваецца ва ўсіх морах, акіянах і рэках. А ўсё гэта менавіта — акід вадароду  $\text{H}_2\text{O}$ , ён жа — звычайная вада. Іншы вельмі распаўсюджаны акід, з якім мы сустракаемся кожны дзень, — акід крэмнію(IV)  $\text{SiO}_2$ , ці звычайны пясок. У паветры, якое мы выдыхаем, утрымліваецца акід вугляроду(IV)  $\text{CO}_2$ , ці вуглякіслы газ. Пры згаранні некаторых відаў паліва ўтвараецца акід серы(IV)  $\text{SO}_2$ , ці сярністы газ.

Многія акіды сустракаюцца ў зямной кары ў саставе мінералаў.

*Акіды — складаныя рэчывы, якія складаюцца з атамаў двух хімічных элементаў, адзін з якіх — кісларод.*

*У звычайных умовах акіды могуць знаходзіцца ў газанадобным, вадкім ці цвёрдым аграгатным станах, мець самы розны колер.*

*Назва акіду ўтвараецца са слова «акід» і беларускай назвы хімічнага элемента ў родным склоне.*

*Для элементаў з пераменнай валентнасцю ў назве акіду яе паказваюць пасля сімвала хімічнага элемента рымскай лічбай у круглых дужках.*

### Пытанні і заданні

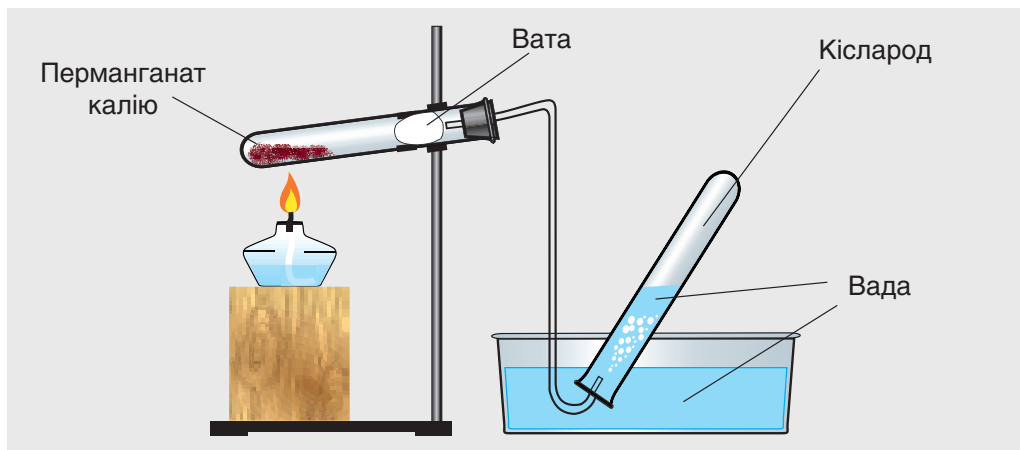
1. Прывядзіце хімічныя формулы трох аксідаў, у састаў малекул якіх уваходзяць 1, 2 і 3 атамы кіслароду.
2. Састаўце формулы аксідаў, у састаў якіх уваходзяць атамы наступных хімічных элементаў: жалеза(II), вуглярод(IV).
3. Назавіце аксіды:  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{SO}_2$ .
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. Чаму аксіды — гэта адны з самых шырока распаўсюджаных хімічных злучэнняў на Зямлі? Які аксід з'яўляецца самым распаўсюджаным на нашай планеце?
6. Састаўце ўраўненні хімічных рэакцый атрымання аксідаў алюмінію і кальцыю з простых рэчываў.
7. Газавая сумесь складаецца з аксіду вугляроду(IV) і аксіду вугляроду(II), пры гэтым масавая доля апошняга ў 2 разы большая за масавую долю першага. Разлічыце масу вуглякіслага газу, які ўтрымліваецца ў такой газавай сумесі масай 240 кг.
8. Змяшалі азот аб'ёмам  $120 \text{ дм}^3$  і вуглякіслы газ аб'ёмам  $340 \text{ дм}^3$ . У колькі разоў у атрыманай сумесі газу аб'ёмная доля вуглякіслага газу большая за аб'ёмную долю азоту?

## § 17. Атрыманне кіслароду

Для вырабу многіх рэчываў у прамысловых маштабах неабходна вялікая колькасць кіслароду. З гэтай мэтай яго атрымліваюць з паветра, калі аддзяляюць кісларод ад астатніх газаў пры дапамозе фізічных працэсаў. Паколькі гэта вельмі складаны тэхналагічны працэс, яго нельга выкарыстоўваць у лабараторных умовах. Таму ў лабараторыях кісларод атрымліваюць пры дапамозе хімічных рэакцый.

### Атрыманне кіслароду ў лабараторных умовах

У хімічнай лабараторыі кісларод можна атрымаць награваннем некаторых складаных рэчываў, у састаў якіх уваходзяць атамы кіслароду. Да такіх рэчываў адносіцца перманганат калію  $\text{KMnO}_4$ . Гэтае рэчыва вы можаце знайсці ў

Мал. 54. Атрыманне кіслароду з  $\text{KMnO}_4$ 

вашай дамашняй аптэчцы пад назвай «марганцоўка». Пры яе награванні працякае хімічная рэакцыя, адным з прадуктаў якой з’яўляецца кісларод:



Для атрымання кіслароду ў шкляную прабірку трэба змясціць трохкі парашку  $\text{KMnO}_4$ , закрыць яе коркам з газаадводнай трубкай і нагрэць. У выніку будзе вылучацца газападобны кісларод (мал. 54).

Яшчэ адзін спосаб атрымання кіслароду — раскладанне вады пад уздзеяннем пастаяннага электрычнага току. Гэты працэс называецца **электралізам** вады. Атрымаць кісларод можна ў прыборы, які намалеваны на малюнку 6 (с. 14). Пры гэтым працякае наступная хімічная рэакцыя:



### Рэакцыі раскладання

Калі ўважліва паглядзець на прыведзеныя вышэй ураўненні рэакцый, пры дапамозе якіх у лабараторных умовах



можна атрымаць кісларод, то нельга не пабачыць некаторае іх падабенства. У левай частцы гэтых ураўненняў прысутнічае толькі адно рэчыва, і яно складанае, а ў правай частцы — два і больш рэчываў. Сярод прадуктаў такіх рэакцый ёсць як простыя, так і складаныя рэчывы. 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 ўтвараюцца некалькі новых рэчываў (простых ці складаных).***

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

### Гісторыя адкрыцця кіслароду

Гісторыя адкрыцця самага важнага для чалавека газу доўгая і забытаная. Упершыню пра адкрыццё кіслароду паведаміў у 1774 г. англійскі хімік Д. Прыстлі, які атрымаў гэты газ пры награванні рэчыва  $\text{HgO}$  па рэакцыі:



Аднак Д. Прыстлі не зразумеў, што атрымаў новае газападобнае рэчыва, і палічыў яго варыянтам паветра. Яшчэ раней у 1772 г. кісларод быў атрыманы К. Шэеле, але звесткі пра гэта былі апублікаваныя толькі ў 1777 г.

Правільнае ўяўленне пра тое, што кісларод ёсць частка паветра «найбольш прыдатная для дыхання», даў вялікі французскі хімік А. Лавуазье. Ён таксама прыйшоў да высновы, што гарэнне можа адбывацца толькі пры наяўнасці ў паветры кіслароду. А. 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 ўтрымліваюць 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. даў гэтаму газу назву «нараджаючы кіслоты», ці скарочана — кісларод.

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

*Вялікія аб'ёмы кіслароду для прамысловых мэт вылучаюць з паветра.*

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

### Пытанні і заданні

1. З чаго і як атрымліваюць кісларод у прамысловых маштабах?
2. Прывядзіце формулы двух рэчываў, з якіх у лабараторных умовах можна атрымаць кісларод.
3. Пры награванні берталетавай солі  $KClO_3$  вылучаецца кісларод і ўтвараецца рэчыва  $KCl$ . Састаўце ўраўненне гэтай рэакцыі.
4. Да якога тыпу адносяцца вядомыя вам рэакцыі атрымання кіслароду са складаных рэчываў ( $KMnO_4$ ,  $H_2O$ )?
5. Вызначыце тып кожнай з наступных рэакцый:
  - а)  $3H_2 + N_2 = 2NH_3$ ;
  - б)  $2CO + O_2 = 2CO_2$ ;
  - в)  $CaCO_3 = CaO + CO_2$ ;
  - г)  $H_2CO_3 = CO_2 + H_2O$ .
6. Якую максімальную масу газавай сумесі кіслароду з вадародам можна атрымаць пры канчатковым разлажэнні вады масай 240 г пад уздзеяннем электрычнага току?
7. Разлічыце масу 200 малекул кіслароду.
8. Да вуглякіслага газу аб'ёмам  $32,4 \text{ дм}^3$  дадалі сярністы газ, аб'ёмная доля якога ў атрыманай сумесі склала 20 %. Разлічыце аб'ём гэтай сумесі.

## Практычная работа 2

### *Атрыманне кіслароду і вывучэнне яго ўласцівасцей*

Мэта работы: засвоіць адзін з лабараторных спосабаў атрымання кіслароду і збірання яго метадам выцягнення паветра; замацаваць веды пра фізічныя і хімічныя ўласцівасці кіслароду.

#### Атрыманне і збіранне кіслароду

1) У прабірку прыкладна на  $\frac{1}{4}$  яе аб'ёму насыпце парашок марганцоўкі  $\text{KMnO}_4$ . Закрыйце прабірку коркам з газаадводнай трубкай. Замацуйце прабірку ў штатыве ў нахіленым стане, як намалявана на малюнку 45, б (с. 81). Падрыхтуйце шклянку (або прабірку) для збірання кіслароду. Нагрэйце спачатку ўсю прабірку з  $\text{KMnO}_4$ , а потым толькі тую яе частку, дзе знаходзіцца рэчыва.

2) Пераканаўшыся, што шклянка або прабірка напоўнілася кіслародам, спыніце награванне і закрыйце пасудзіну з кіслародам.

#### Даследаванне ўласцівасцей кіслароду

1) Якія фізічныя ўласцівасці кіслароду можна вызначыць, калі разгледзець газ, які атрымаўся?

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

#### Састаўленне справадчы аб праведзенай рабоце

Апішыце спосабы атрымання і збірання кіслароду. Намалюйце прыбор для атрымання і збірання кіслароду з тлумачальнымі надпісамі. Ахарактарызуйце ўласцівасці кіслароду, якія вы даследавалі. Састаўце адпаведныя ўраўненні рэакцый. Сфармулюйце вывады.



## Раздзел III

# Вадарод



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

*Космас, зорак карагод на тры чвэрці іх па масе  
састаўляе вадарод, у нетрах сонца «выгарае»,  
ён да нас цяplo вяртае  
і святло за годам год!*

## § 18. Вадарод — хімічны элемент і простае рэчыва

Перш чым прыступіць да знаёмства з вадародам як з хімічным элементам і простым рэчывам, даведаемся, хто ж адкрыў вадарод і як гэта здарылася.

### Гісторыя адкрыцця вадароду

Ужо з XVI ст. было вядома, што пры растварэнні жалеза ў кіслотах вылучаецца нейкі газ. У 1766 г. англійскі вучоны Генры Кавендзіш упершыню даследаваў некаторыя яго ўласцівасці. У прыватнасці, выявілася, што пры падпальванні чыстага газу ён спакойна гарыць бледна-блакітным полымем, а яго сумесь з паветрам пры гэтым выбухае! Гэта ўразіла вучонага, і ён даў назву гэтаму газу «гаручае паветра». Паколькі менавіта Г. Кавендзіш першым апісаў найважнейшыя ўласцівасці вадароду, яго лічаць першаадкрывальнікам гэтага простага рэчыва і адпаведнага хімічнага элемента.

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*. На той жа падставе для абазначэння хімічнага элемента вадароду выкарыстоўваюць сімвал **H** («аш») — першую літару лацінскага слова *Hydrogenium*. У перакладзе на беларускую мову яно азначае «нараджаючы ваду». Справа ў тым, што ў выніку злучэння атамаў вадароду **H** з атамамі кіслароду **O** ўтвараюцца, «нараджаюцца» малекулы вады **H<sub>2</sub>O**.



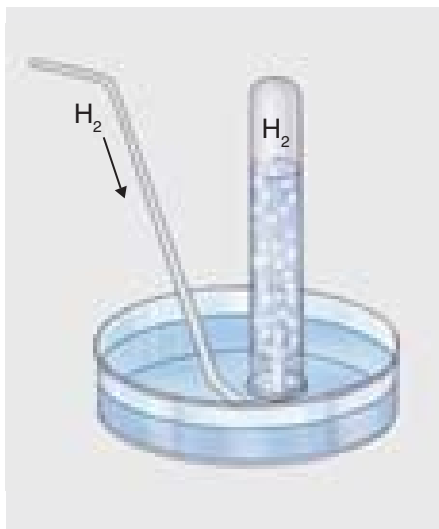
Разлічым адносную малекулярную масу простага рэчыва вадароду, акругліўшы значэнне  $A_r(\text{H})$  да 1:

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

У паветры каля зямной паверхні ўтрыманне простага рэчыва вадароду  $\text{H}_2$  вельмі малое. У верхніх жа сляях атмасферы яно большае і павялічваецца па меры аддалення ад Зямлі. Простае рэчыва вадарод уваходзіць у склад атмасферы некаторых планет Сонечнай сістэмы — Юпітэра, Сатурна, Урана.



На аснове вынікаў нядаўніх даследаў 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 складаецца з цвёрдага вадароду.



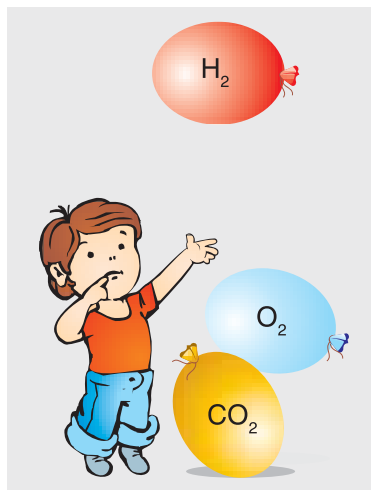
Мал. 56. Збіранне вадароду метадам выцяснення вады

### Фізічныя ўласцівасці вадароду

У звычайных умовах простае рэчыва вадарод уяўляе сабой бясколерны газ без смаку і паху. Ён мала раствараецца ў вадзе і нашмат лягчэйшы за яе. Таму пры апусканні ў ваду газаадводнай трубкай, па якой ідзе вадарод, яго бурбалкі імкнуча ўверх. Гэта дазваляе збіраць вадарод метадам выцяснення вады (мал. 56). Шчыльнасць газападобнага вадароду складае  $0,089 \text{ г/дм}^3$ . Гэта азначае, што вадарод аб'ёмам  $1 \text{ дм}^3$  (г. зн.  $1 \text{ л}$ ) 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.

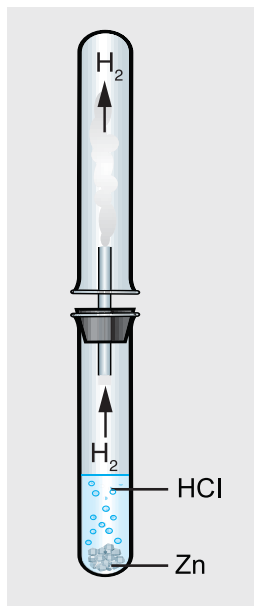
Паколькі адносная малекулярная маса вадароду роўна ўсяго толькі 2, яго малекулы з'яўляюцца самымі лёгкімі з усіх вядомых малекул. З гэтай прычыны газападобны вадарод лягчэйшы за ўсе іншыя газы. Напрыклад, ён у 16 разоў лягчэйшы за кісларод, у 22 разы лягчэйшы за вуглякіслы газ і ў 14,5 раза лягчэйшы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



Мал. 57. Вадарод — самы лёгкі газ

Першы з іх накачаем вадародам  $\text{H}_2$ , другі — кіслародам  $\text{O}_2$ , а трэці — вуглякіслым газам  $\text{CO}_2$ . Моцна завяжам шарыкі ніткай і адначасова выпусцім іх з рук. Шарыкі будуць паводзіць сябе па-рознаму (мал. 57). Шарык з вадародам хутка падымецца да столі, а шарыкі з вуглякіслым газам і кіслародам апусцяцца на падлогу, прычым хутчэй апынецца на падлозе шарык з вуглякіслым газам.

Паколькі ў паветры вадарод паднімаецца ўверх, пры збіранні гэтага газу метадам выцяснення паветра прабірку размяшчаюць уверх дном (мал. 58).



Мал. 58. Збіранне вадароду метадам выцяснення паветра





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 1887 г. палёт на паветраным шары, які быў запоўнены вадародам, з навуковай мэтай здзейсніў рускі хімік Д. І. Мендзялееў.

З прычыны малой масы і дробных памераў малекулы вадароду могуць пранікаць праз сценкі пасудзін, у якіх месціцца гэты газ. Пераканаемся ў гэтым на прыкладзе таго ж шарыка з вадародам. Нават калі надзейна завязаць яго ніткай, праз нейкі час шарык садзьмецца. Пры павышаных тэмпературы і ціску вадарод здольны пранікаць і праз сценкі металічных пасудзін.

*Вадарод — найбольш распаўсюджаны элемент у Сусвеце.*

*Простае рэчыва вадарод  $H_2$  — самы лёгкі газ, без колеру, паху і смаку.*

*Вадарод маларастваральны ў вадзе, яго можна збіраць метадамі выцягнення вады або паветра.*

### Пытанні і заданні

1. Чаму хімічны элемент вадарод абазначаюць лацінскім сімвалам Н?
2. Патлумачце, што абазначаюць запісы: Н, 2Н,  $H_2$ ,  $3H_2$ .
3. Запішыце пры дапамозе сімвалаў наступныя выразы:
  - а) восем малекул вадароду;
  - б) пяць атамаў вадароду.
4. У якіх выпадках гаворка ідзе пра вадарод як простае рэчыва:
  - а) вадарод прысутнічае ў арганізме чалавека;
  - б) вадарод маларастваральны ў вадзе;
  - в) вадарод уваходзіць у састаў вады;
  - г) пры звычайных умовах вадарод знаходзіцца ў газападобным аграгатным стане?

5. У трох колбах аднолькавай масы і аднолькавага аб'ёму пры адных і тых жа ўмовах знаходзяцца вадарод, кісларод і паветра. Як, не выконваючы хімічных рэакцый, можна даведацца, у якой колбе ўтрымліваецца вадарод?
6. Малекула якога з прыведзеных рэчываў мае найменшую масу:  $O_2$ ,  $CO_2$ ,  $H_2O$ ,  $H_2$ ?
7. Разлічыце масу 1000 малекул вадароду.
8. Разлічыце аб'ёмную долю вадароду ў газападобнай сумесі, у якой на кожныя 5  $dm^3$  вадароду прыпадае па 10  $dm^3$  кіслароду.

## § 19. Хімічныя ўласцівасці вадароду

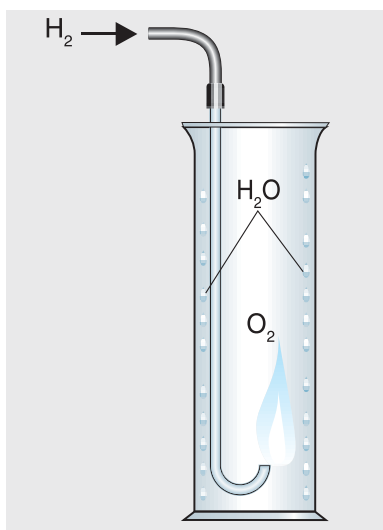
Сёння вы пазнаёміцеся з хімічнымі ўласцівасцямі простага рэчыва вадароду. Вы даведаецеся, з якімі рэчывамі ён рэагуе і што пры гэтым утвараецца, як працякаюць гэтыя рэакцыі і якімі з'явамі яны суправаджаюцца.

У звычайных умовах вадарод хімічна малаактыўны. Для таго каб ён стаў больш актыўным і змог рэагаваць з іншымі рэчывамі, яго патрэбна як след «расштурхаць» або, як кажуць хімікі, актывіраваць. Для гэтага неабходна стварыць асаблівыя ўмовы, напрыклад павысіць тэмпературу або ціск. У такіх досыць жорсткіх умовах вадарод становіцца намнога больш актыўным і рэагуе з простымі і складанымі рэчывамі.

### Рэакцыі вадароду з простымі рэчывамі

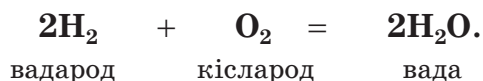
Пры награванні вадарод рэагуе з некаторымі простымі рэчывамі, напрыклад з кіслародам і хлорам.

Асабліва цікавая рэакцыя злучэння вадароду з кіслародам. Калі падпаліць у паветры чысты вадарод, які выходзіць з газаадводнай трубкай, ён імгненна загараецца з лёгкім воплескам і гарыць роўным, ледзь прыметным полымем. Змесцім трубку з палаючым вадародам у



Мал. 59. Гарэнне вадароду ў кіслародзе

пасудзіну з кіслародам. Гарэнне вадароду становіцца больш інтэнсіўным, а яго полымя — больш яркім. Праз некаторы час на сценах пасудзіны мы пабачым маленькія кропелькі вадкасці (мал. 59). Гэта — вада! Яна з'яўляецца прадуктам рэакцыі вадароду з кіслародам:



Так мы яшчэ раз пераканаліся ў тым, што вадарод на пару 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 цяплаты. Тэмпература полымя дасягае 2800 °С. Пры такой высокай тэмпературы плавяцца шкло і многія металы.

У адрозненне ад чыстага вадароду яго сумесь з паветрам пры падпальванні выбухае! У гэтым можна пераканацца наступным чынам.

Газаадводную трубку, па якой ідзе вадарод, увядзём у прабірку, якая перавернутая ўверх дном, і праз 1—2 с дастанем назад. Не пераварочваючы прабірку, паднясём да яе адтуліны полымя запалкі. У гэты момант у прабірцы адбудзецца бяспечны выбух, і мы пачуем рэзкі «гаўклівы» гук, які нагадвае голас маленькага сабакі. Гэта тлумачыцца тым, што вадарод не паспеў выцясніць усё паветра з прабірки, і ў ёй утварылася вадародна-паветраная сумесь.

З прычыны здольнасці сумесі вадароду з паветрам пры падпальванні «грымець» яе называюць «грымучай сумессю»:

Не жартуйце з вадародам — ён гарыць, нараджаючы ваду!

Сумесь з кіслародам-братам здольна выбухаць, рабяты!

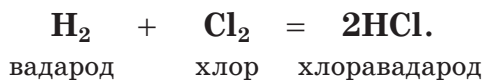
Помніць трэба вам, агучу — гэту сумесь завуць грымучай!



Гаручасць вадароду з'явілася прычынай гібелі нямецкага дырыжабля «Гіндэнбург» — вялізнага паветранага судна даўжынёй каля 240 м і дыяметрам 41 м. У яго спецыяльных герметычных адсеках знаходзілася вялікая колькасць вадароду. 6 мая 1937 г. пры пасадцы ў ЗША здарылася жахлівая катастрофа — дырыжабль загарэўся і выбухнуў.



Пры гарэнні вадароду ў атмасферы іншага простага рэчыва хлору  $\text{Cl}_2$  (мал. 60) утвараецца газападобнае складанае рэчыва хлоравадарод  $\text{HCl}$ :



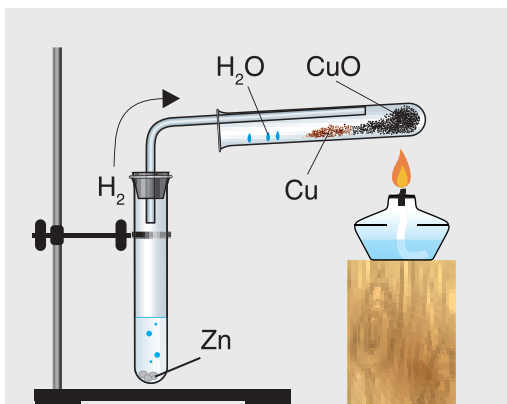
Хімічная рэакцыя вадароду з хлорам — яшчэ адзін прыклад рэакцыі злучэння.



Мал. 60. Гарэнне вадароду ў хлоры

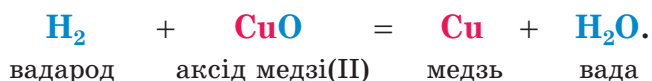
### Рэакцыі вадароду са складанымі рэчывамі

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)  $\text{CuO}$  (мал. 61).



Мал. 61. Рэакцыя вадароду  $\text{H}_2$  з аксідам медзі(II)  $\text{CuO}$

данае ( $\text{CuO}$ ) рэчывы, і ўтварыліся новыя простае ( $\text{Cu}$ ) і складанае ( $\text{H}_2\text{O}$ ) рэчывы:



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

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

Таксама як з аксідам медзі, вадарод рэагуе і з аксідамі некаторых іншых металаў, напрыклад з  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , «аднімаючы» ад іх атомы кіслароду.

### Прымяненне вадароду

Штогод у свеце вырабляюць і выкарыстоўваюць каля 58 млн т вадароду. Ён шырока выкарыстоўваецца ў розных галінах прамысловасці, найважнейшыя з якіх вы можаце пабачыць на малюнку 62.

Рэакцыя гарэння вадароду ў кіслародзе, якая суправаджаецца вылучэннем вялікай колькасці энергіі, ажыццяўляецца ў ракетных рухавіках, якія выводзяць у космас лятальныя апараты. Яе выкарыстоўваюць таксама для рэзкі і зваркі розных металаў.



Мал. 62. Прымяненне вадароду



Мал. 63. Вадародная аўтазаправачная станцыя

У апошні час вадарод пачынаюць прымяняць у якасці паліва для аўтамабільнага транспарту (мал. 63). Справа ў тым, што пры згаранні ў аўтамабільных рухавіках звычайна нам бензіну ўтвараецца вуглякіслы газ. Яго назапашванне ў атмасферы з'яўляецца прычынай глабальнага пацяплення на Зямлі. У той жа час пры згаранні вадароду ўтвараецца вада, якая не забруджвае навакольнае асяроддзе.

*Вадарод пры пэўных умовах злучаецца з кіслародам і хлорам і ўтварае складаныя рэчывы.*

*Вадарод пры награванні ўступае ў рэакцыі замяшчэння з аксідамі некаторых металаў.*

### Пытанні і заданні

1. Чаму пры 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)  $\text{CuO}$ ; б)  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ .

4. Пастаўце замест пыталыніка формулу патрэбнага рэчыва і расстаўце каэфіцыенты ў схемах хімічных рэакцый. Вызначыце, да якога тыпу адносіцца кожная рэакцыя:
  - а)  $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow ?$ ;
  - б)  $? + \text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O}$ ;
  - в)  $\text{H}_2 + \text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow ? + \text{H}_2\text{O}$ .
5. Састаўце ўраўненні рэакцый, пры дапамозе якіх можна ажыццявіць наступныя хімічныя пераўтварэнні:
  - а)  $\text{Cu} \rightarrow \text{CuO} \rightarrow \text{Cu}$ ;
  - б)  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Fe} \rightarrow \text{FeO}$ .
6. Вядома, што, калі зараджаюць аўтамабільныя акумулятары ў неправетрываемых памяшканнях, утвараецца так званая «грымучая сумесь». Падумайце, якім чынам аўтааматар можа засцерагчыся ад яе выбуху.
7. У сумесі вадароду з кіслародам аб'ём вадароду роўны 20 дм<sup>3</sup>, а аб'ёмная доля кіслароду складае 60 %. Разлічыце аб'ём указанай сумесі.

## § 20. Паняцце аб кіслотах

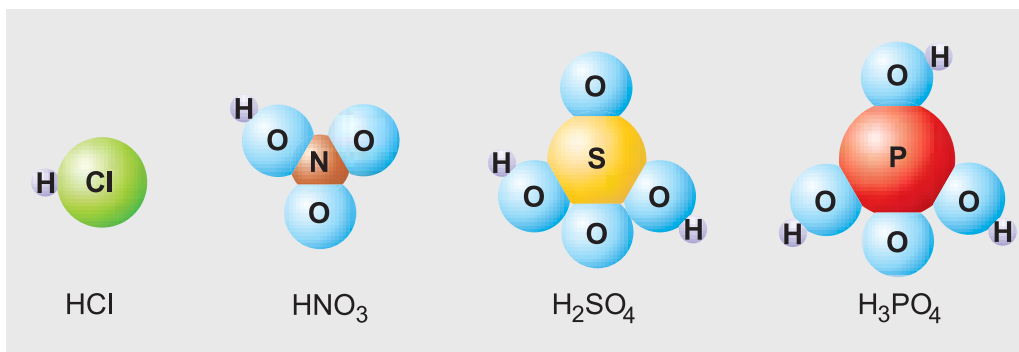
Слова «кіслы», безумоўна, знаёма кожнаму з нас. Мы памятаем смак кіслага малака, лімоннага соку, кіслых яблык, шчаўя... Гэты смак прадуктам харчавання надаюць асаблівыя рэчывы — **кіслоты**. У кіслым малаку ўтрымліваецца малочная кіслата, у соку лімона — лімонная, у яблыках — яблычная, а ў шчаўі — шчаўевая кіслата. Агульная колькасць кіслот вельмі вялікая — іх некалькі тысяч. Толькі з некаторымі з іх мы сустракаемся ў паўсядзённым жыцці. Акрамя кіслот, якія ўтрымліваюцца ў прадуктах харчавання, дома мы можам знайсці і іншыя кіслоты. Гэта, напрыклад, борная кіслата з дамашняй аптэчкі, серная кіслата для запраўкі аўтамабільных акумулятараў.

Кіслоты выкарыстоўваюцца не толькі ў быце. Яны знаходзяць шырокае прымяненне практычна ва ўсіх сферах чалавечай дзейнасці. Таму веды пра кіслоты вельмі важныя для сучаснага чалавека. Пазнаёмімся з гэтымі рэчывамі бліжэй.



Састаў кіслот

Уважліва разгледзьце малюнак 64. На ім вы бачыце шаравыя мадэлі малекул некаторых кіслот і іх хімічныя формулы. У адных малекулах мала атамаў, у іншых — шмат. Атамы якога элемента ёсць у кожнай з гэтых малекул? Правільна — гэта атамы вадароду **Н**. Яны ўваходзяць у састаў малекул усіх вядомых кіслот.



Мал. 64. Мадэлі малекул некаторых кіслот

Уявіце цяпер, што ў нас атрымалася аддзяліць ад малекул кіслот «шарыкі» атамаў **Н**. Часткі малекул, якія пасля гэтага засталіся, называюцца **кіслотнымі астаткамі**. У нашым выпадку гэта атам **Cl**, групы атамаў **NO<sub>3</sub>**, **SO<sub>4</sub>**, **PO<sub>4</sub>**. Паколькі колькасць кіслот вялікая, то таксама вялікая і колькасць кіслотных астаткаў. З імі вы пазнаёміцеся ў далейшым.

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



**Кіслоты** — складаныя рэчывы, у малекулах якіх утрымліваюцца атамы вадароду, якія 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. Таму, калі ў малекуле  $\text{HCl}$  кіслотны астатак  $\text{Cl}$  злучаны з адным атамам  $\text{H}$ , то валентнасць гэтага кіслотнага астатку роўна аднаму, калі з двума атамамі  $\text{H}$  ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) — двум, а калі з трыма атамамі  $\text{H}$  ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ) — тром.

Хімічная формула любой кіслаты звычайна пачынаецца з сімвала  $\text{H}$ , пасля якога запісваецца формула кіслотнага астатку.

У табліцы 5 прадстаўлены назвы і хімічныя формулы кіслот, з якімі вы будзеце сустракацца ў хуткім часе. Там жа дадзены формулы кіслотных астаткаў і іх валентнасці (указаны 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 |
|------------------------------|-------------------------|--|--------------------------|
| Саляная<br>(хлоравадародная) | $\text{HCl}$            | $\text{Cl(I)}$                           | хларыд                   |
| Азотная                      | $\text{HNO}_3$          | $\text{NO}_3(\text{I})$                  | нітрат                   |
| Серная                       | $\text{H}_2\text{SO}_4$ | $\text{SO}_4(\text{II})$                 | сульфат                  |
| Фосфарная                    | $\text{H}_3\text{PO}_4$ | $\text{PO}_4(\text{III})$                | фасфат                   |
| Вугальная                    | $\text{H}_2\text{CO}_3$ | $\text{CO}_3(\text{II})$                 | карбанат                 |

Як выглядаюць кіслоты? У звычайных умовах яны ўяўляюць сабой вадкія ці цвёрдыя рэчывы. Так, напрыклад, пры пакаёвай тэмпературы серная кіслата  $\text{H}_2\text{SO}_4$  — бясколерная, алеепадобная вадкасць, якая не мае паху, амаль у 2 разы больш шчыльная за ваду. У гэтых жа ўмовах фосфарная кіслата  $\text{H}_3\text{PO}_4$  — белае цвёрдае рэчыва без паху. Салыная кіслата ўяўляе сабой не індывідуальнае рэчыва, а водны раствор газу хлоравадароду  $\text{HCl}$ . Гэта бясколерная вадкасць з рэзкім пахам. Большасць кіслот раствараюцца ў вадзе.

Ёсць рэчывы, якія, як і кіслоты, утрымліваюць атамы вадароду, але кіслотнымі ўласцівасцямі не валодаюць, напрыклад метан  $\text{CH}_4$ , глюкоза  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ . Вынікае, што не ўсе рэчывы, якія ўтрымліваюць атамы вадароду, з'яўляюцца кіслотамі.

### Меры засцярогі пры рабоце з кіслотамі

Многія кіслоты адносяцца да едкіх рэчываў. Калі яны трапляюць на скуру, у рот або ў вочы, то вызываюць балючыя хімічныя апёкі. Тканіны, з якіх вырабляюць нашу вопратку, пры кантакце з кіслотамі хутка разбураюцца.

Каб пазбегнуць падобных непрыемнасцей, з кіслотамі трэба абыходзіцца звыш асцярожна. Пры рабоце з кіслотамі неабходна карыстацца сродкамі аховы — гумавымі пальчаткамі, акулярамі, рэспіратарам і спецыяльным адзеннем: гумавым фартухом і абуткам.

Калі кіслата ўсё ж трапіла на скуру або вопратку, патрэбна неадкладна прамыць пашкодзаны ўчастак вялікай колькасцю халоднай вады, а затым прамыць слабым (1 %) раствором пітной соды. Калі кіслата трапіла ў вочы, раствор соды неабходна разбавіць яшчэ ў 2 разы. Пры сур'ёзных апёках патрэбна звяртацца па медыцынскую дапамогу.

### Паняцце аб індыкатарах

Паколькі кіслоты каштаваць небяспечна, іх наяўнасць можна вызначыць па змене афарбоўкі спецыяльных рэчываў — **індыкатараў**. У перакладзе на беларускую мову гэты тэрмін азначае «ўказальнік». Атрымліваецца, што індыкатар змяняе адпаведным чынам свой колер і ўказвае на тое, што ў раствору ўтрымліваецца кіслата. Існуюць таксама індыкатары, якія змяняюць афарбоўку ў прысутнасці як кіслот, так і шэрага іншых рэчываў.

**Індыкатары — гэта адмысловыя рэчывы, якія змяняюць свой колер у прысутнасці кіслот і шэрага іншых рэчываў.**

На ўроках хіміі для выяўлення кіслот у растворах карыстаюцца індыкатарамі — **лакмусам, метылавым аранжавым (метыларанжам)**, а таксама **ўніверсальнай індыкатарнай паперай** у выглядзе палосак спецыяльнай паперы, якая прапітана сумессю розных індыкатараў. Колер індыкатараў у вадзе паказаны на малюнку 65. Яны змяняюць свой колер, калі ў раствору ёсць кіслоты (мал. 66).



Мал. 65. Колер індыкатараў у вадзе



Мал. 66. Колер індыкатараў у растворах кіслот

Колер лакмусу, метыларанжу і ўніверсальнай індыкатарнай паперы ў вадзе і ў растворах кіслот прыведзены ў табліцы 6.

Табліца 6. Колер індыкатараў у вадзе і ў растворах кіслот

| Індыкатары<br>Рэчывы | Лакмус    | Метыларанж | Універсальная індыкатарная папера |
|----------------------|-----------|------------|-----------------------------------|
| Вада                 | фіялетава | аранжава   | жоўты                             |
| Кіслоты              | чырвоны   | чырвоны    | чырвоны                           |

Эксперыментальна пераканаемся ў здольнасці індыкатараў змяняць свой колер у растворах кіслот.

### Лабараторны дослед 3

#### *Уздзеянне кіслот на індыкатары*

У адну з дзвюх прабірак наліце раствор сернай кіслаты, а ў другую — саляную кіслату (па 1 см<sup>3</sup>). У кожную прабірку дадайце па адной кроплі раствору лакмусу. Адзначце назіраемыя з’явы.

У дзве іншыя прабіркі з растворамі ўказаных кіслот дадайце па адной кроплі раствору метыларанжу. Якія змены адбыліся ў прабірках?

Параўнайце свае назіранні з данымі табліцы 6.

*У састаў кіслот уваходзяць атамы вадароду, якія здольныя замяшчацца атамамі металаў, і кіслотныя астаткі.*

*Наяўнасць кіслот у растворах можна даказаць пры дапамозе індыкатараў.*

*Індыкатары — адмысловыя рэчывы, якія могуць змяняць свой колер у прысутнасці кіслот і шэрага іншых рэчываў.*

*Многія кіслоты — едкія рэчывы. Пры рабоце з імі патрэбна быць асяржонымі.*

### Пытанні і заданні

1. Атамы якога хімічнага элемента абавязкова ўваходзяць у састаў усіх кіслот?
2. Зрабіце з пластыліну мадэлі малекул кіслот у адпаведнасці з малюнкам 64. Зрабіце фота гэтых мадэляў.
3. У формулах кіслот —  $\text{HCl}$ ,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$  падкрэсліце кіслотныя астаткі і вызначыце валентнасці кожнага з іх.
4. Запоўніце ў сшытку табліцу:

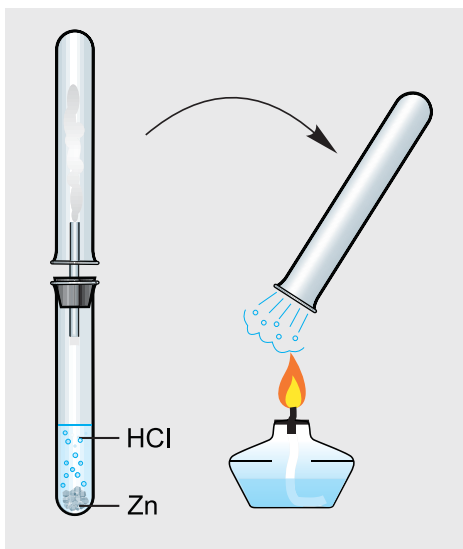
| Назва кіслаты | Формула кіслаты         | Формула кіслотнага астатку | Назва кіслотнага астатку |
|---------------|-------------------------|----------------------------|--------------------------|
| Азотная       |                         |                            |                          |
|               | $\text{H}_2\text{SO}_4$ |                            |                          |
|               |                         | $\text{CO}_3$              |                          |
|               |                         |                            | фасфат                   |

5. Састаўце формулы кіслот, у састаў якіх уваходзяць кіслотныя астаткі (у дужках указана іх валентнасць):  $\text{NO}_2(\text{I})$ ,  $\text{SO}_3(\text{II})$ ,  $\text{MnO}_4(\text{I})$ .
6. Да вады масай 140 г дадалі серную кіслату масай 60 г. Разлічыце масавую долю растваранага рэчыва ва ўтвораннай сумесі.
7. Якія меры засцярогі пры рабоце з кіслотамі? Што патрэбна рабіць, калі кіслата трапіла на скуру або вопратку?

*У канцы тэмы вам прапануецца заданне для невялікага даследавання, якое вы можаце выканаць у дамашніх умовах — праект «Даследаванне індыкатарных уласцівасцей сокаў з гародніны і ягад» (с. 134).*

## § 21. Узаемадзеянне кіслот з металамі

Вы ўжо ведаеце, што кіслоты валодаюць шэрагам агульных уласцівасцей. Напрыклад, яны кіслыя, змяняюць афарбоўку індыкатараў. Але ў кіслот ёсць яшчэ адна вельмі важная ўласцівасць — здольнасць рэагаваць з металамі.



Мал. 67. Атрыманне вадароду і доказы яго наяўнасці ў прабірцы

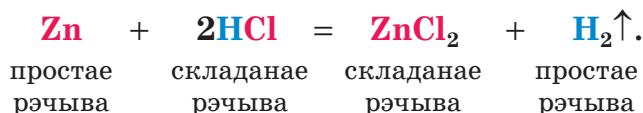
### Рэакцыі кіслот з металамі

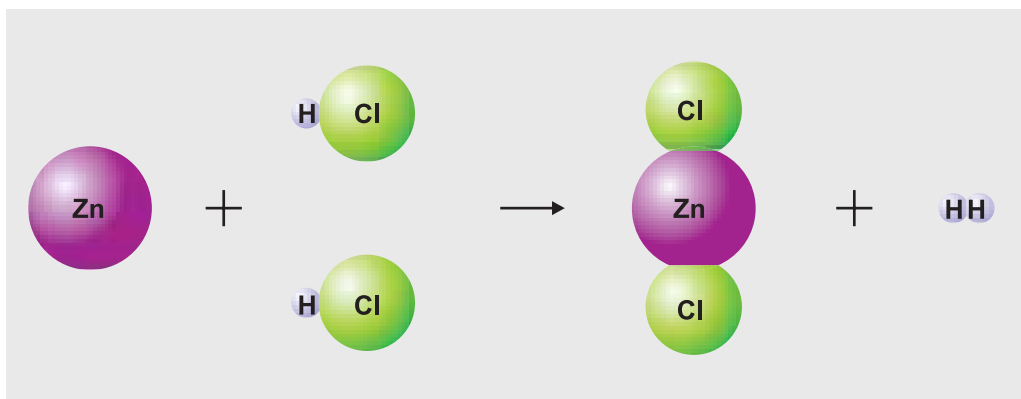
Атамы металаў выцясняюць з малекул кіслот атамы вадароду, які вылучаецца ў выглядзе газу.

У прабірку з салянай кіслотой  $\text{HCl}$  апусцім кавалачак металу цынку  $\text{Zn}$ . На паверхні металу адразу ўтворацца маленькія бурбалкі газу. Яны хутка павялічваюцца, адрываюцца ад металу і паднімаюцца ўверх. Дасягнуўшы паверхні раствору, газ выходзіць вонкі.

Збяром гэты газ у прабірку, якая перавернутая ўверх дном і паднясім яе ў такім стане да полымя спіртоўкі (мал. 67). Мы пачуем воплеск. Гэта сведчыць пра наяўнасць у прабірцы вадароду.

Падчас працякання рэакцыі кавалачак цынку паступова змяншаецца і хутка наогул знікае. У прабірцы ўтвараецца бясколерны празрысты раствор. Змесцім кроплю гэтага раствору на шкляную пласцінку і нагрэем яе знізу полымем спіртоўкі. Хутка з гэтай кроплі выпарыцца вада і на пласцінцы застанецца цвёрдае рэчыва белага колеру — яго састаў выражаецца формулай  $\text{ZnCl}_2$ . Цяпер мы можам запісаць ураўненне рэакцыі цынку з салянай кіслатай:





Мал. 68. Схема рэакцыі замяшчэння вадароду ў кіслаце металам

На малюнку 68 прыведзена схема гэтай рэакцыі. З ураўнення і малюнка мы бачым, што атамы цынку замяшчаюць атамы вадароду ў малекулах кіслаты. У выніку з простага рэчыва **Zn** і складанага рэчыва **HCl** утвараюцца новыя — простае рэчыва вадарод **H<sub>2</sub>** і складанае рэчыва **ZnCl<sub>2</sub>**. Гэта прыклад **рэакцыі замяшчэння**.

Па гэтым жа прынцыпе працякаюць рэакцыі жалеза і цынку з растворам сернай кіслаты:



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

Уласцівасць металаў выцягваць вадарод з кіслот розная. Некаторыя металы (**Mg**, **Al**) выцягваюць яго вельмі інтэнсіўна, некаторыя (**Fe**, **Zn**) — слабей або нават наогул не выцягваюць (**Cu**, **Ag**) (гл. *Дадатак 4*).

Пераканаемся на практыцы ў здольнасці кіслот рэагаваць з металамі.



## Лабараторны дослед 4

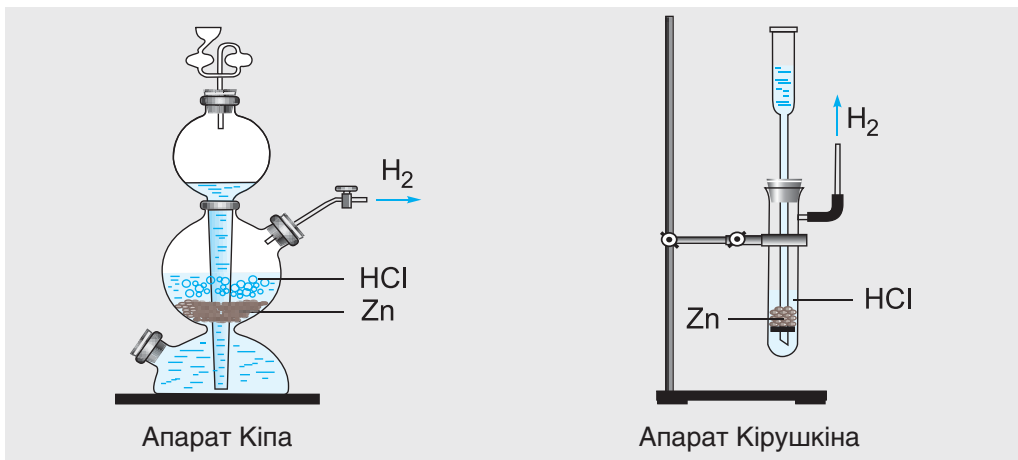
*Узаемадзеянне сернай і селянай кіслот з металамі*

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

У дзвюх прабірках вам выдадзены металы — цынк і медзь. Даліце ў прабіркі селяную кіслату або раствор сернай кіслаты аб'ёмам 1—2 см<sup>3</sup>. Уважліва назірайце за прыметамі хімічных рэакцый. Адзначце свае назіранні, вызначыце прыметы хімічных рэакцый, састаўце іх ураўненні. Зрабіце адпаведны вывад пра асаблівасці ўзаемадзеяння кіслот з металамі.

Атрыманне вадароду ў лабараторыі

У хімічнай лабараторыі і ў школьным кабінёце хіміі вадарод атрымліваюць уздзеяннем селянай або растворам сернай кіслаты на некаторыя металы. Гэтыя рэакцыі праводзяць у спецыяльных прыборах — у апаратах Кіпа або ў апаратах Кірушкіна (мал. 69).



Мал. 69. Лабараторныя прыборы для атрымання вадароду

Для атрымання вадароду ў лабараторных умовах найбольш прыдатнымі металамі з'яўляюцца цынк **Zn**, магній **Mg** і жалеза **Fe**.

Больш падрабязную інфармацыю пра ўзаемадзеянне кіслот з металамі вы можаце знайсці ў *Дадатку 4*.

*У лабараторыі вадарод атрымліваюць узаемадзеяннем кіслот з металамі.*

*Рэакцыі кіслот з металамі адносяцца да рэакцый замяшчэння.*

### Пытанні і заданні

- З прыведзенага спіса выберыце формулы кіслот:  $K_2SO_4$ ,  $CuO$ ,  $HNO_3$ ,  $FeCl_2$ ,  $H_2SO_4$ ,  $CO_2$ ,  $MgCO_3$ ,  $H_3PO_4$ ,  $KNO_3$ ,  $HCl$ .
- Састаўце ўраўненне рэакцыі магнію з салянай кіслатай.
- З якімі з пералічаных металаў рэагуе серная кіслата: цынк, серабро, магній? Састаўце ўраўненні адпаведных рэакцый.
- Сумесь медных і цынкавых стружак агульнай масай 24 г унеслі ў саляную кіслату. Пасля канчатковага растварэння аднаго з металаў быў атрыманы цвёрды астатак масай 7 г. Разлічыце масавую долю цынку ў дадзенай сумесі.
- Устаўце замест пыталніка формулы неабходных рэчываў і расстаўце каэфіцыенты ў атрыманых схемах хімічных рэакцый:
  - $HCl + ? \rightarrow FeCl_2 + H_2\uparrow$ ;
  - $? + ? \rightarrow ZnCl_2 + H_2\uparrow$ ;
  - $Mg + ? \rightarrow MgSO_4 + ?\uparrow$ .
- Састаўце ўраўненні рэакцый, пры дапамозе якіх можна здзейсніць наступныя хімічныя пераўтварэнні:
  - $H_2 \rightarrow HCl \rightarrow H_2 \rightarrow H_2O$ ;
  - $Fe \rightarrow Fe_2O_3 \rightarrow Fe \rightarrow FeSO_4$ .
- Карыстаючыся *Дадаткам 4*, прапануйце спосаб вылучэння медзі з яе сплаву з жалезам, які выкарыстоўваецца для вырабу дробных манет.



### Дамашні эксперымент

Даследуйце магчымасць атрымання вадароду ў дамашніх умовах.

Вазьміце дзве шклянкі (або сподка). У першую з іх наліце трохкі сталовага воцату, а ў другую — столькі ж воднага раствору лімоннай кіслаты. У раствору кіслот апусціце невялікія вырабы з жалеза, напрыклад скабу ад стэплера, канцэлярскую скрэпку, кнопку або цвік.

Праз некаторы час звярніце ўвагу на прыметы хімічных рэакцый. Апішыце іх. У раствору якой з выкарыстаных вамі кіслот вадарод вылучаўся больш актыўна? Раскажыце пра вынікі вашага эксперымента аднакласнікам на ўроку.

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

Калі мы чуем слова «соль», то адразу ж уяўляем сабе кухонную соль, якая ёсць у любым доме. Гэтая соль з'яўляецца прадстаўніком цэлага вялікага 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 ўтвараецца простае рэчыва вадарод  $H_2$  і складаныя рэчывы, якія складаюцца з атамаў металаў і кіслотных астаткаў. Вы ўжо ведаеце, напрыклад, што пры ўздеянні салянай кіслаты  $HCl$  на метал цынк  $Zn$  утвараецца складанае рэчыва

$ZnCl_2$ . Яно складаецца з атамаў металу цынку **Zn** і кіслотных астаткаў **Cl**. Прадуктам рэакцыі сернай кіслаты  $H_2SO_4$  з металам жалезам **Fe** з'яўляецца складанае рэчыва  $FeSO_4$ , якое складаецца з атамаў металу жалеза **Fe** і кіслотных астаткаў  $SO_4$ . 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 злучаны з атамамі металаў у адпаведнасці з іх валентнасцямі.

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. § 9).

Для солей гэтае правіла фармулюецца так:

Сума адзінак валентнасці ўсіх атамаў металу павінна быць роўна суме адзінак валентнасці ўсіх кіслотных астаткаў.

Для прыкладу саставім 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 **Ca** і формулу кіслотнага астатку  $PO_4$ , а зверху над імі ўказваем іх валентнасці:



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

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

3. Знаходзім індэкс:

а) НАК дзелім на валентнасць атама кальцыю і атрымліваем індэкс пры сімвале Са:

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

б) НАК дзелім на валентнасць кіслотнага астатку і знаходзім індэкс пры кіслотным астатку:

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

4. Запісаўшы знойдзеныя індэкс 3 і 2 правей і ніжэй сімвалаў Са і кіслотнага астатку  $\text{PO}_4$ , атрымліваем неабходную формулу солі  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ .

### Назвы солей

Солі ўтвораны атамамі розных металаў і рознымі кіслотнымі астаткамі. Давайце навучымся іх правільна называць.

Назва любой солі складаецца з назвы кіслотнага астатку (у назоўным склоне), якая стаіць на першым месцы, і назвы металу (у родным склоне), якая стаіць на другім месцы. Напрыклад, соль саставу  $\text{NaCl}$  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 ўказваецца рымскай лічбай у круглых дужках пасля яго назвы. Так, соль  $\overset{\text{III}}{\text{Fe}}\text{Cl}_3$  называюць хларыд жалеза(III), а соль  $\overset{\text{II}}{\text{Fe}}\text{Cl}_2$  — хларыд жалеза(II).

У табліцы 7 прыведзены назвы некаторых солей.

Табліца 7. Назвы солей

| Кіслата                        | Кіслотны астатак      | Соль і яе назва  |
|--------------------------------|-----------------------|--|
| HCl                            | Cl(I)                 | NaCl — хларыд натрыю   |
| HNO <sub>3</sub>               | NO <sub>3</sub> (I)   | Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> — нітрат кальцыю                 |
| H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | SO <sub>4</sub> (II)  | Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> — сульфат алюмінію |
| H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> | CO <sub>3</sub> (II)  | CaCO <sub>3</sub> — карбанат кальцыю                               |
| H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> | PO <sub>4</sub> (III) | FePO <sub>4</sub> — фасфат жалеза(III)                             |

У хімічных формулах солей наглядна адлюстраваны колькасныя суадносіны атамаў металаў і кіслотных астаткаў. Напрыклад, формула  $\text{FeCl}_2$  паказвае, што ў гэтым рэчыве на кожны атам жалеза **Fe** прыпадае па два кіслотныя астаткі хлору **Cl**.

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

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

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

$$= 2 \cdot 27 + 3 \cdot 32 + 12 \cdot 16 = 342.$$

Некаторыя солі вам добра знаёмы. Акрамя кухоннай солі, гэта, напрыклад, сода  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (карбанат натрыю).

Усе солі — цвёрдыя крышталічныя рэчывы, якія маюць розны колер. Да найважнейшых прыродных солей адносяцца, напрыклад, карбанат кальцыю  $\text{CaCO}_3$  (мел, мармур, вапняк), хларыд натрыю  $\text{NaCl}$  (кухонная соль), фасфат кальцыю  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  (фасфарыт) і некаторыя іншыя. Солі знаходзяць шырокае практычнае прымяненне ў быце, у медыцыне, у прамысловасці.



Солі хларыд натрыю **NaCl** і хларыд калію **KCl** у прыродзе часта сустракаюцца разам у выглядзе горнай пароды сільвініту. Яго найбуйнейшае ў Еўропе радовішча «Старобінскае» 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 — складаныя рэчывы, якія складаюцца з атамаў металаў і кіслотных астаткаў.*

*Солі ўтвараюцца пры замяшчэнні атамаў вадароду ў малекулах кіслот атамамі металаў.*

### Пытанні і заданні

1. Якія рэчывы адносяцца да солей?
2. З прыведзенага пераліку выберыце формулы солей:  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{KNO}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{FeSO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{K}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{CuO}$ ,  $\text{CaCl}_2$ .
3. Назавіце наступныя солі:  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{CuCl}_2$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{AlPO}_4$ ,  $\text{AgCl}$ ,  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ ,  $\text{CaCO}_3$ .
4. Састаўце формулы солей, у якіх утрымліваюцца кіслотны астатак сернай кіслаты і атамы наступных металаў: цынк, натрый, жалеза(III).
5. Рэчыва  $\text{MgSO}_4$  прымяняецца ў медыцыне, пры вытворчасці паперы, у тэкстыльнай прамысловасці. Прапануйце спосаб атрымання гэтага рэчыва і напішыце адпаведнае ўраўненне рэакцыі.
6. Расстаўце каэфіцыенты ў прапанаваных схемах. Выберыце з іх схемы рэакцый замяшчэння і назавіце ўтвораныя солі:
  - а)  $\text{Zn} + \text{O}_2 \rightarrow \text{ZnO}$ ;
  - б)  $\text{Al} + \text{HCl} \rightarrow \text{AlCl}_3 + \text{H}_2\uparrow$ ;
  - в)  $\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\uparrow + \text{O}_2\uparrow$ ;
  - г)  $\text{Fe} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{FeSO}_4 + \text{H}_2\uparrow$ .

7. Састаўце ўраўненні і ўкажыце тыпы хімічных рэакцый, пры дапамозе якіх можна здзейсніць наступныя пераўтварэнні:



8. У сумесі хларыду натрыю з нітратам калію агульнай масай 120 г масавая доля NaCl у чатыры разы меншая за масавую долю KNO<sub>3</sub>. Разлічыце масу хларыду натрыю ў дадзенай сумесі.

## Практычная работа 3

### *Атрыманне вадароду і вывучэнне яго ўласцівасцей*

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

#### Атрыманне вадароду

Збярыце прыбор для атрымання вадароду і праверце яго на герметычнасць. Пакладзіце ў прабірку некалькі гранул цынку і даліце да іх невялікі аб'ём (1—2 см<sup>3</sup>) салянай кіслаты. Хутка закрыйце прабірку коркам з газаадводнай трубкай, канец якой апусціце ў шклянку або ў прабірку з вадой.

#### Вывучэнне ўласцівасцей вадароду

##### *Фізічныя ўласцівасці вадароду*

Назіраючы за атрыманнем вадароду, звярніце ўвагу на адсутнасць у яго колеру. Ці раствараецца вадарод у вадзе?

##### *Хімічныя ўласцівасці вадароду*

Збярыце вадарод. Для гэтага газаадводную трубку дастаньце з вады і апусціце ў прабірку, якая замацавана ў штатыве ўверх дном. Успомніце, чаму прабірка павінна быць размешчана менавіта так. Праз 1—2 мін асцярожна дастаньце газаадводную трубку і да адтуліны прабірки паднясіце запаленую лучыну або запалку. Якая прымета сведчыць пра працяканне хімічнай рэакцыі? Якую хімічную ўласцівасць праяўляе вадарод у гэтай рэакцыі?



### Састаўленне справаздачы аб праведзенай рабоце

Апішыце спосабы атрымання і збірання вадароду, якімі вы карысталіся. Намалюйце прыбор для атрымання і збірання вадароду з тлумачальнымі надпісамі. Ахарактарызуйце ўласцівасці вадароду, якія вы даследавалі. Састаўце адпаведныя ўраўненні рэакцый. Сфармулюйце вывады.

## Праект

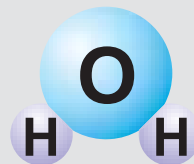
### *Даследаванне індыкатарных уласцівасцей сокаў з гародніны і ягад*

Даследуйце ў дамашніх умовах здольнасць некаторых афарбаваных сокаў змяняць свой колер пад уздзеяннем кіслот.

У якасці аб'ектаў даследавання вы можаце выбраць сокі гародніны (буракоў або чырвонакачаннай капусты), сокі ягад (чарніц, ажын або чарнаплоднай рабіны). Для гэтага ў кубак або сподак наліце трошкі соку і дадайце да яго такі ж аб'ём разведзенага раствору воцатнай кіслаты (сталовага воцату).

Ці змяняецца колер соку? Як хутка гэта адбываецца? Якія даследавання вамі сокі можна выкарыстоўваць у якасці індыкатараў, каб распазнаць кіслоты?

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



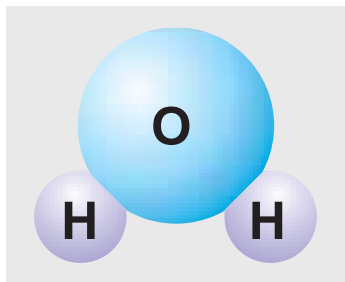
*Хто ведае, дзе крыніца вады?  
Можа, даюць яе снег або льды?  
А можа, з-пад самай зямлі яна б'е  
і ўсім жыццё на планеце дае?*

## § 23. Састаў, фізічныя і хімічныя ўласцівасці вады

Вада... Гэтае слова, гэтае рэчыва ўваходзіць у наша жыццё з першых дзён з'яўлення ў свеце і здаецца нам зусім звычайным, звыклым. Аднак гэта самае цікавае і самае важнае рэчыва, якое мае дачыненне да ўсяго жывога і нежывога на нашай планеце. Калі вы хочаце больш даведацца пра ролю вады ў прыродзе і ў жыцці чалавека, разгледзьце *Дадатак 5* у канцы вучэбнага дапаможніка.

### Састаў малекулы вады

Вада — гэта складанае рэчыва  $\text{H}_2\text{O}$  — аксід вадароду. Давайце бліжэй пазнаёмімся з гэтым хімічным злучэннем.



Мал. 70. Мадэль малекулы вады

Як любое складанае рэчыва, яно характарызуецца якасным і колькасным саставам.

Вы ўжо ведаеце, што малекула вады складаецца з трох атамаў — двух атамаў вадароду і аднаго атама кіслароду (мал. 70). Адносная малекулярная маса вады роўна:

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

### Фізічныя ўласцівасці вады

Вада — адзінае рэчыва, якое існуе на Зямлі адначасова ў трох агрэгатных станах — вадкім, цвёрдым і газападобным (мал. 71).



Мал. 71. Тры агрэгатныя станы вады

Пры пакаёвай тэмпературы вада ўяўляе сабой вадкасць без смаку і паху. Пры тэмпературы  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$  яна кіпіць і ўтварае вадзяную пару. У цвёрды стан (лёд) вада пераходзіць пры тэмпературы  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Тонкі слой вады не мае колеру, а пры яго таўшчыні больш за 2 м яна набывае блакітнае адценне. Таму Зямлю з прычыны вялікай колькасці вады называюць блакітнай планетай.

| Формула              | $M_r(\text{H}_2\text{O})$ | Агрэгатны стан пры пакаёвай тэмпературы | Тэмпература замярзання      | Тэмпература кіпення           | Шчыльнасць пры $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ | Шчыльнасць лёду     |
|----------------------|---------------------------|---|-----------------------------|-------------------------------|--|---------------------|
| $\text{H}_2\text{O}$ | 18                        | Вадкасць без колеру і паху              | $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ | $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ | $1\text{ г/см}^3$                          | $< 1\text{ г/см}^3$ |



Мал. 72. Крыгаход

У адрозненне ад большасці іншых рэчываў вада пры пераходзе ў цвёрды агрэгатны стан не сціскаецца, а, наадварот, крыху расшыраецца. Гэты факт з'яўляецца прычынай таго, што лёд больш лёгкі за ваду і не тоне ў ёй. Менавіта таму вадаёмы пачынаюць замярзаць з паверхні і рэдка прамярзаюць да самага дна. Гэта прадухіляе гібель жыхароў рэк, азёр і мораў. Вясной лёд пачынае раставаць, і мы бачым рэкі з плаваючымі крыгамі (мал. 72).

Абсалютна чыстую ваду, якая б не ўтрымлівала прымешай іншых рэчываў, можна сустрэць толькі ў хімічных лабараторыях. Вада, з якой мы сутыкаемся ў паўсядзённым жыцці, уяўляе сабой растворы розных рэчываў. Напрыклад, у водаправоднай вадзе заўсёды ўтрымліваюцца раствораныя солі. Калі дома вы паглядзіце ў чайнік, то пабачыце на яго ўнутраных сценах жаўтавата-шэры налёт. Ён утвараецца з солей, якія ўтрымліваюцца ў водаправоднай вадзе.

Акрамя солей, у вадзе раствараюцца розныя газы. Калі шклянку з халоднай вадой з-пад крана памясціць у цёплае месца, то праз нейкі час можна пабачыць на сценах унутры шклянкі маленькія бурбалкі. У іх утрымліваюцца



Мал. 73. Бурбалкі на сценках шклянкі з вадой

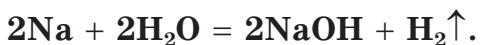
газы, якія вылучаюцца з вады пры яе награванні да пакаёвай тэмпературы (мал. 73). У вадзе раствараюцца таксама і многія іншыя вадкасці.

### Хімічныя ўласцівасці вады

Вада — дастаткова актыўнае хімічнае рэчыва. Пры пакаёвай тэмпературы 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 хімічнай актыўнасцю. З найбольш актыўнымі з іх (**K**, **Na**, **Ca** і інш.) вада бурна рэагуе нават пры пакаёвай тэмпературы. Возьмем невялікі, з гарошыну, кавалачак натрыю і змесцім яго ў ваду. Што ж мы пабачым? Натрый лягчэйшы за ваду і таму не патоне. Ён ператвараецца ў шарык, які энергічна, з «шыпеннем», рухаецца па паверхні вады. Падчас гэтай рэакцыі кожны атам натрыю выцясняе з малекулы вады **HOH** адзін атам вадароду і ўтварае рэчыва **NaOH**. Выцесненыя атомы вадароду злучаюцца папарна і ўтвараюць малекулы вадароду **H<sub>2</sub>**. Бурбалкі гэтага газу падштурхоўваюць знізу шарык натрыю і змушаюць яго «бегчы» па вадзе (мал. 74).



Мал. 74. Рэакцыя вады з натрыем



Мал. 75. Рэакцыя вады з кальцыем

Таксама энергічна вада рэагуе з актыўным металам кальцыем, які падобна да натрыю выцясняе з яе вадарод (мал. 75):



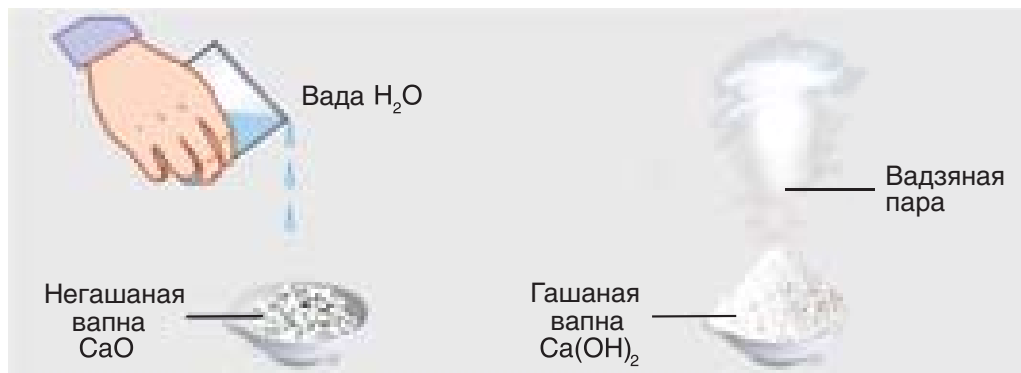
Якія ж рэчывы, акрамя вадароду, атрымліваюцца ў гэтых рэакцыях? Як бачна, у састаў кожнага з іх уваходзяць атамы металу і групы атамаў **ОН**. З такімі рэчывамі вы яшчэ не сустракаліся. Яны адносяцца да новага для вас класа складаных рэчываў, якія называюцца **асновамі**. Растваральныя ў вадзе асновы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

Вада ўзаемадзейнічае і з менш актыўнымі металамі. Успомніце, што ў прысутнасці вады дастаткова хутка іржавеюць жалезныя вырабы. А вось з такімі металамі, як золата, серабро, плаціна, вада не рэагуе.

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

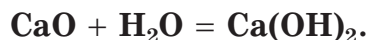
### Узаемадзеянне вады з аксідамі металаў

Даследуем узаемадзеянне вады з аксідам кальцыю **СаО** (негашанай вапнай). Змесцім гэтае рэчыва ў фарфоравы кубак і невялікімі порцыямі будзем дадаваць да яго вадуду. Мы пабачым, як бурна працякае рэакцыя, у выніку якой вылучаецца шмат цеплаты (мал. 76). Пры гэтым частка вады



Мал. 76. Рэакцыя вады з аксідам кальцыю

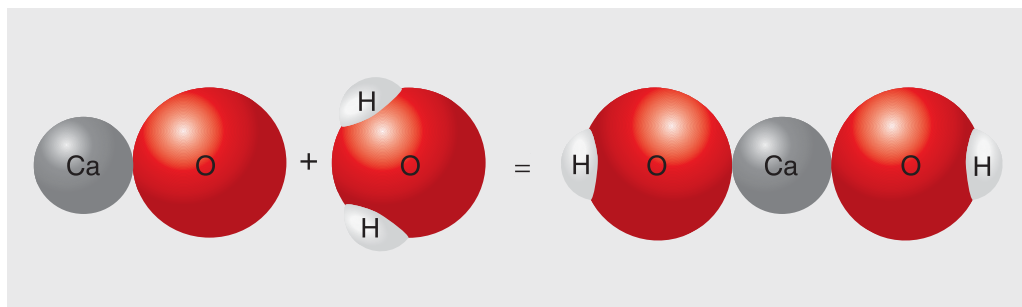
закіпае і ўтварае пару, як пры гашэнні вогнішча вадой. Таму дадзеную рэакцыю хімікі называюць **гашэннем вапны**, а яе прадукт  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  — **гашанай вапнай**:



Гэтае рэчыва з'яўляецца асновай і адносіцца да шчолачаў.

Схема рэакцыі вады з аксідам кальцыю прыведзена на малюнку 77.

Падобным чынам рэагуе вада з аксідамі натрыю і калію. Пры гэтым таксама ўтвараюцца растваральныя асновы — шчолачы:



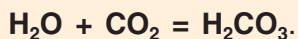
Мал. 77. Схема рэакцыі вады з аксідам кальцыю



Больш падрабязна з асновамі вы пазнаёміцеся ў наступным параграфі.

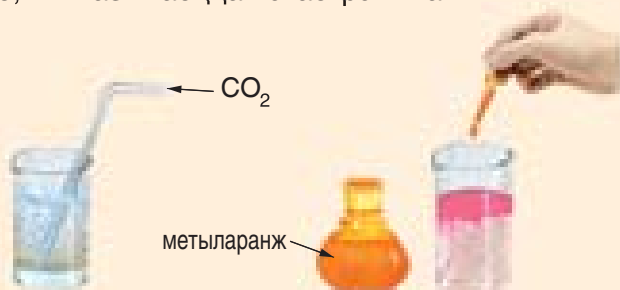


Даследуем, ці ўзаемадзейнічае вада з аксідамі неметалаў. Калі струмень газападобнага аксіду вугляроду(IV)  $\text{CO}_2$  (вуглякіслага газу) накіраваць у ваду, то частка яго ў ёй растворяецца. Раствор, які ўтварыўся, у быце называюць газіраванай вадой. Дададзім да яе адну кроплю індыкатару метыларанжу і ўбачым, што яго колер зменіцца з аранжавага на чырвоны. Гэта, як вы ўжо ведаеце, сведчыць пра наяўнасць у раствору кіслаты. Такім чынам, пры растварэнні ў вадзе аксіду вугляроду(IV) утвараецца кіслата:



Вам ужо знаёма формула  $\text{H}_2\text{CO}_3$ .

Успомніце, як называецца гэтае рэчыва.



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

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

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

### Пытанні і заданні

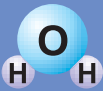
1. Ахарактарызуйце фізічныя ўласцівасці вады.
2. Укажыце правільныя адказы. Выпарэнне вады з паверхні рэк, азёр, мораў — гэта: а) хімічны працэс; б) фізічны працэс; в) прычына ўтварэння воблакаў; г) прычына дажджу.
3. У колькі разоў малекула вады цяжэйшая за малекулу вадароду і лягчэйшая за малекулу кіслароду?
4. Разлічыце масу вады (кг) у вашым арганізме, усвядоміўшы, што яе масавая доля ў целе чалавека складае ў сярэднім 63 %.
5. Некаторыя ілюзіяністы паказваюць дзіўны фокус «гарэння вады». Яны нябачна кідаюць у ваду кавалачак нейкага металу і нябачны газ, які пры гэтым вылучаецца, загараецца. Падумайце пра сутнасць фокуса і дайце адказы на наступныя пытанні:
  - а) якія металы вы бы выкарыстоўвалі для гэтага фокуса? Састаўце ўраўненні адпаведных рэакцый;
  - б) пра які газ ідзе гаворка ў апісанні? Састаўце ўраўненне рэакцыі яго гарэння ў кіслародзе;
  - в) якія рэчывы ўтвараюцца ў растворы? Да якога класа злучэнняў яны адносяцца?
6. Замяніце пыталнік на формулы адпаведных рэчываў і расставіце каэфіцыенты ў схемах рэакцый, якія атрымаліся:
  - а)  $K_2O + ? \rightarrow KOH$ ;    б)  $K + H_2O \rightarrow ?$
7. Напішыце ўраўненні хімічных рэакцый, пры дапамозе якіх можна здзейсніць наступныя пераўтварэнні:  $Ca \rightarrow CaO \rightarrow Ca(OH)_2$ .
8. Пазнаёміўшыся з *Дадаткам 5*, разлічыце агульны аб'ём вады, які спатрэбіцца вашай сям'і на працягу сутак, тыдня. Прапануйце варыянты эканоміі вады ў вас дома.

## § 24. Асновы як складаня рэчывы

З папярэдняга параграфа вы даведаліся, што пры ўзаемадзеянні актыўных металаў і іх аксідаў з вадой утвараюцца асновы. Гэтыя злучэнні не належаць ні да аднаго з вядомых вам класаў рэчываў — аксідаў, солей або кіслот.

Прадукты ўзаемадзеяння вады з аксідамі называюцца гідратамі аксідаў або **гідраксідамі**. У зручным для запамінання вершаваным выразе гэта гучыць так:

вада «гідра» плюс «аксід» — разам будзе «гідраксід»!



Таму асновы  $\text{NaOH}$  і  $\text{Ca(OH)}_2$  называюць адпаведна гідраксід натрыю і гідраксід кальцыю.

У назвах гідраксідаў металаў, якія маюць пераменную валентнасць, яна ўказваецца рымскімі лічбамі пасля назвы металу. Напрыклад,  $\text{Cu(OH)}_2$  — гідраксід медзі(II) і  $\text{CuOH}$  — гідраксід медзі(I).

Агульнай рысай усіх асноў з'яўляецца тое, што ў іх састаў уваходзяць атамы металаў і групы  $\text{OH}$ , якія называюцца **гідраксагрупамі**.

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

Валентнасць групы  $\text{OH}$  заўсёды роўна I. Таму ў формулах асноў колькасць груп  $\text{OH}$  лікава роўна валентнасці металу.

Напрыклад, калі валентнасць атама медзі  $\text{Cu}$  роўна II, то формула адпаведнай асновы ўтрымлівае 2 групы  $\text{OH}$ :  $\text{Cu(OH)}_2$ . Паколькі валентнасць атама жалеза  $\text{Fe}$  роўна III, формула адпаведнай асновы —  $\text{Fe(OH)}_3$ . Цяпер вы можаце патлумачыць, чаму ў формулах асноў  $\text{NaOH}$  і  $\text{Ca(OH)}_2$  колькасць груп  $\text{OH}$  роўна адпаведна 1 і 2.

Няцяжка зразумець, што ў любой аснове валентнасць металу роўна колькасці груп  $\text{OH}$  у яго формуле. Таму, напрыклад, у аснове  $\text{Fe(OH)}_2$  валентнасць жалеза роўна II, а ў  $\text{Al(OH)}_3$  валентнасць алюмінію роўна III.

Большасць асноў у вадзе не раствараецца — гэта **нерастваральныя асновы**. **Растваральныя ў вадзе асновы** называюцца шчолачамі.

### Шчолачы

Вызначыць, ці адносіцца аснова да шчолачаў, можна па табліцы растваральнасці, якая размешчана ў кабінэце хіміі. Прысутнасць растваральных у вадзе асноў (шчолачаў) вызначаецца па змене колеру індыкатараў.

Невялікую колькасць парашку гідраксиду кальцыю  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  унясём у шклянку з вадой і перамяшаем сумесь. Пасля адстойвання ўтвараецца празрысты раствор, які нал'ём у дзве прабіркі. У першую з іх дададзім некалькі кропель індыкатару метыларанжу, які адразу ж зменіць колер на жоўты. У другую прабірку дададзім трохі лакмусу, і ён афарбуецца ў сіні колер.



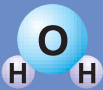
Мал. 78. Колер фенолфталеіну ў растворах шчолачы

Акрамя вядомых вам лакмусу і метыларанжу, з гэтай мэтай можна выкарыстоўваць яшчэ адзін індыкатар — **фенолфталеін**. У вадзе або ў растворах кіслот ён бясколерны, але ў растворах шчолачаў афарбоўваецца ў малінавы колер (мал. 78).

Колер найважнейшых індыкатараў у растворах шчолачаў прыведзены ў тэблiцы 8.

Тэблiца 8. Колер індыкатараў у вадзе і ў растворах шчолачаў

| Індыкатары<br>Рэчывы | Лакмус    | Метыларанж | Фенолфталеін                | Універсальная індыкатарная папера |
|----------------------|-----------|------------|-----------------------------|-----------------------------------|
| Вада                 | фіялетавы | аранжавы   | няма афарбоўкі (бясколерны) | жоўты                             |
| Шчолач               | сіні      | жоўты      | малінавы                    | сіні                              |



Давайце на практыцы пераканаемся ў тым, што наяўнасць шчолачаў у растворах можна даказаць пры дапамозе індыкатараў. Магчымасць выяўляць шчолачы вельмі важная таму, што яны ўяўляюць сабой едкія рэчывы і даволі часта сустракаюцца не толькі ў лабараторыі, але і ў быце.

## Лабараторны дослед 5

### *Уздзеянне шчолачаў на індыкатары*

Правядзём наша даследаванне ў трох прабірках, у кожную з якіх наліты раствор гідраксіду натрыю (або іншай шчолачы). У першую прабірку дададзім 1—2 кроплі лакмусу, у другую — столькі ж метыларанжу, а ў трэцюю — фенолфталеіну. Што адбываецца? Параўнайце колер атрыманых раствораў з колерам індыкатараў у водных растворах. Зрабіце вывад пра ўздзеянне шчолачаў на індыкатары.

### *Меры засцярогі пры рабоце з воднымі растворамі шчолачаў*

Водныя растворы шчолачаў з'яўляюцца едкімі, вызываюць апёкі скуры і слізістых, а таксама разбураюць тканіну. Таму пры рабоце з імі патрэбна пазбягаць пападання кропель раствору ў вочы, на скуру ці вопратку. Для прадухілення шкоднага ўздзеяння шчолачаў карыстаюцца ахоўнымі акулярамі, гумавымі пальчаткамі і халатамі. Калі раствор шчолачы ўсё ж трапіў на скуру або ў вочы, неабходна адразу прамыць гэтае месца вялікай колькасцю халоднай вады, а потым — растворам борнай кіслаты з аптэчкі.

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

*Асновы дзеляцца на нерастваральныя і растваральныя ў вадзе (шчолачы).*

*Растворы шчолачаў змяняюць колер індыкатараў.*

### Пытанні і заданні

1. З якіх часціц складаюцца асновы?
2. З прапанаваных назваў рэчываў: гідраксід натрыю, азотная кіслата, аксід серы (VI), вада, гідраксід калію — выберыце назвы тых рэчываў, якія можна выявіць пры дапамозе фенолфталеіну.
3. З прапанаванага шэрага выберыце формулы асноў:  $\text{NaCl}$ ,  $\text{NaOH}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{Fe}(\text{OH})_2$ ,  $\text{KNO}_3$ ,  $\text{CuO}$ ,  $\text{KOH}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ .
4. У які колер і чаму афарбуецца лакмус у растворах, якія атрымаюцца пры ўнясенні ў ваду наступных рэчываў:  $\text{CaO}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ?
5. Пры ўзаемадзеянні якіх рэчываў з вадой утвараецца аснова  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ? Састаўце ўраўненні адпаведных рэакцый.
6. Састаўце формулы асноў, якія адпавядаюць наступным аксідам:  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{CaO}$ .
7. Чаму роўна валентнасць металу ў наступных асновах:  $\text{CuOH}$ ,  $\text{Al}(\text{OH})_3$ ,  $\text{Fe}(\text{OH})_2$ ?
8. Масавая доля гідраксиду натрыю ў яго сумесі з гідраксідам кальцыю роўна 15 %. Разлічыце масу гэтай сумесі, у якой маса гідраксиду кальцыю роўна 170 г.



### Дамашні эксперымент

Адной з уласцівасцей шчолачаў з'яўляецца тое, што іх растворы слізкія або «мыльныя» на дотык. Вы ведаеце, што падобнай уласцівасцю валодаюць растворы пральнага парашку і мыла. Але ці значыць гэта, што ў іх утрымліваецца шчолач?

Для правядзення даследавання падрыхтуем у дзвюх пасудзінах растворы пральнага парашку і мыла. У якасці дамашняга індикатару карыстайцеся сокам чарніц або чарнаплоднай рабіны, ці варэннем з чарніц. Іх афарбоўка змяняецца таксама, як у лакмусу. Дадайце да раствораў мыла і пральнага парашку некалькі кропель соку ці раствору варэння. Што вы назіраеце? Пра што сведчаць вынікі вашых эксперыментаў? Раскажыце пра іх у класе. Цалкам магчыма, што вы можаце прапанаваць свой варыянт выяўлення шчолачаў. Менавіта які?

## § 25. Рэакцыя нейтралізацыі

Змена колеру індыкатараў сведчыць пра наяўнасць у раствору кіслаты або шчолачы. Напрыклад, лакмус аднолькава «чырванее» ў растворах  $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{HNO}_3$ . Гэта значыць, што гэтыя растворы падобныя паміж сабой адной сваёй уласцівасцю, менавіта тым, што іх **асяроддзе кіслае**. Метыларанж аднолькава афарбоўваецца ў жоўты колер у растворах шчолачаў  $\text{KOH}$ ,  $\text{NaOH}$ ,  $\text{Ca(OH)}_2$ . Гэта сведчыць аб тым, што растворы ўсіх шчолачаў таксама валодаюць агульнай уласцівасцю — іх **асяроддзе шчолачнае**. Калі ж у раствору няма ні кіслаты, ні асновы, то кажуць, што яго **асяроддзе нейтральнае**. Гэты тэрмін паходзіць ад грэчаскага слова «нейтар», што значыць «ні той, ні другі». Колер самых важных індыкатараў у розным асяроддзі прыведзены ў табліцы 9.

Табліца 9. Колер індыкатараў у розным асяроддзі

| Індыкатары<br>Асяроддзе | Лакмус     | Метыларанж | Фенолфталеін                | Універсальная індыкатарная папера |
|-------------------------|------------|------------|-----------------------------|-----------------------------------|
| Нейтральнае             | фіялетаваы | аранжавы   | няма афарбоўкі (бясколерны) | жоўты                             |
| Кіслае                  | чырвоны    | чырвоны    | няма афарбоўкі (бясколерны) | чырвоны                           |
| Шчолачнае               | сіні       | жоўты      | малінавы                    | сіні                              |

### Рэакцыя нейтралізацыі

Вось вы ўжо ведаеце, што асяроддзе раствораў такіх рэчываў, як  $\text{KOH}$ ,  $\text{NaOH}$ ,  $\text{Ca(OH)}_2$ , з'яўляецца шчолачным, а асяроддзе раствораў  $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{HNO}_3$  — кіслым. Што ж адбудзецца, калі мы змяшам раствор шчолачы з раствором кіслаты? Якім будзе асяроддзе атрыманага раствора?

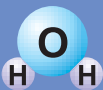
Правядзём невялікі эксперымент (мал. 79). У шклянку з раствором шчолачы  $\text{NaOH}$  дададзім 1—2 кроплі фенолфталеіну. У адпаведнасці з данымі табліцы 8 фенолфталеін у раствору шчолачы афарбуецца ў малінавы колер, таму што асяроддзе гэтага раствора шчолачнае. Затым у шклянку з афарбаваным раствором паступова, маленькімі порцыямі, будзем даліваць саяльную кіслату  $\text{HCl}$ . Пасля дабаўлення кожнай порцыі кіслаты раствор у шклянцы будзем перамешваць шкляннай палачкай.

Хутка мы пабачым, што з цягам далучэння кіслаты інтэнсіўнасць афарбоўкі раствора ў шклянцы слабее. Яна робіцца ўсё больш бляклай і нарэшце знікае зусім — раствор цалкам робіцца бясколерным. Гэта сведчыць пра тое, што асяроддзе атрыманага раствора нейтральнае. Можна казаць, што кіслата **нейтралізавала** шчолач. Таму рэакцыю

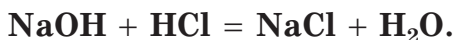


Мал. 79. Рэакцыя нейтралізацыі шчолачы кіслатой





паміж растваральнай асновай (шчолаччу) і кіслатай, якая вядзе да ўтварэння нейтральнага раствору, называюць рэакцыяй нейтралізацыі:

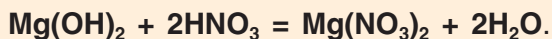


Як бачна з ураўнення, у выніку такой рэакцыі ўтвараюцца новыя рэчывы — соль і вада.

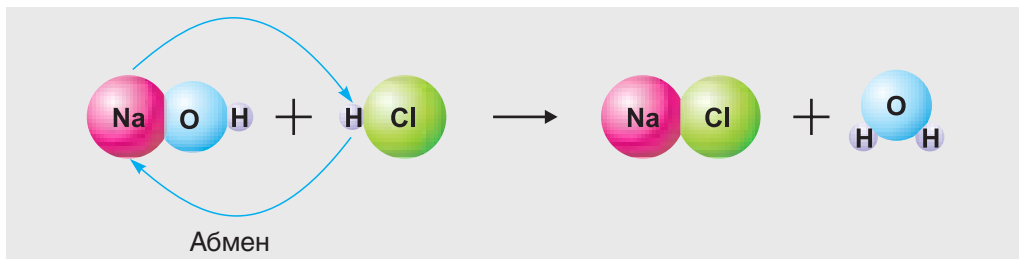
**Рэакцыя нейтралізацыі — гэта рэакцыя паміж асновай і кіслатай, у выніку якой утвараюцца соль і вада.**



У рэакцыі нейтралізацыі з кіслатамі ўступаюць не толькі шчолачы, але і нерастваральныя асновы:



Да якога тыпу рэакцый адносіцца рэакцыя нейтралізацыі? Звярніце ўвагу, што ў гэтую рэакцыю ўступаюць два складаныя рэчывы — аснова і кіслата. Аснова складаецца з атамаў металу і гідраксагруп, а кіслата — з атамаў вадароду і кіслотнага астатку. Падчас хімічнай рэакцыі гэтыя складаныя рэчывы абменьваюцца сваімі састаўнымі часткамі (мал. 80). У выніку гэтага ўтвараюцца два новыя складаныя рэчывы (прадукты рэакцыі). У адным з іх (NaCl) атам металу Na аказваецца злучаным з кіс-

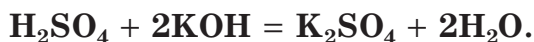


Мал. 80. Схема рэакцыі нейтралізацыі

лотным астаткам **Cl**. У другім прадукце рэакцыі — вадзе ( $\text{H}_2\text{O}$  або **НОН**) атам **H** злучаны з групай **ОН**. Рэакцыі такога тыпу называюць рэакцыямі абмену.

**Рэакцыямі абмену называюцца рэакцыі паміж складанымі рэчывамі, у выніку якіх яны абменьваюцца сваімі састаўнымі часткамі.**

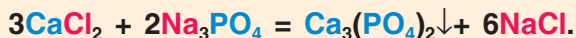
Напрыклад, у працэсе нейтралізацыі сернай кіслаты гідраксідам калію рэчывы таксама абменьваюцца састаўнымі часткамі:



Як і ў папярэднім прыкладзе, у выніку дадзенай рэакцыі з двух складаных рэчываў (сернай кіслаты і гідраксіду калію) утвараюцца два новыя складаныя рэчывы (соль сульфат калію і вада). Соль і вада з'яўляюцца прадуктамі рэакцыі нейтралізацыі з удзелам многіх іншых кіслот і асноў. Падумайце, колькі рэакцыі нейтралізацыі вы маглі б правесці, маючы растворы чатырох кіслот і чатырох асноў. Колькі солей пры гэтым маглі б утварыцца?

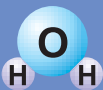


У рэакцыях абмену могуць удзельнічаць не толькі кіслоты і шчолачы, але і іншыя складаныя рэчывы. Да гэтага тыпу рэакцыі адносяцца, напрыклад, рэакцыі солей з кіслотамі, солей з солямі, аксідаў металаў з кіслотамі і інш. Напрыклад:



З мноствам іншых рэакцыі абмену вы пазнаёміцеся падчас далейшага вывучэння хіміі.

Рэакцыі абмену пастаянна працякаюць у прыродзе і шырока выкарыстоўваюцца ў практычнай дзейнасці для атрымання кіслот, солей, асноў і іншых рэчываў.



У рэшце рэшт абагульнім нашыя веды аб тыпах хімічных рэакцый, пра якія вы дазналіся на працягу навучальнага года. Інфармацыя пра іх прыведзена ў табліцы 10.

Табліца 10. Тыпы хімічных рэакцый

| Тып рэакцыі         | Схема               | Прыклад  |
|---------------------|---------------------|--|
| Рэакцыя злучэння    | Мал. 40, 59, 42, 77 | $2\text{Cu} + \text{O}_2 = 2\text{CuO}$                        |
| Рэакцыя раскладання | Мал. 41             | $\text{CaCO}_3 = \text{CaO} + \text{CO}_2\uparrow$             |
| Рэакцыя замяшчэння  | Мал. 61, 68         | $\text{Zn} + 2\text{HCl} = \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2\uparrow$ |
| Рэакцыя абмену      | Мал. 80             | $\text{NaOH} + \text{HCl} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$  |

*Рэакцыя паміж асновай і кіслатай, у выніку якой утвараюцца соль і вада, называецца рэакцыяй нейтралізацыі.*

*Рэакцыя абмену — рэакцыя паміж складанымі рэчывамі, у выніку якой яны абменьваюцца сваімі састаўнымі часткамі.*

### Пытанні і заданні

1. Прывядзіце азначэнне рэакцыі нейтралізацыі. Патлумачце яе сутнасць сваімі словамі.
2. У трох прабірках знаходзяцца растворы рэчываў:  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{Ca(OH)}_2$ . Як можна адрозніць дадзеныя растворы?
3. Запішыце формулы двух рэчываў, якія можна выкарыстаць для нейтралізацыі гідраксіду калію ў водным растворы.
4. Дадзены рэчывы:  $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{KOH}$ ,  $\text{Ca(OH)}_2$ . Састаўце ўраўненні ўсіх магчымых рэакцый нейтралізацыі паміж гэтымі рэчывамі. Назавіце прадукты гэтых рэакцый.
5. Састаўце ўраўненні рэакцый, якія працякаюць пры нейтралізацыі хлоравадароднай кіслатай асноў, якім адпавядаюць аксіды  $\text{CaO}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ .
6. Кіслотнасць асяроддзя ў страўніку чалавека абумоўлена вырабам салянай кіслаты. Калі яе колькасць у страўніку празмерная, настае стан павышанай кіслотнасці страўнікавага соку. У выніку гэтага могуць з'явіцца пякота, ваніты, болі, парушэнне работы страўніка.

У такіх выпадках урачы часта раяць карыстацца прэпаратам «Алмагель», у саставе якога ёсць гідраксіды магнію і алюмінію.

а) Састаўце формулы ўказаных гідраксідаў.

б) Запішыце ўраўненні рэакцый гэтых рэчываў з салянай кіслатай.

в) Назавіце прадукты рэакцый.

г) Укажыце тыпы дадзеных рэакцый.

7. Уявім, што вам выдадзены рэчывы: цынк, аксід кальцыю, саляная кіслата, гідраксід натрыю, вада, фенолфталеін. Колькі рэакцый можа адбыцца паміж гэтымі рэчывамі? Састаўце адпаведныя хімічныя ўраўненні, укажыце тыпы рэакцый і назавіце іх прадукты.



### *Дамашні эксперымент*

Раней вы даследавалі наяўнасць шчолачы ў растворы мыла па змене колеру дамашняга індыкатару. Паўтарыце гэты дослед, а пасля афарбоўкі раствору ў сіні колер дадавайце невялікімі порцыямі сталовы воцат да з'яўлення прымет рэакцыі. Што гэта за прыметы? Раскажыце пра вашыя назіранні і вывады на ўроку хіміі.

## Практычная работа 4

### *Рэакцыя нейтралізацыі*

Мэта работы: замацаваць і абагульніць сведкі пра ўласцівасці кіслот і асноў, выканаць эксперымент, карыстаючыся ведамі пра рэакцыі нейтралізацыі.

#### Распазнаванне рэчываў

У адной з дзвюх выдадзеных вам прабірак знаходзіцца раствор шчолачы (гідраксіду натрыю), а ў другой — саляная кіслата. Распазнайце гэтыя растворы пры дапамозе індыкатараў метыларанжу або лакмусу.

#### Вывучэнне рэакцыі нейтралізацыі

1) Нейтралізуйце выяўленую вамі кіслату растворам гідраксіду натрыю, які знаходзіцца ў другой прабірцы. (Раствор шчолачы прылівайце асцярожна, невялікімі порцыямі, пастаянна злёгка ўстрэсваючы прабірку.)

2) У чыстую прабірку наліце 1—2 см<sup>3</sup> раствору гідраксиду натрыю і дадайце да яго 1—2 кроплі раствору фенолфталеіну. Адзначце з'яўленне малінавай афарбоўкі. Нейтралізуйце шчолач раствором сернай кіслаты.

### Састаўленне справаздачы аб праведзенай рабоце

Састаўце ўраўненні рэакцый нейтралізацыі, якія вы праводзілі, назавіце прадукты рэакцый. Сфармулюйце вывады.

## § 26. Ахова навакольнага асяроддзя

*Мы навучыліся лётаць у паветры як птушкі.  
Мы навучыліся плаваць пад вадой як рыбы.  
Нам яшчэ засталася навучыцца жыць на Зямлі як людзям.  
Д. Дарал*

Наша жыццё неразрыўна звязана з навакольнай прыродай, без якой нам ніяк не абысціся. Прырода дае чалавеку ўсё неабходнае для жыцця: паветра для дыхання, сонечнае цяпло і святло, ежу і ваду, карысныя выкапні, матэрыялы для будаўніцтва і вытворчасці адзення, мэблі, машын.

На жаль, да гэтых дароў прыроды людзі не заўсёды ставяцца беражліва. Для будаўніцтва і ацяплення жылля, пашырэння сельскагаспадарчых зямель і сенажацяў, вытворчасці паперы і мэблі знішчаюцца лясы. Транспарт і прамысловыя прадпрыемствы, нерацыянальнае карыстанне хімікатамі ў сельскай гаспадарцы забруджваюць ваду, паветра, глебу. Усё гэта наносіць навакольнаму асяроддзю значную шкоду і тым самым зніжае якасць чалавечага жыцця. Таму ахова прыроды — адна з задач, якая стаіць перад усім чалавецтвам, і адзін з асноўных абавязкаў кожнага чалавека.

### Ахова вадаёмаў

З ростам колькасці насельніцтва Зямлі і павелічэннем аб'ёму вырабляемай прамысловай і сельскагаспадарчай прадукцыі ўжыванне вады значна ўзрастае. Таму неабходна клапаціцца пра захаванне прыродных крыніц чыстай вады.

Калі ў месцы выпадзення дажджу або снегу ў атмасферы ўтрымліваюцца пыл ці шкодныя адходы прадпрыемстваў і транспарту (аксіды серы і азоту), то яны паглынаюцца вадой. Вада быццам прамывае, чысціць паветра. Вы напэўна заўважалі, як лёгка дыхаць пасля дажджу.

Прычынай забруджвання вадаёмаў рознымі шкоднымі рэчывамі з'яўляюцца ў тым ліку і сцёкавыя воды прамысловых і сельскагаспадарчых прадпрыемстваў. Шкодныя рэчывы, якія ў іх утрымліваюцца, пападаюць у прыродныя вадаёмы, а потым — у пітную ваду пры яе няякаснай ачыстцы.

Шкодныя рэчывы аказваюць згубны ўплыў на ўсе жывыя арганізмы вадаёмаў, што можа весці да іх знікнення. Таму праблема аховы вадаёмаў — гэта найважнейшая задача. Для аховы вадаёмаў ад шкодных адходаў на працуючых прамысловых прадпрыемствах усталяваюцца сістэмы ачысткі ад шкодных рэчываў сцёкавых вод. Новыя прадпрыемствы праектуюцца з улікам неабходнасці ачысткі выкарыстанай вады. Для аховы вадаёмаў ад пападання ў іх таксічных рэчываў неабходна правільна ўжываць мінеральныя ўгнаенні і хімічныя прэпараты, якія выкарыстоўваюцца ў сельскай гаспадарцы.

### Ахова атмасферы

На згаранне розных відаў паліва расходуюцца вялікая колькасць кіслароду. Так, на працягу адной гадзіны палёту рэактыўны самалёт (мал. 81) расходуюць колькасць кіслароду, якая вырабляецца 1 га лесу за месяц.



Мал. 81. Узлёт рэактыўнага самалёта



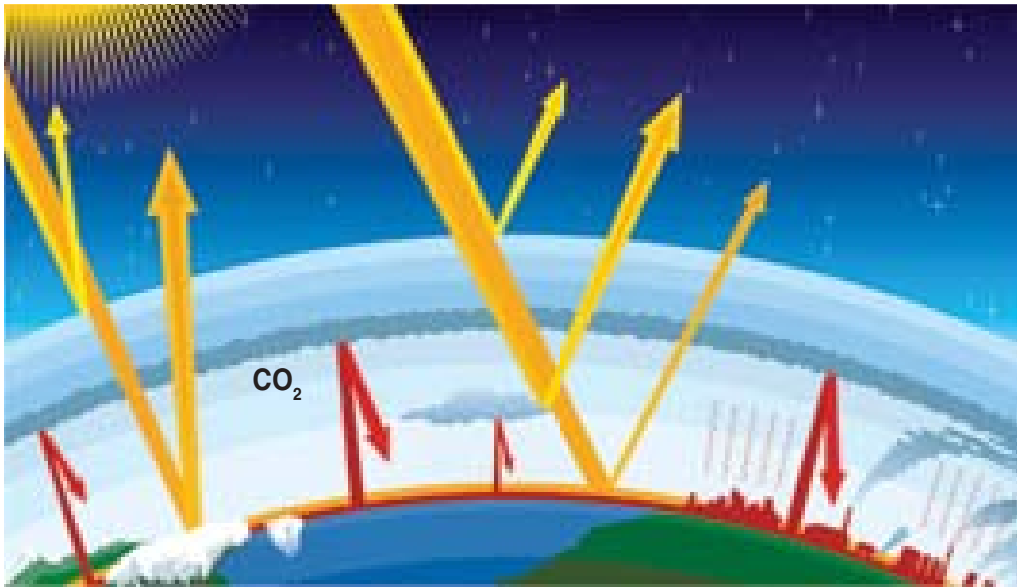
Мал. 82. Смог над горадам

Найбольш неспрыяльнымі наступствамі згарання паліва з'яўляюцца смог, кіслотныя дажджы і так званы «парніковы эффект».

**Смог** — гэта туман, які змешаны з пылам і сажай (мал. 82) і ўтрымлівае прадукты ўзаемадзеяння аксідаў серы і азоту з вадой.

**Кіслотныя дажджы** звязаны з тым, што дажджавая вада зрэдку бывае больш кіслай, чым звычайная, таму што ў ёй ўтрымліваюцца кіслоты. Яны ўтвараюцца пры ўзаемадзеянні некаторых злучэнняў серы і азоту ( $\text{SO}_2$  і  $\text{NO}_2$ ) з вадзяной парай.

**Парніковы эффект** — павышэнне тэмпературы паветра ў ніжніх слаях атмасферы (мал. 83). Гэтая з'ява ўзнікае ў выніку назапашвання ў атмасферы некаторых газаў, якія называюцца парніковымі. Яны абцяжарваюць адвод лішкаў цяпла ад паверхні Зямлі. Асноўным парніковым газам з'яўляецца вуглякіслы газ  $\text{CO}_2$ . У выніку парніковага эфекту адбываецца змена клімату, магчымы раставанні ледавікоў, навадненні.



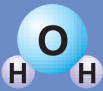
Мал. 83. Схема парніковага эфекту

Паколькі атмасфера ва ўсіх народаў Зямлі агульная, розныя дзяржавы прымаюць сумесныя меры па яе ахове ад шкодных адходаў. Для гэтага на заводах усталёўваецца ачышчальнае абсталяванне, удасканальваюцца сістэмы ачысткі выхлапных газаў аўтатранспарту, распрацоўваюцца новыя экалагічна чыстыя прадпрыемствы і віды транспарту.

### Ахова глеб

Глеба — адзін з галоўных прыродных рэсурсаў чалавецтва. Яна з'яўляецца асновай для нармальнага функцыянавання раслін, якія забяспечваюць людзей драўнінай, прадуктамі харчавання, тканінамі. На жаль, сёння на нашай планеце застаецца ўсё менш чыстых глеб і павялічваецца доля глеб, якія ўтрымліваюць розныя шкодныя прымесі. Асноўныя віды забруджвання глеб — прамысловае, сельскагаспадарчае і бытавое.





У выніку прамысловага забруджвання ў глебу трапляюць шкодныя рэчывы, такія як ядавітыя злучэнні цяжкіх металяў (ртуці, свінцу, кадмію), шкодныя адходы металургічных, хімічных і фармацэўтычных прадпрыемстваў, заводаў па вытворчасці цэменту. Гэта таксама можа быць нафта і прадукты яе перапрацоўкі. Асабліва небяспечным відам забруджвання глеб з'яўляецца пахаванне радыеактыўных адходаў.

У сучаснай сельскай гаспадарцы шырока выкарыстоўваюць угнаенні і розныя ядахімікаты. Пры іх няправільным выкарыстанні гэтыя рэчывы назапашваюцца ў глебе і паступова атручваюць яе.

Забруджваюць глебу і бытавыя адходы — розныя ўпаковачныя матэрыялы, пластыкавыя вырабы, сінтэтычныя тканіны, вада пасля яе выкарыстання для прання і мыцця.

Шкодныя прымесі, якія ўтрымліваюцца ў глебе, назапашваюцца ў раслінах, з якіх трапляюць у арганізмы жывёл і чалавека і становяцца прычынай розных хвароб.

Вельмі важнымі спосабамі барацьбы з забруджваннем глеб з'яўляюцца паасобны збор смецця і будаўніцтва спецыялізаваных прадпрыемстваў для ўтылізацыі прамысловых і бытавых адходаў, а таксама распрацоўка безадходных тэхналогій.

*Ахова прыроды — гэта комплекс мерапрыемстваў па папярэджванні забруджвання вадаёмаў, атмасферы і глеб.*

### Пытанні і заданні

1. Якія крыніцы забруджвання прыроднай вады вам вядомыя? Прывядзіце прыклады экалагічных катастроф, якія вядуць да забруджвання вадаёмаў.
2. Пералічыце вядомыя вам крыніцы забруджвання атмасферы. Якія з іх характэрны для вашага населенага пункту?
3. Якія найбольш небяспечныя крыніцы забруджвання глеб?

## ПРАДМЕТНЫ ПАКАЗАЛЬНІК

- А**дносная атамная маса 36  
 Адносная малекулярная маса 50  
 Азон 87  
 Азоны слоў 87  
 Аксіды 96, 99  
 — назвы 97  
 — састаў 96  
 Асновы 143, 144  
 — назвы 143, 144  
 — састаў 144  
 Атамная адзінка масы 36  
 Атамы 29, 30  
 — маса 35  
 — памер 35  
 Ахова атмасферы 155  
 — вадаёмаў 154  
 — глеб 157
- Б**інарныя злучэнні 54  
**Вада** 136  
 — будова 136  
 — кругаварот у прыродзе 168  
 — састаў 136  
 — фізічныя ўласцівасці 136  
 — хімічныя ўласцівасці 139
- Вадарод** 106  
 — атрыманне 126  
 — гісторыя адкрыцця 106  
 — простае рэчыва 106  
 — прымяненне 115  
 — у прыродзе 107  
 — фізічныя ўласцівасці 108  
 — хімічны элемент 106  
 — хімічныя ўласцівасці 111
- Валентнасць** 9  
 — пастаянная 55  
 — пераменная 55
- Высакародныя газы 39  
**Закон захавання масы рэчываў** 65  
**З’явы** 57  
 — фізічныя 57  
 — хімічныя 58
- І**ндыкатары 121  
**Кісларод** 84  
 — атрыманне 100  
 — гісторыя адкрыцця 102  
 — простае рэчыва 85  
 — рэакцыі з простымі рэчывамі 90  
 — рэакцыі са складанымі рэчывамі 93  
 — у прыродзе 86  
 — фізічныя ўласцівасці 85  
 — хімічны элемент 84  
 — хімічныя ўласцівасці 90
- Кіслотныя дажджы** 156  
**Кіслоты** 117, 118  
 — назвы 119  
 — састаў 118
- Малекулы** 40  
 Масавая доля кампанента сумесі 19  
 Метады збірання газаў 80  
 — выцясеннем вады 80  
 — выцясеннем паветра 81
- Металы** 41  
**Неметалы** 41  
**Паветра** 78  
**Паліва** 95  
**Парніковы эффект** 156

**Рэчывы 10**

- простыя 40
- складаныя 44
- чыстыя 17

**Смог 156****Солі 128, 129**

- назвы 130
- састаў 128

**Сумесь 17****Фотасінтэз 15, 86****Хімічная формула 47****Хімічны сімвал (знак) 31**

— індэкс 47

— элемент 30

**Хімічныя рэакцыі 59**

— абмену 151

— гарэння 93

— замяшчэння 114, 125

— злучэння 92

— нейтралізацыі 148, 149, 150

— прыметы 60

— раскладання 101

**Хімічныя ўраўненні 68**

— каэфіцыенты 69

**Шчолачы 144**

**АДКАЗЫ**

- § 2 № 7: соль — 62,5 %; сахар — 37,5 %. № 9: 2000 г.
- § 4 № 4: а) у 2 разы; б) у 9 разоў. № 5: у  $6,02 \cdot 10^{23}$  раза. № 6: Al;  
№ 7: а) 195; б) 238. № 8: 30 г.
- § 5 № 7: у 7 разоў.
- § 6 № 4: 25 %.
- § 7 № 8: 4.
- § 8 № 3: сахар — 27 г, соль — 123 г. № 4:  $N_2O_3$ . № 5:  $SO_2$ . № 6: 162 г.
- § 11 № 7: 55,6 г. № 8: 8,8 г. № 9: 12 малекул  $N_2$ ; 36 малекул  $H_2$ .
- § 13 № 7: 77 %. № 8:  $H_2$  — 33,3 %;  $N_2$  — 66,7 %. № 9: 10,08 м<sup>3</sup>.
- § 14 № 8: 625,3 м<sup>3</sup>. № 9: 292,8 кг.
- § 15 № 8: 23,4 дм<sup>3</sup>. № 9: 25 %.
- § 16 № 7: 80 кг. № 8: у 2,83 раза.
- § 17 № 6: 240 г. № 7:  $1,06 \cdot 10^{-20}$  г. № 8: 40,5 дм<sup>3</sup>.
- § 18 № 7:  $3,32 \cdot 10^{-21}$  г. № 8: 33,3 %.
- § 19 № 7: 50 дм<sup>3</sup>.
- § 20 № 6: 30 %.
- § 21 № 5: 70,8 %.
- § 22 № 8: 24 г.
- § 23 № 4: у 9 разоў; у 1,78 раза.
- § 24 № 8: 200 г.

## Хімія ўчора, сёння, заўтра

Хімія мае багатую гісторыю развіцця. З'явіўшыся ў Старажытным Егіпце, хімічныя веды ў сярэдзіне першага тысячагоддзя новай эры трапілі на Блізкі Усход, а адтуль у канцы VIII ст. праніклі ў Еўропу.

Пачаткам сучаснай хіміі былі даследаванні англійскага вучонага Роберта Бойля. Вялікі ўклад у развіццё хімічнай навукі ўнеслі такія вучоныя, як М. В. Ламаносаў, А. Л. Лавуазье, Д. Дальтан, Е. Я. Берцэліус, Д. І. Мендзялееў і іншыя.

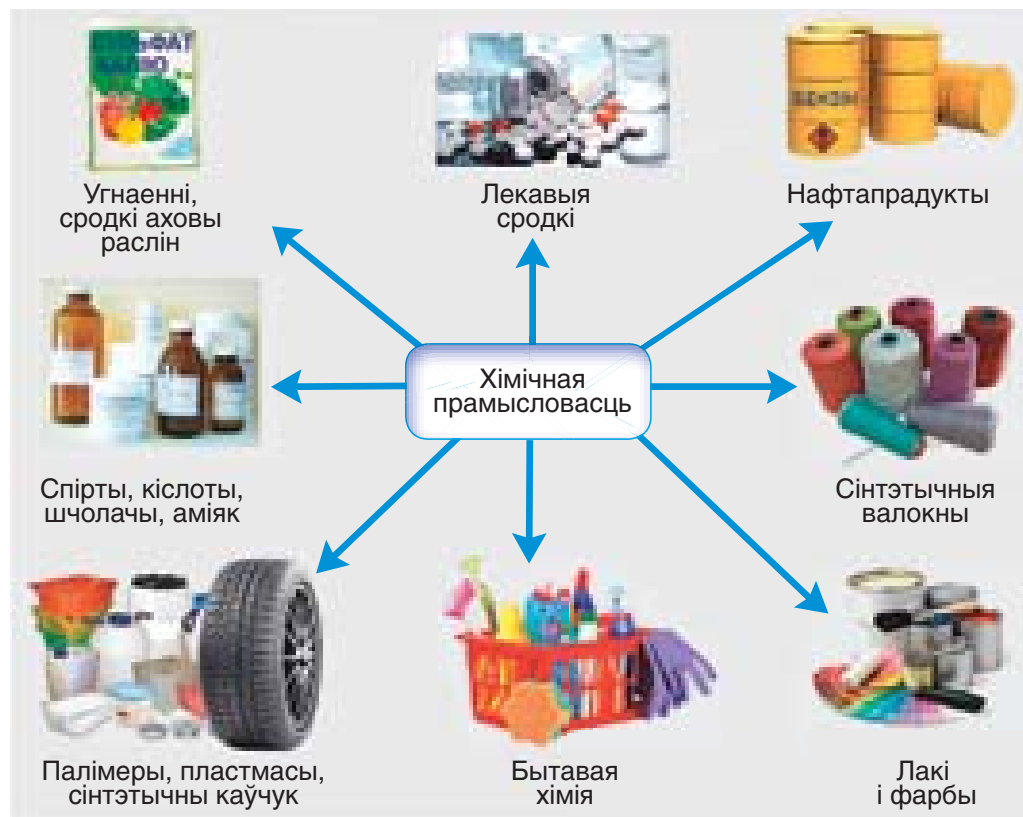
У цяперашні час людзі, якія добра ведаюць хімію, выплаўляюць металы, вырабляюць шкло, кераміку і цэмент. Яны ствараюць пластмасы, гуму і мыйныя сродкі, лакі і фарбы, лекі і вітаміны, угнаенні для павышэння ўрадлівасці глебы і хімічныя сродкі аховы раслін, штучныя валокны, многія іншыя карысныя рэчывы і матэрыялы. Відавочна, што без выкарыстання дасягненняў хіміі жыццё сучаснага грамадства немагчыма.

Хімія працягвае актыўна развівацца. Дзякуючы ведам па хіміі, ствараюцца новыя матэрыялы з унікальнымі ўласцівасцямі, вырабляюцца дэталі прылад для радыёэлектроннай і касмічнай тэхнікі, разнастайная прадукцыя медыцынскага і бытавога прызначэння.

Якія перспектывы развіцця хіміі? Адною з галоўных задач, што ставіцца перад хіміяй у будучым, застаецца стварэнне новых матэрыялаў з зададзенымі каштоўнымі ўласцівасцямі. На аснове новых тэхналогій будуць створаны бяспечныя, трывалыя і надзейныя крыніцы энергіі, мініяцюрныя і неверагодна магутныя камп'ютары, новыя лекі, разнастайныя матэрыялы для паляпшэння жыцця людзей.

## Хімія ў Рэспубліцы Беларусь

Рэспубліка Беларусь адносіцца да краін з высокім узроўнем развіцця хімічнай прамысловасці (мал. 84).



Мал. 84. Прадукцыя хімічнай прамысловасці

У нашай краіне дзейнічаюць 75 хімічных прадпрыемстваў, якія выпускаюць прадукцыю больш за 120 найменняў. Асноўная галіна хімічнай прамысловасці Беларусі — вытворчасць мінеральных угнаенняў. Найбуйнейшым прадпрыемствам гэтай галіны з'яўляецца ААТ «Беларуськалій»



ААТ «Беларуськалій»



ААТ «Гродна Азот»



ААТ «Нафтан»

Мал. 85. Хімічныя прадпрыемствы  
Беларусі

(г. Салігорск) (мал. 85). Гэтае прадпрыемства — адзін з буйнейшых у свеце вытворцаў калійных угнаенняў. Яго прадукцыя карыстаецца попытам у многіх краінах 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, якія пастаўляюцца ў многія краіны.

Наша краіна з’яўляецца буйным пастаўшчыком на сусветны рынак хімічных валокнаў і нітак. Яны вырабляюцца на заводзе «Палімір» ААТ «Нафтан» (г. Наваполацк), на ААТ «СветлагорскХімвалакно» (г. Светлагорск), у філіяле «Завод Хімвалакно» ААТ «Гродна Азот» (г. Гродна), на ААТ «Магілёў-хімвалакно» (г. Магілёў).

У Рэспубліцы Беларусь таксама развіта шынная прамысловасць. ААТ «Белшына» (г. Бабруйск) — адно з найбуйнейшых прадпрыемстваў у Еўропе, якое выпускае больш за 200 відаў шын для розных аўтамабіляў (мал. 86). Гумаватэхнічныя вырабы ў нас робяць 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».

Прадукцыю на аснове хімічных тэхналогій вырабляюць таксама прадпрыемствы іншых галін (лесажхімічнай, парфумернай, алеятлушчавай, шкляной, мікрабіялагічнай і г. д.). Гэтыя вытворчасці працуюць у кантакце з прадпрыемствамі хімічнага комплексу і атрымліваюць ад іх розныя матэрыялы, рэактывы, фарбавальнікі і да т. п. Таму маштабы хімічнай прамысловасці Беларусі не абмяжоўваюцца рамкамі хімічнага комплексу прадпрыемстваў.

Без хіміі немагчыма развіццё цывілізацыі. Пры ўсіх благах, якія дае нам хімія, з рэчывамі і матэрыяламі патрэбна абыходзіцца асцярожна і выконваць меры бяспекі, каб яны не наносілі шкоду і не забруджвалі навакольнае асяроддзе.



Мал. 86. Прадукцыя ААТ «Белшына»



## Разлік масавай долі хімічнага элемента ў складаным рэчыве

Зыходзячы з хімічнай формулы складанага рэчыва, можна разлічыць фізічную велічыню, якая паказвае, якая частка яго адноснай малекулярнай масы прыпадае на атамы дадзенага хімічнага элемента. Гэтая велічыня называецца **масавай доляй элемента** ў складаным рэчыве.

Масавая доля элемента  $A$  ў складаным рэчыве  $A_xB_y$  разлічваецца па формуле:

$$w(A) = \frac{A_r(A) \cdot x}{M_r(A_xB_y)},$$

дзе  $w$  — масавая доля элемента  $A$ ;  $A_r(A)$  — адносная атамная маса элемента  $A$ ;  $x, y$  — колькасць атамаў элементаў  $A$  і  $B$  у формуле рэчыва;

$M_r(A_xB_y)$  — адносная малекулярная маса рэчыва  $A_xB_y$ .

Масавую долю выражаюць у долях ад адзінкі або ў працэнтах. Для гэтага значэнне ў долях патрэбна памножыць на 100, напрыклад  $w(O) = 0,22$ , або 22 %.

Вызначым масавую долю кіслароду ў рэчыве, формула якога  $H_3PO_4$ .

Адносная малекулярная маса  $H_3PO_4$  роўна:

$$M_r(H_3PO_4) = 3 \cdot A_r(H) + A_r(P) + 4 \cdot A_r(O) = 3 \cdot 1 + 31 + 4 \cdot 16 = 98.$$

Масавая доля кіслароду складае:

$$w(O) = \frac{4 \cdot A_r(O)}{M_r(H_3PO_4)} = \frac{64}{98} = 0,653, \text{ або } 65,3 \ \% .$$

## Рад актыўнасці металаў

У металаў розная здольнасць выцясняць вадарод з кіслот. Некаторыя металы выцясняюць яго вельмі інтэнсіўна, некаторыя — больш слаба або нават наогул не выцясняюць. З памяншэннем інтэнсіўнасці здольнасці металаў выцясняць вадарод з кіслот, іх можна размясціць у наступны рад:

K Ca Na Mg Al Zn Fe Ni Sn Pb **H<sub>2</sub>** Cu Hg Ag Pt Au

Гэты рад называюць **радам актыўнасці металаў**.

У радзе ў напрамку злева направа здольнасць металаў выцясняць вадарод з салянай і сернай кіслот змяншаецца. Яна вызначаецца месцам металаў адносна вадароду **H<sub>2</sub>**.

- Металы, якія знаходзяцца ў гэтым радзе лявей за вадарод **H<sub>2</sub>**, выцясняюць гэты газ з раствораў кіслот (акрамя HNO<sub>3</sub>). Напрыклад, магній і цынк, якія размешчаны ў радзе актыўнасці металаў лявей за **H<sub>2</sub>**, выцясняюць гэты газ з салянай і сернай кіслот:



- Металы, якія стаяць у гэтым радзе правей за вадарод, вадарод з кіслот не выцясняюць. Напрыклад, медзь і серабро не выцясняюць гэты газ з салянай і сернай кіслот:



Звярніце ўвагу на тое, што для атрымання вадароду можна карыстацца не ўсімі металамі, якія размешчаны ў радзе актыўнасці лявей за **H<sub>2</sub>**. Справа ў тым, што найбольш актыўныя металы, напрыклад Na і K, рэагуюць з кіслотамі празмерна бурна, з узгараннем і выбухам. У той жа час рэакцыі кіслот з малаактыўнымі металамі — волавам Sn і свінцом Pb працякаюць вельмі павольна.

## Вада ў прыродзе. Роля вады ў жыцці чалавека

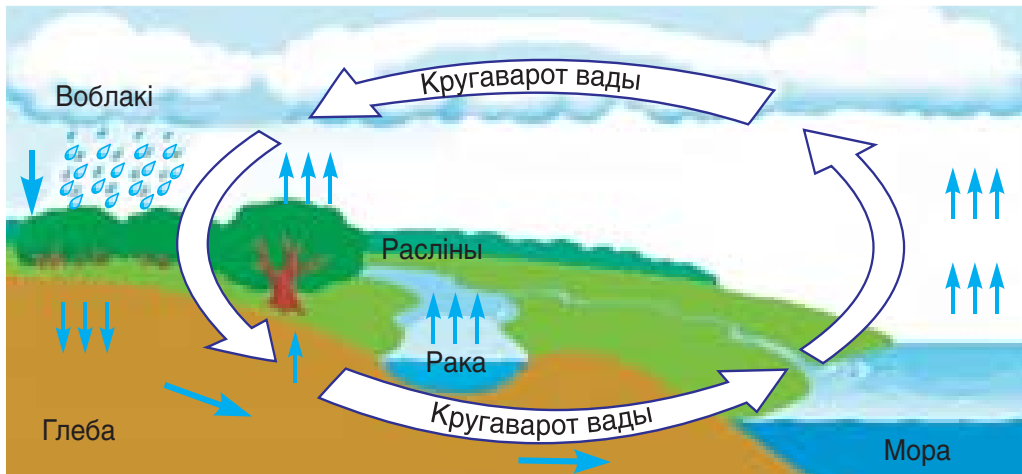
Тры чвэрці паверхні Зямлі пакрытыя вадой. Яна ўтварае велізарныя акіяны і моры, глыбокія рэкі і азёры, халодныя ледавікі і айсбергі. Вада — гэта лёд і снег, гэта воблакі і туманы, гэта раса і дажджы. Яна фарміруе ландшафты на нашай планеце. Магутныя патокі вады прамываюць яры і руслы рэк, праразаюць цяснінамі горныя масівы, разбураюць горы.

Агульны аб'ём (адзіначасовы **запас**) водных рэсурсаў на планеце Зямля складае каля 1390 млн км<sup>3</sup>, з іх прыблізна 1340 млн км<sup>3</sup> — вада Сусветнага акіяна, г. зн. асноўная частка вады (больш за 97 %) знаходзіцца ў морах і акіянах.

Вада ў прыродзе знаходзіцца ў пастаянным руху. Пад уздзеяннем сонечнага цяпла вада 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 там астуджаецца, утвараючы воблакі. З іх, у залежнасці ад пары года, вада выпадае на зямлю ў выглядзе атмасферных ападкаў — дажджу або снегу. Яны ўяўляюць сабой самыя чыстыя формы прыроднай вады. Затым дажджавая вада або снег трапляюць у рэкі, моры, акіяны або ўпітваюцца ў глебу і ператвараюцца ў падземныя воды. Яны сцякаюць у адкрытыя вадаёмы, і пасля гэтага апісаны цыкл зноў паўтараецца.

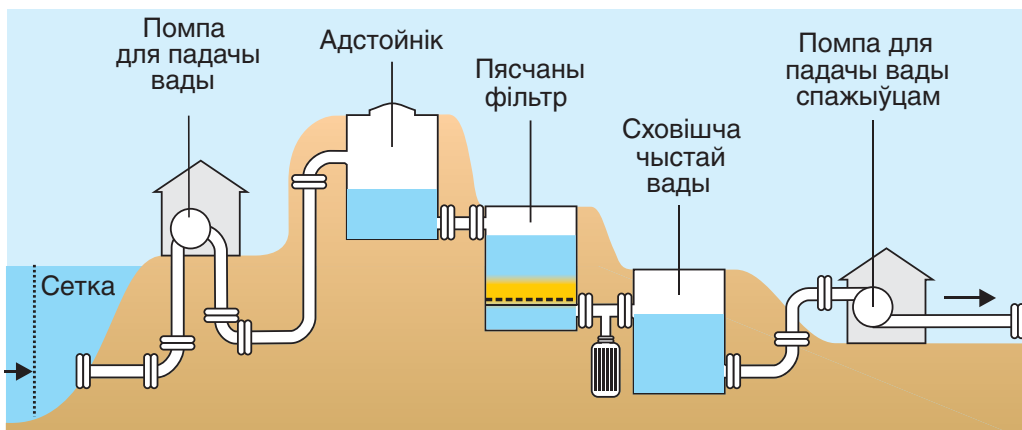
Гэты працэс называецца кругаваротам вады ў прыродзе (мал. 87). **Кругаварот вады** — выключна важны прыродны працэс. Ён забяспечвае зямную сушу прэснай вадой.

Асноўнымі крыніцамі чыстай вады для людзей з'яўляюцца рэкі, азёры і падземныя воды. Перш чым трапіць да нас у хату, вада з гэтых крыніц ідзе доўгім шляхам (мал. 88). Спачатку пры дапамозе фільтраў з вады выдаляюць буйныя прадметы, а потым праводзяць апрацоўку хлорам або азонам.



Мал. 87. Схема кругавароту вады ў прыродзе

Апошнім часам для абеззаражання вады часцей сталі выкарыстоўваць азон. Ён мае моцнае дэзынфекцыйнае дзеянне, а ў экалагічным сэнсе больш бяспечны за хлор. Гэта робіцца для знішчэння асноўнай масы розных шкодных мікраарганізмаў. Потым ваду прапускаюць праз пячаныя фільтры і апраменьваюць ультрафіялетам для надзейнай дэзынфекцыі.



Мал. 88. Схема ачысткі пітной вады

Вада адыгрывае выключна важную ролю ў жыцці чалавека, жывёл і раслін. З вады і вуглякіслага газу ў працэсе фотасінтэзу ўтвараюцца арганічныя рэчывы і кісларод, які неабходны для дыхання ўсяго жывога. Ролю вады ў жыцці Зямлі наогул цяжка ацаніць!

Наш арганізм прыкладна на 60—65 % складаецца з вады. Большасць хімічных працэсаў у арганізме чалавека працякаюць у водным асяроддзі. Усе біялагічныя вадкасці ў нашым арганізме (кроў, лімфа) уяўляюць сабой водныя растворы. З вадой з нашага арганізма ў выглядзе мачы і поту выдаляюцца разнастайныя прадукты жыццядзейнасці.

Калі вада ў арганізм не трапляе, прадукты жыццядзейнасці пачынаюць аказваць шкодны ўплыў і адбываюцца значныя парушэнні. Менавіта таму без ежы чалавек можа пражыць прыблізна 50—60 дзён, а без вады толькі 5—10 дзён.

Чалавек цяжка пераносіць абязводжванне. Страта арганізмам прыблізна 6—8 % вады вядзе да павышэння тэмпературы цела, скура чырванее, сэрцабіцце і дыханне пачашчаюцца, з'яўляецца мышачная слабасць і галавакружэнне. Пры тэмпературы 30 °C страта 15—20 % вільгаці ў большасці выпадкаў вядзе да гібелі.

Патрэбна адзначыць, што для піцця, прыгатавання ежы, паліву раслін і іншых бытавых і вытворчых патрэб неабходна прэсная вада, марская вада для гэтых мэт не падыходзіць.

Прэснай называецца прыродная вада, якая ўтрымлівае невялікую колькасць іншых рэчываў. На долю прэснай вады прыпадае толькі вельмі маленькая частка (менш за 3 %) усіх водных рэсурсаў Зямлі. Прычым больш за  $\frac{3}{4}$  запасаў прэснай вады знаходзіцца ў Арктыцы і Антарктыдзе ў выглядзе лёду. Пакуль гэтыя прыродныя запасы прэснай вады практычна недасягальныя для выкарыстання.

Некаторыя цікавыя факты пра ваду:

- на кожнага жыхара города прыпадае прыблізна 220 л вады ў суткі;
- пры выкарыстанні душа на працягу 5 мін расходуюцца каля 80 л вады;
- кожнае мыццё бялізны ў пральнай машыны патрабуе ў сярэднім 60 л вады;
- праз звычайны водаправодны кран праходзіць 15 л вады ў мінуту;
- праз незачынены кран выліваецца каля 900 л вады за гадзіну;
- у сярэднім за сваё жыццё чалавек спажывае і выдалае каля 70 т вады;
- без паветра чалавек можа пражыць каля мінуты, без ежы — некалькі месяцаў, без вады — максімальна некалькі сутак.
- каля 85 % інфекцыйных захворванняў у свеце перадаюцца праз ваду;
- з узростам колькасць вады ў арганізме чалавека змяншаецца. У маленстве яе доля можа дасягаць 86 %, а ў сталым узросце скарачаецца да 50 %;
- аб'ём прэснай вады на нашай планеце складае 42 млн км<sup>3</sup>, і толькі 3 % гэтага аб'ёму — даступная нам прэсная вада рэк і азёр;
- больш за 80 % сцёкавай вады не перапрацоўваецца. На жаль, гэта прыклад неэканамічнага карыстання воднымі рэсурсамі.

## Некаторыя хімічныя рэчывы, якія выкарыстоўваюцца ў быце

| Бытавая назва        | Хімічная назва       | Хімічная формула     | Для чаго выкарыстоўваецца  |
|----------------------|----------------------|----------------------|--|
| Вада                 | Аксід вадароду       | $H_2O$               | Для прыгатавання ежы, умывання і мыцця   |
| Кухонная соль        | Хларыд натрыю        | $NaCl$               | Для прыгатавання 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 прыгатавання некаторых прадуктаў харчавання  |
| Кальцыніраваная сода | Карбанат натрыю      | $Na_2CO_3$           | Для мыцця моцна забруджаных вырабаў, посуду  |
| Перакіс              | Пераксід вадароду    | $H_2O_2$             | Для прамывання і дэзынфекцыі ран, абясколервання валасоў                                 |
| Марганцоўка          | Перманганат калію    | $KMnO_4$             | Для прамывання і дэзынфекцыі ран, лячэння харчовых атручванняў, апрацоўкі насення раслін |
| Ёдная настойка       | Раствор ёду ў спірце | $I_2$                | Для дэзынфекцыі 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   | $\text{NH}_3$                                       | Для вывядзення хворых з непрытомнага стану, апрацоўкі скуры пры ўкусах насякомых, ачыткі сярэбраных вырабаў, падкормкі раслін |
| Аміячная салетра | Нітрат амонію            | $\text{NH}_4\text{NO}_3$                            | 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 з хваробамі раслін, прадухілення гніення драўніны  |
| Электраліт       | Раствор сернай кіслаты   | $\text{H}_2\text{SO}_4$                             | Для зарадкі аўтамабільных акумулятараў  |
| Прыродны газ     | Метан                    | $\text{CH}_4$                                       | Як паліва (для прыгатавання ежы і абагрэву жылля)   |
| Вадкі газ        | Прапан<br>Бутан          | $\text{C}_3\text{H}_8$<br>$\text{C}_4\text{H}_{10}$ | Як паліва для аўтамабіляў і прыгатавання ежы  |
| Спірт            | Этанол                   | $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$                      | Для дэзынфекцыі скуры   |
| Воцат            | Раствор воцатнай кіслаты | $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$                    | Для прыгатавання ежы, кансервавання прадуктаў   |



## Адзінкі масы і аб'ёму, якія выкарыстоўваюцца ў хіміі

| Адзінкі масы: тона (т); кілаграм (кг);<br>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 ( $\text{м}^3$ );<br>дэцыметр кубічны ( $\text{дм}^3$ ), літр;<br>сантыметр кубічны ( $\text{см}^3$ ), 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 ДАДАТКОВАЇ ЛІТАРАТУРЫ

1. Аршанский Е. Я., Конорович Л. А. 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. Савинкина Е. В., Логинова Г. П. Мир веществ. М. : БАЛАОС, 2006.
5. Леенсон И. А. Занимательная химия для детей и взрослых. М. : Аванта+, 2010.
6. Шаховская Ася. Тайна старого гнома. Киев : ДОВІРА, 1997.

У вучэбным дапаможніку выкарыстаны вершы *Ю. Прасолава, С. Раманавай, С. Алегавай.*

(Назва ўстановы адукацыі)

| Навучальны год | Імя і прозвішча вучня | Стан вучэбнага дапаможніка пры атрыманні | Адзнака вучню за карыстанне вучэбным дапаможнікам |
|----------------|-----------------------|--|---|
| 20 /           |                       |  |   |
| 20 /           |                       |  |   |
| 20 /           |                       |  |   |
| 20 /           |                       |  |   |
| 20 /           |                       |  |   |
| 20 /           |                       |  |   |

Вучэбнае выданне

**Шымановіч Ігар Яўгенавіч**  
**Красіцкі Васіль Анатольевіч**  
**Сячко Вольга Іванаўна**  
**Хвалюк Віктар Мікалаевіч**

**ХІМІЯ**

Вучэбны дапаможнік для **7** класа

ўстаноў адукацыі, якія рэалізуюць адукацыйны праграмы агульнай сярэдняй адукацыі з беларускай мовай навучання і выхавання  
2-е выданне, перагледжанае

Заг. рэдакцыі *Г. А. Бабаева*. Рэдактар *Т. С. Юдчыц*.  
Мастакі *А. М. Багушэвіч, А. Г. Дашкевіч, У. М. Жук, Л. М. Карчажынская*.  
Мастацкія рэдактары *А. А. Праваловіч, А. А. Жданоўская*.

Тэхнічнае рэдагаванне і камп'ютарная вёрстка *А. Ю. Агафонавай*.  
Карэктары *А. П. Тхір, Г. В. Алешка*.

Падпісана да друку 03.08.2023. Фармат 70×90<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Папера афсетная.  
Афсетны друк. Умоўн. друк. арк. 12,87+0,29 форз. Ул. выд. арк. 7,6 + 0,4 форз.  
Тыраж 12 759 экз. Заказ .

Выдавецкае рэспубліканскае ўнітарнае прадпрыемства «Народная асвета».  
Пасведчанне аб дзяржаўнай рэгістрацыі выдаўца, вытворцы,  
распаўсюджвальніка друкаваных выданняў № 1/2 ад 08.07.2013.  
Пр. Пераможцаў, 11, 220004, Мінск, Рэспубліка Беларусь.

Рэспубліканскае ўнітарнае прадпрыемства «Выдавецтва «Беларускі Дом друку»».  
Пасведчанне аб дзяржаўнай рэгістрацыі выдаўца, вытворцы,  
распаўсюджвальніка друкаваных выданняў № 2/102 ад 01.04.2014.  
Пр. Незалежнасці, 79/1, 220013, Мінск, Рэспубліка Беларусь.