

*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, гэта 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 дм^3 утрымліваецца азот аб'ёмам 78 дм^3 і кісларод аб'ёмам 21 дм^3 , а на долю ўсіх астатніх газаў прыпадае каля 1 дм^3 . У 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, адносна 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 φ (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 дм^3 і азот аб'ёмам 48 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.

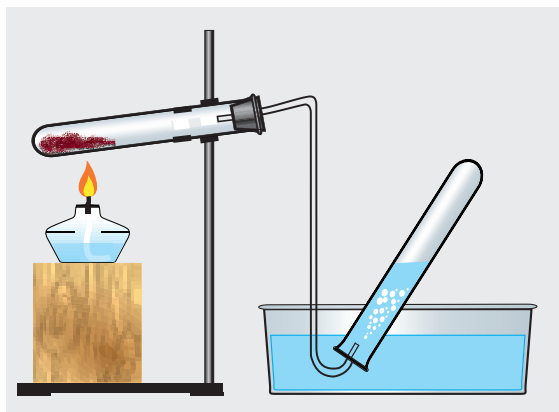
Метады збірання газаў

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



а



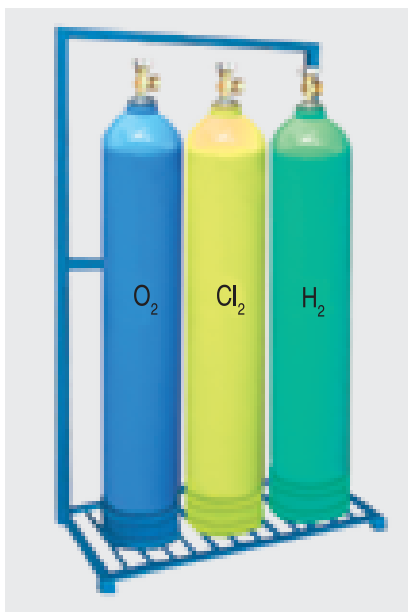
б

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

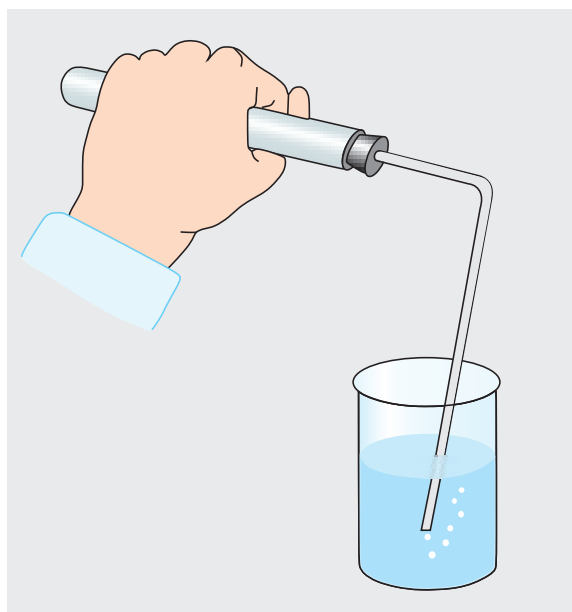
пасудзіны называюць **герметычнымі** (г. зн. яны не маюць адтулін для выхаду газу з пасудзіны вонкі).

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

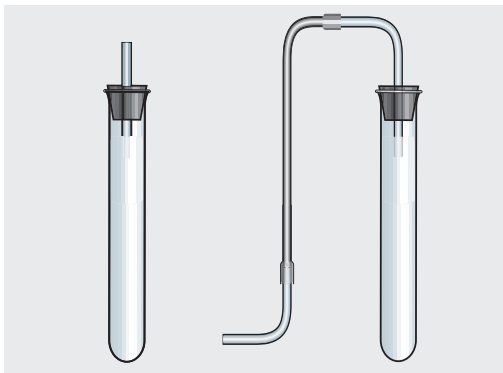
Зборка найпрасцейшых прыбораў для атрымання і збірання газаў

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 дм^3 утрымліваецца азот аб'ёмам 78 дм^3 і кісларод аб'ёмам 21 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 дм^3 і азот N_2 аб'ёмам 240 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

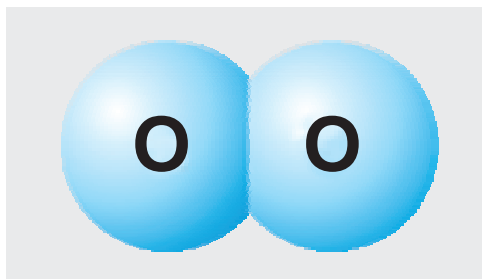
Як вы ўжо ведаеце, хімічны знак кіслароду — **O** (гэта першая літара яго лацінскай назвы *Oxygenium*). Адносная атамная маса кіслароду роўна 16:

$$A_r(O) = 16.$$

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^3 роўна прыблізна $1,33 \text{ г}$.

Пры тэмпературы ніжэй за $-183 \text{ }^\circ\text{C}$ кісларод ператвараецца ў блакітную вадкасць, а пры $-219 \text{ }^\circ\text{C}$ гэтая вадкасць пераходзіць у цвёрды агрэгатны стан.

Кісларод маларастваральны ў вадзе.

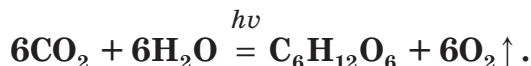


Пры пакаёвай тэмпературы ($20 \text{ }^\circ\text{C}$) у вадзе аб'ёмам 1 дм^3 раствараецца каля $0,043 \text{ г}$ кіслароду. З павышэннем тэмпературы яго растваральнасць змяншаецца. Пры $80 \text{ }^\circ\text{C}$ растваральнасць кіслароду ў 3 разы меншая, а пры $0 \text{ }^\circ\text{C}$ у 1,5 раза большая, чым пры $20 \text{ }^\circ\text{C}$. 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.

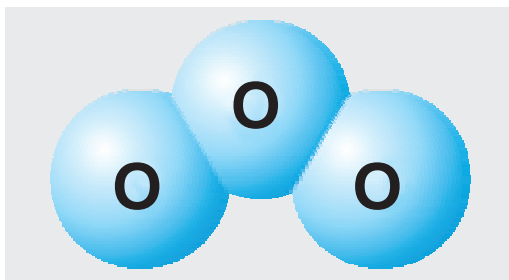
Кісларод у прыродзе

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 $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ 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 азон 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.

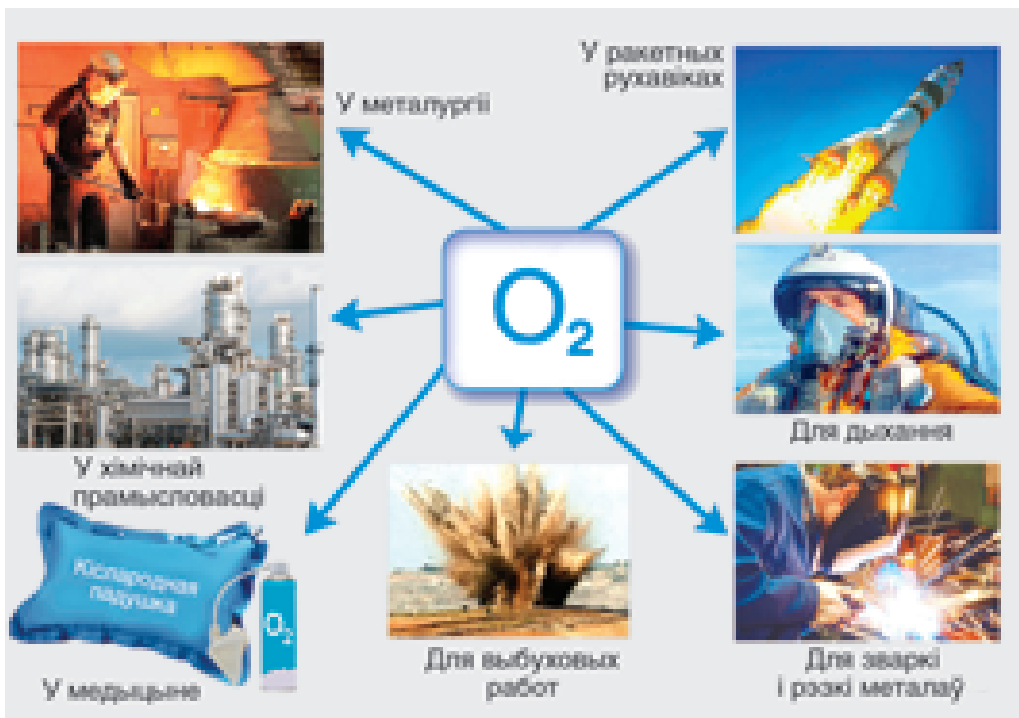
У верхніх сляях атмасферы Зямлі (на вышыні прыблізна 30—40 км) знаходзіцца **азонавы слой**. Ён утвараецца з кіслароду пад уплывам сонечнага выпраменьвання. Некаторыя кампаненты гэтага выпраменьвання прыгнятаюць дзейнасць усіх жывых арганізмаў на нашай планеце, а азовы слой паглынае іх. Калі б не было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

Некаторыя рэчывы, калі трапляюць у атмасферу, вызываюць разбурэнне азоновага слоя і ўтварэнне ў ім «азонавых дзірак». Таму для захавання азоновага 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 параграфу пра фізічныя ўласцівасці кіслароду, разлічыце масу кіслароду аб'ёмам 850 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 $2,40 \text{ т}$.