



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?

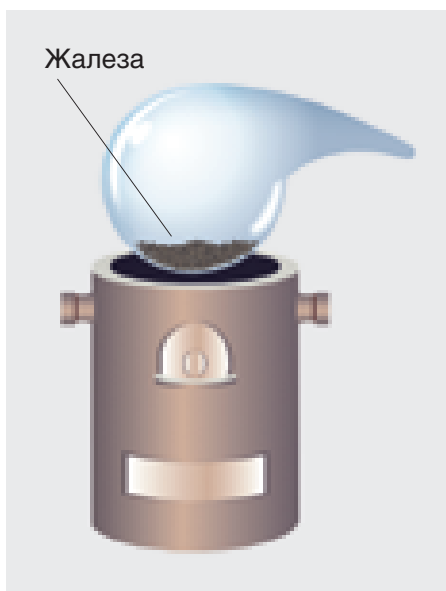
§ 11. Закон захавання масы рэчываў. Хімічныя ўраўненні

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? Можа быць, маса зыходных рэчываў большая за масу прадуктаў або наадварот? А можа 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

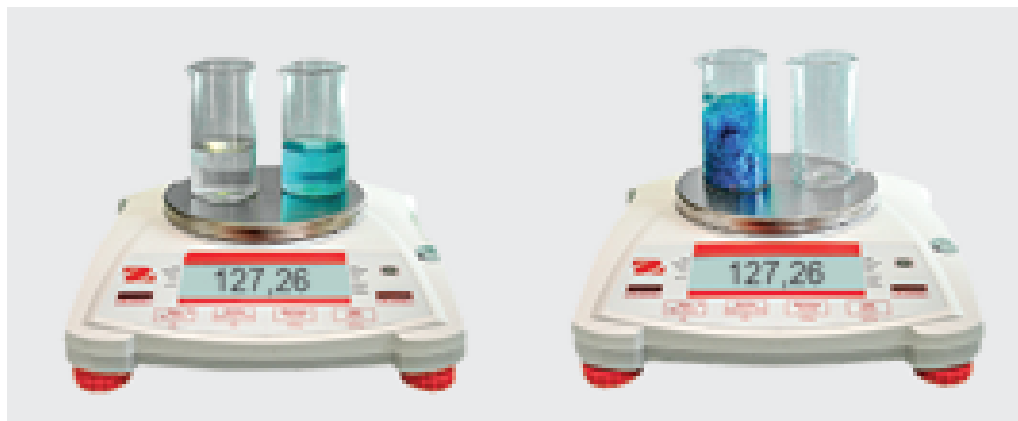
ную акаліну»), што сведчыла пра працяканне хімічнай рэакцыі. Аднак, у адрозненне ад Р.Бойля, Ламаносаў перад узважваннем не адкрываў астуджаныя пасудзіны. Выявілася, што, нягледзячы на працяканне ў рэтортах хімічнай рэакцыі, іх маса не змяняецца. Іншымі словамі, агульная маса зыходных рэчываў (жалеза 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 CuSO_4 , а ў другую — раствор 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.



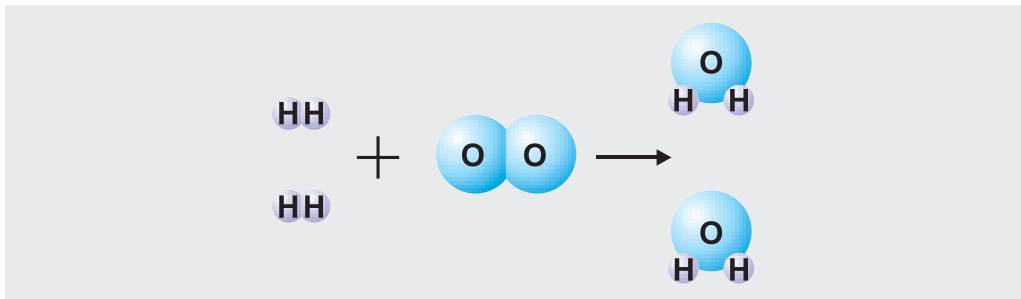
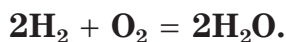
Хімічныя ўраўненні

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 «=».

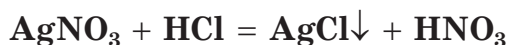
Як і матэматычныя ўраўненні, ураўненні хімічных рэакцый складаюцца з дзвюх частак. У левай частцы запісваюцца формулы зыходных рэчываў, а ў правай — формулы прадуктаў рэакцый, злучаныя знакам «+» (плюс). З прычыны таго, што колькасць атамаў кожнага элемента да рэакцыі роўна іх колькасці пасля рэакцыі, 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 H_2 рэагуюць з адной малекулай O_2 і ўтвараюць дзве малекулы H_2O . 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,

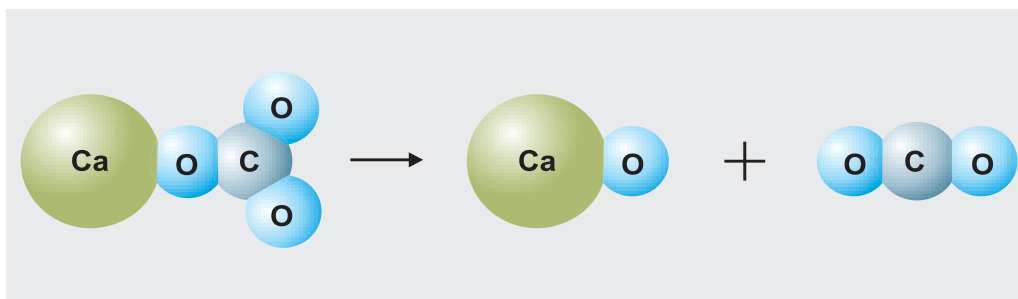


знак «↓», які стаіць пасля формулы AgCl , азначае, што гэтае рэчыва ўтварае асадок (г. зн. яно не раствараецца ў вадзе).

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



Схема гэтай рэакцыі прыведзена на малюнку 41.



Мал. 41. Схема рэакцыі ўтварэння CaO і CO_2 з CaCO_3

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

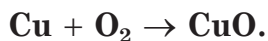
1. У чым было галоўнае адрозненне доследу М. В. Ламаносава ад доследу Р. Бойля? Якія вынікі атрымаў Ламаносаў? Пра што яны сведчылі?
2. Як А. Лавуазье патлумачыў павелічэнне масы металаў пры іх прапальванні ў паветры?
3. Сфармулюйце закон захавання масы рэчываў у хімічных рэакцыях.
4. Чаму агульная маса рэчываў падчас любой хімічнай рэакцыі не змяняецца?
5. У выніку награвання рэчыва HgO атрымаўся метал ртуць Hg , маса якога меншая за масу зыходнага рэчыва. Патлумачце, чаму так адбылося.
6. Пры гарэнні вугалю C у паветры ён пераўтвараецца ў газападобнае рэчыва CO_2 . Маса гэтага рэчыва большая або меншая за масу зыходнага вугалю? Чаму?
7. Рэчыва Cu(OH)_2 пры награванні пераўтварылася ў два новыя рэчывы — CuO і H_2O агульнай масай 55,6 г. Чаму была роўна маса зыходнага рэчыва 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 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:

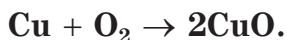
медзь + кісларод → злучэнне медзі з кіслародам.

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

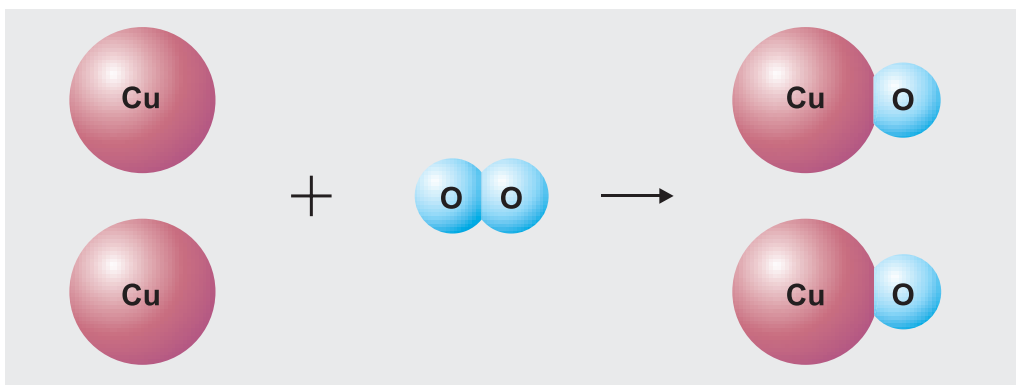


Праз тое, што пры хімічных рэакцыях атамы элементаў не знікаюць, а толькі перагрупоўваюцца, **у левай і ў правай частках хімічнага ўраўнення колькасць атамаў кожнага элемента павінна быць аднолькавай.**

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»:

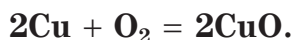


Цяпер колькасць атамаў медзі ў правай частцы схемы роўна двум, а ў левай толькі аднаму. Таму перад сімвалам медзі **Cu** таксама паставім каэфіцыент «2». У выніку колькасць атамаў кожнага элемента ў абедзвюх частках схемы



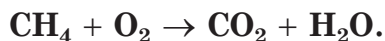
Мал. 42. Схема рэакцыі медзі з кіслародам

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

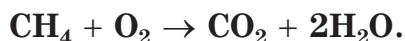


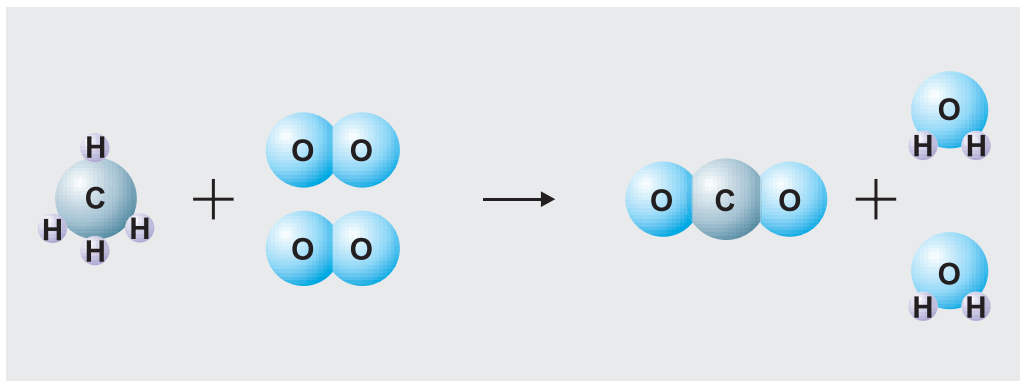
Гэтае ўраўненне чытаецца так: *два купрум плюс о-два роўна два купрум-о.*

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



Звярніце ўвагу, што ў левай частцы схемы 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 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 пыталыніка 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 H_2O_2 . Пры кантакце з крывёю яно пераўтвараецца ў два новыя рэчывы — H_2O і 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.