

РАЗДЗЕЛ IV

ХІМІЧНЫЯ РЭАКЦЫІ

Вывучаючы гэты раздзел, вы пазнаёміцеся з асноўнымі паняццямі тэорыі хімічных рэакцый: класіфікацыя, прыкметы і ўмовы працякання, цеплавы эффект, скорасць, неабарачальнасць і абарачальнасць рэакцый. Вам давядзецца высветліць характар залежнасці скорасці хімічнай рэакцыі ад прыроды і канцэнтрацыі рэагуючых рэчываў, тэмпературы, плошчы паверхні судакранання рэчываў і наяўнасці каталізатара. Вы атрымаеце ўяўленні аб стане раўнавагі ў абарачальных рэакцыях і ўмовах яе зрушвання.

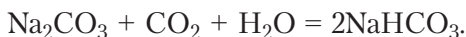
Найважнейшыя паняцці: класіфікацыя хімічных рэакцый, цеплавы эффект хімічнай рэакцыі, экса- і эндатэрмічныя рэакцыі, скорасць хімічнай рэакцыі, хімічная раўнавага.

§ 18. Класіфікацыя і агульныя характарыстыкі хімічных рэакцый

Хімічныя ператварэнні можна класіфікаваць па шэрагу крытэрыяў.

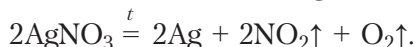
1. Па колькасці і саставу зыходных рэчываў і рэчываў, якія ўтвараюцца, адрозніваюць рэакцыі *злучэння, раскладання, замяшчэння і абмену*.

Рэакцыя злучэння — гэта хімічнае ператварэнне, у выніку якога з двух або больш рэчываў утвараецца адно новае рэчыва:



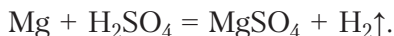
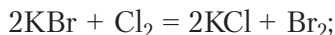
У рэакцыях злучэння могуць удзельнічаць як простыя, так і складаныя рэчывы, але прадуктамі з'яўляюцца толькі *складаныя рэчывы*.

Рэакцыя раскладання — гэта хімічнае ператварэнне, у выніку якога з аднаго складанага рэчыва ўтвараецца некалькі новых — *простых або складаных*:



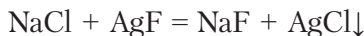
Раскладанню падвяргаюцца толькі складаныя рэчывы.

Рэакцыя замяшчэння — гэта хімічнае ператварэнне, у выніку якога атамы простага рэчыва замяшчаюць атамы аднаго з элементаў у складаным:

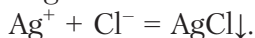


Рэакцыя абмену — гэта хімічнае ператварэнне, у выніку якога два складаныя рэчывы абменьваюцца сваімі састаўнымі часткамі.

Напрыклад:

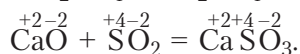
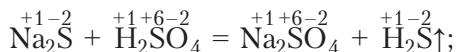


або ў іоннай форме, вядомай вам з 9-га класа:

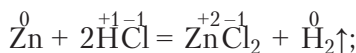


2. Па прыкмеце змянення ступеней акіслення атамаў у хімічных ператварэннях вылучаюць акісляльна-аднаўленчыя рэакцыі і рэакцыі без змянення ступені акіслення атамаў.

Рэакцыі абмену, некаторыя рэакцыі злучэння і раскладання працякаюць без змянення ступені акіслення атамаў:



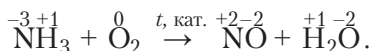
Рэакцыі замяшчэння, некаторыя рэакцыі раскладання і злучэння суправаджаюцца змяненнем ступеней акіслення атамаў:



Адзначым, што змяненнем ступеней акіслення атамаў суправаджаюцца амаль усе рэакцыі з удзелам простых рэчываў.

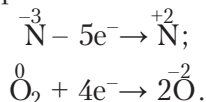
Акісляльна-аднаўленчыя рэакцыі ажыццяўляюцца за кошт пераходу электронаў ад атамаў адных элементаў да атамаў другіх, у выніку чаго і адбываецца змяненне ступеней акіслення. Пры гэтым лік электронаў, *аддадзеных адноўнікам*, роўны ліку электронаў, *прынятых акісляльнікам*. Гэтая роўнасць называецца, як вам вядома, *электронным балансам* і выкарыстоўваецца для расстаноўкі каэфіцыентаў ва ўраўненнях акісляльна-аднаўленчых рэакцый.

Прыклад 1. Расстаўце каэфіцыенты ва ўраўненні рэакцыі прамысловага атрымання аксіду азоту(II) з аміяку:

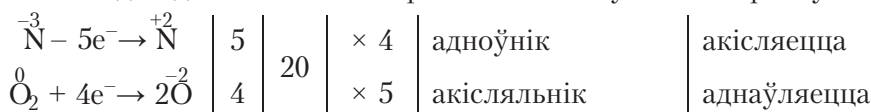


Рашэнне

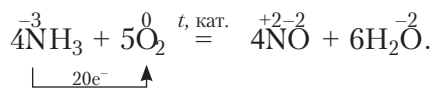
Як відаць са схемы, атам азоту N павышае ступень акіслення ад -3 да $+2$, значыць, страчвае 5 электронаў. Кожны з двух атамаў кіслароду O паніжае ступень акіслення ад 0 да -2 , такім чынам, двухатамная малекула кіслароду далучае 4 электроны:



Найменшае агульнае кратнае для лікаў 4 і 5 роўнае 20. Каэфіцыенты знаходзім дзяленнем кратнага на лік электронаў. Яны ўяўляюць сабой множнікі для дасягнення электроннага балансу 20 электронаў:



Расставім каэфіцыенты:



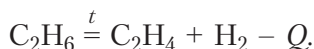
3. Па прыкмеце вылучэння або паглынання цеплаты хімічныя рэакцыі падзяляюць на *эксатэрмічныя* і *эндатэрмічныя*.

Эксатэрмічнымі называюць рэакцыі, якія суправаджаюцца вылучэннем цеплаты ў навакольнае асяроддзе.

Цеплату, якая вылучаецца, ва ўраўненні рэакцыі абазначаюць сімвалам Q са знакам плюс, паказваючы такім чынам, што сістэма перадае сваю энергію навакольнаму асяроддзю. Энергія можа перадавацца таксама ў выглядзе светлагага выпраменьвання або электрычнай энергіі. Звычайна эксатэрмічныя рэакцыі выкарыстоўваюць для атрымання цеплаты. Тыповы прыклад — рэакцыя гарэння метану:



Эндатэрмічнымі называюць рэакцыі, якія суправаджаюцца паглыннаннем цеплаты з навакольнага асяроддзя. Цеплату, што ўбывае, ва ўраўненні рэакцыі абазначаюць сімвалам Q са знакам мінус:

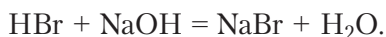
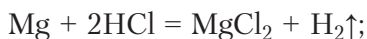
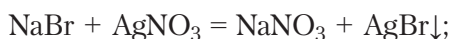


4. Па прыкмеце паўнаты ператварэння зыходных рэчываў у канчатковыя хімічныя рэакцыі дзеляць на *неабарачальныя* і *абарачальныя*.

Неабарачальнымі называюць хімічныя рэакцыі, якія працякаюць у дадзеных умовах з поўным ператварэннем хаця б аднаго з зыходных рэчываў у прадукты рэакцыі.

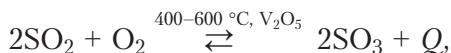
Калі рэагуючыя рэчывы ўзяты ў стэхіяметрычных колькасцях, то ўсе яны прарэагуюць цалкам у выпадку неабарачальнай хімічнай рэакцыі.

Да неабарачальных адносяцца рэакцыі з інтэнсіўным вылучэннем цеплаты (напрыклад, гарэння: $\text{C}_3\text{H}_8 + 5\text{O}_2 = 3\text{CO}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$), а таксама рэакцыі ў растворах з утварэннем маларастваральных ($\downarrow$), газападобных ($\uparrow$) рэчываў або рэчываў, якія мала дысацыпіруюць (напрыклад, вада):



Абарачальнымі называюць хімічныя рэакцыі, здольныя працякаць у дадзеных умовах адначасова ў прамым і зваротным напрамках. У ходзе абарачальнай рэакцыі зыходныя рэчывы ператвараюцца ў прадукты рэакцыі не цалкам таму, што адначасова з прадуктаў утвараюцца зыходныя рэчывы.

Ва ўраўненнях абарачальных рэакцый знак роўнасці замяняюць процілеглыя накіраванымі стрэлкамі. Напрыклад, абарачальныя рэакцыі атрымання аксіду серы(VI):



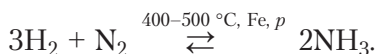
а таксама ўзаемадзеяння азоту з кіслародам, якое становіцца адчувальным толькі вышэй за $2000\text{ }^\circ\text{C}$ і працякае ў атмасферы пры разрадах маланкі.

5. Па ўмовах правядзення рэакцыі дзеляць на *каталітычныя* і *некаталітычныя*.

Каталітычныя рэакцыі працякаюць з удзелам каталізатараў.

Каталізатары — гэта рэчывы, якія паскараюць хімічныя рэакцыі, але не ўваходзяць у састаў прадуктаў ператварэнняў.

Каталізатар указваюць над знакам роўнасці або абарачальнасці рэакцыі, як правіла, з кароткімі пазначэннямі ўмоў яе працякання (t , p), напрыклад:



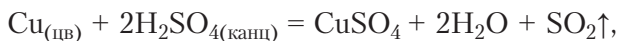
Многія рэакцыі працякаюць з дастатковай скорасцю толькі ў прысутнасці каталізатара. Так, вядома, што *чысты* пераксід вадароду ўстойлівы і раскладаецца пры $20\text{ }^\circ\text{C}$ са скорасцю, меншай за $0,5\%$ у год. Аднак пры наяўнасці малой колькасці прымесей, напрыклад злучэнняў медзі, жалеза, марганцу, себра, многіх арганічных рэчываў, пераксід вадароду няўстойлівы нават у разбаўленых растворах:



6. Па наяўнасці мяжы падзелу фаз вылучаюць рэакцыі *гамагенныя* і *гетэрагенныя*. Хімічныя рэакцыі, якія працякаюць ва ўсім аб'ёме аднароднага рэакцыйнага асяроддзя (напрыклад, у сумесі газаў, у растворы дзвюх солей у вадзе), называюць *гамагеннымі*. Напрыклад:

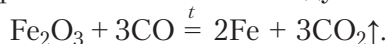


Рэакцыі, якія працякаюць на паверхні судакранання розных рэчываў у неаднародным асяроддзі, з'яўляюцца *гетэрагеннымі*. Такую паверхню называюць мяжой падзелу фаз, разумеючы пад фазай аднародную па саставе і ўласцівасцях частку сістэмы. Напрыклад, у рэакцыі медзі з канцэнтраванай сернай кіслотой, ураўненне якой:



цвёрдая медзь адзелена ад вадкай сернай кіслаты бачнай мяжой — паверхняй кавалачка медзі. З паверхні медзі падымаюцца бурбалкі газу — SO_2 . Гэтая рэакцыя з'яўляецца гетэрагеннай. Да гетэрагенных адносяць рэакцыі растварэння металаў і іх аксідаў у кіслотах, гарэнне цвёрдых рэчываў у кіслародзе, узаемадзеянне паміж кіслотнымі і асноўнымі аксідамі і інш.

У якасці прыкладу гетэрагеннай хімічнай рэакцыі можна прывесці высокатэмпературны працэс атрымання жалеза з аксіду жалеза Fe_2O_3 :



Гетэрагенныя хімічныя рэакцыі працякаюць на паверхні судакранання рэагуючых рэчываў.

Гамагеннымі называюць хімічныя рэакцыі, што працякаюць у аднародным асяроддзі ў адсутнасці паверхні судакранання розных рэчываў.

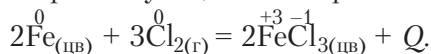


У шэрагу выпадкаў рэакцыі, што павольна працякаюць у растворах або ў пары, паскараюцца пры ўвядзенні цвёрдага каталізатара. Так, вядомая вам рэакцыя сінтэзу аміяку з азоту і вадароду паскараецца ў прысутнасці жалеза; V_2O_5 выкарыстоўваюць у рэакцыі акіслення SO_2 пры сінтэзе сернай кіслаты. Па прыкмеце наяўнасці мяжы падзелу фаз гэтыя рэакцыі адносяць да гетэрагенных, называючы іх рэакцыямі гетэрагеннага каталізу.

Прыклад 2. Дайце характарыстыку рэакцыі гарэння жалеза ў хлоры, якая працякае з утварэннем хларыду жалеза(III) і якая суправаджаецца інтэнсіўным вылучэннем цеплаты і святла.

Рашэнне

Складзём ураўненне рэакцыі і адзначым ступені акіслення атамаў, агрэгатны стан зыходных рэчываў і цеплавую эфект:



Такім чынам, гэта рэакцыя:

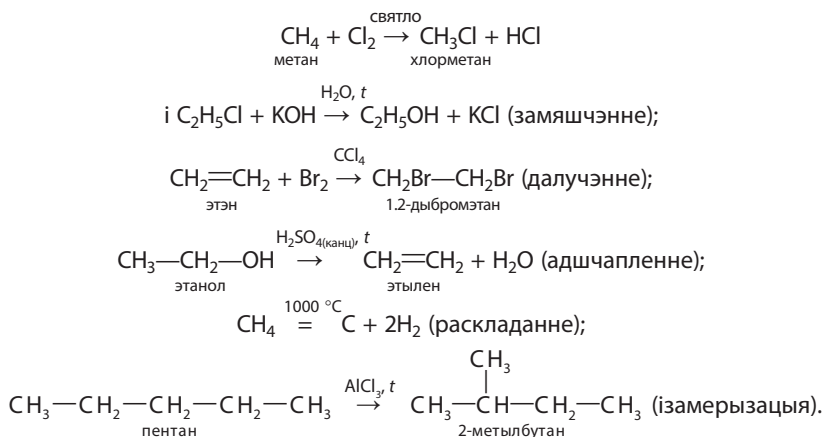
- 1) *злучэння*, паколькі з *двух* простых зыходных рэчываў — жалеза і хлору — утвараецца *адно* новае — складанае рэчыва хларыд жалеза(III);
- 2) *акісляльна-аднаўленчая*, паколькі ў ходзе рэакцыі змяняюцца ступені акіслення атамаў жалеза і хлору;
- 3) *экзатэрмічная*, таму што гарэнне суправаджаецца вылучэннем цеплаты;
- 4) *неабарачальная* як рэакцыя гарэння з інтэнсіўным вылучэннем цеплаты;
- 5) *некаталітычная*, паколькі працякае без каталізатара;
- 6) *гетэрагенная*, паколькі працякае на паверхні падзелу цвёрдага і газаванага рэчываў.



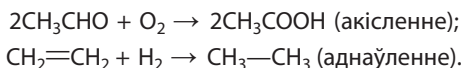
Класіфікацыя рэакцый у арганічнай хіміі

Пры класіфікацыі рэакцый у арганічнай хіміі адрозніваюць рэакцыі: *замышчэння* атама або груп атамаў у малекуле арганічнага злучэння; *далучэння* атамаў або груп атамаў да малекулы арганічнага злучэння; *адшчаплення* атамаў ад малекулы без разрыву сувязей C—C; *раскладання* як працэсу разрыву сувязей з утварэннем больш простых рэчываў; *ізамерызацыі* як працэсу змянення будовы малекулы з захаваннем яе саставу.

Прыкладамі могуць служыць наступныя ператварэнні:



Па прыкмеце *змянення ступеней* акіслення атамаў у малекуле арганічнага рэчыва, як і ў выпадку неарганічных рэчываў, адрозніваюць *рэакцыі акіслення* (з удзелам кіслароду, перманганату калію KMnO_4 , храмату і дыхрамату калію — K_2CrO_4 і $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ і інш.) і *рэакцыі аднаўлення* (з удзелам вадароду, LiAlH_4 і інш.):



Хімічныя рэакцыі характарызуюць:

- па ліку і саставе зыходных рэчываў і рэчываў, якія ўтвараюцца, (рэакцыі злучэння, раскладання, замяшчэння і абмену);
- па прыкмеце змянення ступеней акіслення атамаў у хімічных ператварэннях (акісляльна-аднаўленчыя рэакцыі і рэакцыі без змянення ступеней акіслення атамаў);
- па вылучэнні або паглыннанні цеплаты (экзатэрмічныя і эндатэрмічныя);
- па наяўнасці каталізатара (каталітычныя і некаталітычныя);
- па наяўнасці паверхні судакранання рэагентаў, так званай мяжы падзелу фаз (гетэрагенныя і гамагенныя рэакцыі).

Пытанні, заданні, задачы

1. Укажыце ўраўненні рэакцый злучэння, раскладання, замяшчэння і абмену:

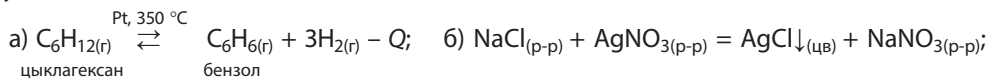
- а) $2\text{Ag}_2\text{O} = 4\text{Ag} + \text{O}_2\uparrow$; б) $\text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$;
 в) $\text{KOH} + \text{HF} = \text{KF} + \text{H}_2\text{O}$; г) $\text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$.

2. Якая з двюх прыведзеных рэакцый абарачальная?



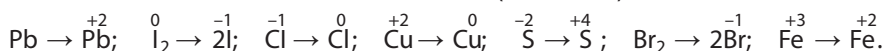
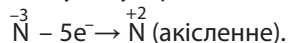
Дайце тлумачэнне.

3. Укажыце, гамагеннай або гетэрагеннай з'яўляецца кожная з рэакцый, паказаная ўраўненнем:

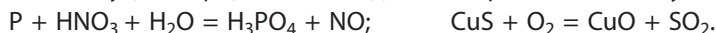


4. Складзіце ўраўненні рэакцый: а) абмену паміж MgO і HCl , $\text{Ca}(\text{OH})_2$ і H_2SO_4 ;
 б) замяшчэння паміж Zn і HCl , Zn і H_3PO_4 .

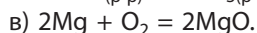
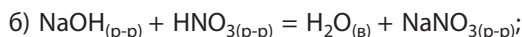
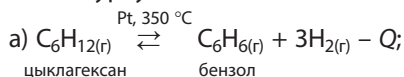
5. Дапоўніце схемы ператварэнняў па ўзоры:



6. Расстаўце каэфіцыенты метадам электроннага балансу:



7. Ахарактарызуйце па шасці вывучаных прыкметах класіфікацыі хімічныя рэакцыі, паказаныя ўраўненнямі:



8. Дакажыце, што рэакцыя нейтралізацыі не з'яўляецца акісляльна-аднаўленчай.

9. Дайце поўную характарыстыку рэакцыі паміж простымі рэчывамі, атамы якіх маюць электронную канфігурацыю $[\text{Ne}]3s^1$ і $[\text{He}]2s^22p^5$.

10. Разлічыце колькасць (моль) рэчыва і лік электронаў, якія прыйдуць ад адноўніка да акісляльніка пры поўным растварэнні ў сернай кіслаце алюмінію масай 2,7 г.

*Падрыхтуйце паведамленне «Акісляльна-аднаўленчыя працэсы ў прыродзе, тэхніцы, побыце».



§ 18.1

§ 19. Цеплавые эффекты химических реакций

Працяканне хімічных рэакцый заўсёды суправаджаецца вылучэннем або паглыннаннем энергіі.

Цеплавой эффект рэакцыі — гэта колькасць цеплаты Q , якая вылучыцца або будзе паглынута ў ходзе ператварэння, калі колькасці рэагентаў (моль) адпаведныя стэхіяметрычным каэфіцыентам ураўнення рэакцыі.

Ад чаго залежыць велічыня цеплавога эфекту хімічнай рэакцыі?

У ходзе хімічнай рэакцыі працякаюць два працэсы — разрыў хімічных сувязей у зыходных рэчывах і ўтварэнне новых сувязей у прадуктах рэакцыі. Разрыў хімічных сувязей заўсёды ідзе з затратай энергіі, суправаджаецца паглыннаннем цеплаты Q_1 і з'яўляецца *эндатэрмічным працэсам*. Утварэнне новых хімічных сувязей — *экзатэрмічны працэс*, што працякае з вылучэннем цеплаты Q_2 . Алгебраічная сума цеплавых эфектаў гэтых стадый уяўляе сабой агульны цеплавой эффект рэакцыі Q : $Q = Q_1 + Q_2$.

У якасці прыкладу вызначым значэнне цеплавога эфекту рэакцыі ўтварэння аксіду азоту(II) з простых рэчываў:

Ураўненне рэакцыі	N_2	+	O_2	=	2NO
Стэхіяметрычная колькасць	1 моль		1 моль		2 моль
Энергія сувязі	945 кДж/моль · 1 моль		494 кДж/моль · 1 моль		632 кДж/моль · 2 моль
Змяненне энергіі	Затрачана на разрыў сувязей 1439 кДж				Вылучылася пры ўтварэнні сувязей 1264 кДж

Прааналізуем запісы.

Пры разрыве сувязей $\text{N}\equiv\text{N}$ у 1 моль азоту і сувязей $\text{O}=\text{O}$ у 1 моль кіслароду паглынаецца адпаведна 945 кДж і 494 кДж цеплаты, у суме $Q_1 = -1439$ кДж.

Пры ўтварэнні сувязей у 1 моль NO вылучаецца 632 кДж, у разліку на 2 моль аксиду азоту(II) 1264 кДж, гэта значыць $Q_2 = 1264$ кДж.

Агульны цеплавой эфект рэакцыі Q роўны суме цеплавых эфектаў Q_1 і Q_2 :

$$Q = Q_1 + Q_2 = -1439 \text{ кДж} + 1264 \text{ кДж} = -175 \text{ кДж}.$$

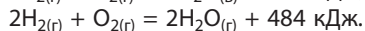
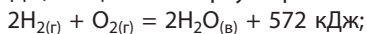
Адмоўнае значэнне цеплавога эфекту паказвае, што дадзеная рэакцыя з'яўляецца *эндатэрмічнай* і працякае ў адпаведнасці з *тэрмахімічным ураўненнем*:



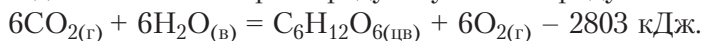
Тэрмахімічнымі называюць ураўненні, у якіх указаны значэнні цеплавых эфектаў.



Велічыня цеплавога эфекту рэакцыі залежыць ад аграгатага стану рэагентаў і прадуктаў, паколькі пры працяканні працэсаў плаўлення або параўтварэння траціцца цеплата навакольнага асяроддзя. Пры пераходзе з вадкага ў цвёрды стан, з пары ў вадкасць цеплата, наадварот, вылучаецца. Таму ў тэрмахімічных ураўненнях абавязкова паказваюць аграгаты стан: рэчыва (г) — газ; (в) — вадкасць; (цв) або (к) — цвёрдае або крышталічнае. Так, цеплавые эфекты рэакцыі згарання вадароду ў выпадку ўтварэння вады ў вадкім або газападобным стане адрозніваюцца на 88 кДж, бо цеплата параўтварэння вады складае 44 кДж/моль:



Для ажыццяўлення эндатэрмічных рэакцый неабходна пастаянна перадаваць сістэме энергію ў выглядзе цеплаты, электрамагнітнага выпраменьвання (святло, ультрафіялетавае выпраменьванне), электрычнасці і інш. Так, *эндатэрмічныя рэакцыі* або працякаюць пры высокіх тэмпературах (напрыклад, раскладанне карбанатаў, нітратаў і гідраксідаў шчолачназемельных металаў), або патрабуюць падвядзення электрычнай энергіі (электrolіз, утварэнне NO ў разрадзе навальніцы) ці энергіі святла (утварэнне азону ў атмасферы пад дзеяннем ультрафіялетавага выпраменьвання). Эндатэрмічным працэсам з'яўляецца фотасінтэз, у якім энергія сонечнага святла паглынаецца і назапашваецца ў выглядзе хімічнай энергіі прадуктаў — кіслароду і глюкозы:

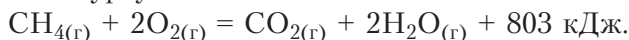


Экзатэрмічныя рэакцыі або не патрабуюць награвання, або для пачатку рэакцыі неабходна невялікае награванне: напрыклад, вадарод з фторам рэагуе імгненна, а для ўзаемадзеяння вадароду з кіслародам сумесь газаў трэба нагрэць.

Велічыня цеплавога эфекту рэакцыі вызначаецца эксперыментальна ў спецыяльным прыборы — каларыметры, ужо знаёмым вам па ўроках фізікі ў 8-м класе. Вынікі вымярэнняў прыводзяць да пэўных умоў. Звычайна гэта ціск 100 кПа і тэмпература 25 °С (298,15 К), што неабходна для параўнання і абагульнення эксперыментальных даных.

Разгледзім прыклады тэрмахімічных разлікаў.

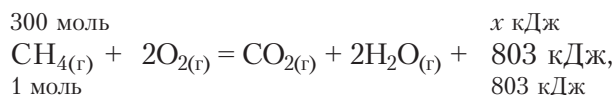
Прыклад 1. Разлічыце колькасць цеплаты, якая вылучаецца ў выніку поўнага згарання ў кіслародзе метану аб'ёмам 6,72 м³ (н. у.) у адпаведнасці з тэрмахімічным ураўненнем:



<i>Дадзена:</i> $V(\text{CH}_4) = 6,72 \text{ м}^3$	<i>Рашэнне</i> 1. Вылічым колькасць (моль) метану, які згарэў, прымаючы пад увагу, што 6,72 м ³ — гэта 6720 дм ³ :
$Q = ?$	

$$n(\text{CH}_4) = \frac{V(\text{CH}_4)}{V_m} = \frac{6720 \text{ дм}^3}{22,4 \text{ дм}^3/\text{моль}} = 300 \text{ моль.}$$

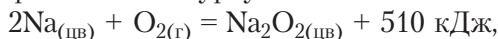
2. На аснове тэрмахімічнага ўраўнення маем:



$$\text{адкуль: } Q = \frac{300 \text{ моль} \cdot 803 \text{ кДж}}{1 \text{ моль}} = 240\,900 \text{ кДж} = 240,9 \text{ МДж.}$$

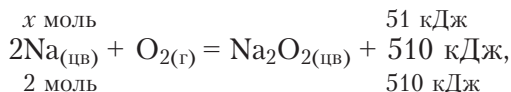
Адказ: $Q = 240,9 \text{ МДж.}$

Прыклад 2. Разлічыце масу натрыю, які згарэў у лішку кіслароду ў адпаведнасці з тэрмахімічным ураўненнем:



калі ў выніку рэакцыі вылучылася 51 кДж цеплаты.

<i>Дадзена:</i> $Q = 51 \text{ кДж}$	<i>Рашэнне</i> 1. Знойдзем колькасць натрыю, выкарыстоўваючы тэрмахімічнае ўраўненне рэакцыі:
$m(\text{Na}) = ?$	



$$\text{адкуль: } x = \frac{2 \text{ моль} \cdot 51 \text{ кДж}}{510 \text{ кДж}} = 0,2 \text{ моль.}$$

2. Вылічым масу натрыю:

$$m(\text{Na}) = n(\text{Na}) \cdot M(\text{Na}) = 0,2 \text{ моль} \cdot 23 \text{ г/моль} = 4,6 \text{ г.}$$

Адказ: $m(\text{Na}) = 4,6 \text{ г.}$

Метады каларыметрыі шырока прымяняюцца для вызначэння *цеплатворнай здольнасці* (цеплаты згарання) паліва. Значэнні *энергетычнай каштоўнасці ежы* (каларыйнасці) таксама заснаваны на вымярэнні цеплаты згарання прадукту ў каларыметры з улікам паправак, прынятых у дыеталогіі — навуцы аб правільным харчаванні.

Агульнапрынятай практыкай з'яўляецца прыблізны разлік каларыйнасці прадуктаў. Так, для вугляводаў і бялкоў каларыйнасць лічыцца роўнай прыкладна 4 ккал/г, а для тлушчаў — 9 ккал/г (1 ккал = 4,184 кДж). На прыкладзе даных некалькіх упаковок з прадуктамі харчавання пераканайцеся ў гэтым самастойна (мал. 46).

ЁГУРТ З МАСАВАЙ ДОЛЯЙ ТЛУШЧУ 2 % З ФРУКТОВЫМ НАПАЎНЯЛЬНІКАМ «ЛЯСНАЯ ЯГАДА»	
ПАЖЫЎНАЯ КАШТОЎНАСЦЬ 100 Г ПРАДУКТУ (СЯРЭДНЯЯ ЗНАЧЭННІ):	
Бялкі	2,3
Тлушч	2,0
Вугляводы	13,5
Энергетычная каштоўнасць (каларыйнасць)	352,8 кДж (83,5 ккал)
СТБ 1552, РЦ ВУ 200030514.634	

КЕФІР З МАСАВАЙ ДОЛЯЙ ТЛУШЧУ 2,5 %	
САСТАЎ: МАЛАКО НАРМАЛІЗАВАНАЕ ПАСТЭРЫЗАВАНАЕ З ВЫКАРЫСТАННЕМ ЗАКВАСКІ ПРЫГАТАВАНАЙ НА КЕФІРНЫХ ГРЫБКАХ. КОЛЬКАСЦЬ МАЛОЧНАКІСЛЫХ МІКРААРТАНІЗМАЎ, КУА У 1 Г ПРАДУКТУ НЕ МЕНШ ЯК $1 \cdot 10^6$. КОЛЬКАСЦЬ ДРАЖДЖОЎ НА КАНЕЦ ТЭРМІНУ ПРЫДАТНАСЦІ, КУА У 1 Г ПРАДУКТУ НЕ МЕНШ ЯК $1 \cdot 10^6$.	
ПАЖЫЎНАЯ КАШТОЎНАСЦЬ 100 Г ПРАДУКТУ (СЯРЭДНЯЯ ЗНАЧЭННІ):	
БЯЛКІ — 3,1 Г	ТЛУШЧЫ — 2,5 Г
ВУГЛЯВОДЫ — 4,0 Г	
ЭНЕРГЕТЫЧНАЯ КАШТОЎНАСЦЬ ПРАДУКТУ (КАЛАРЫЙНАСЦЬ): 100 Г ПРАДУКТУ :	
210 КДЖ (50 ККАЛ)	

Мал. 46. Этыкеткі з указаннем каларыйнасці

Тэрмахімічныя ўраўненні дазваляюць:

а) вызначыць колькасць цеплаты, якая вылучаецца або паглынаецца ў ходзе рэакцыі, калі вядомыя яе цеплавы эфект і колькасці (моль) удзельнікаў рэакцыі;

б) разлічыць колькасці (моль) рэчываў, якія ўступілі ў рэакцыю, калі вядома колькасць цеплаты, што вылучылася або паглынулася, і цеплавы эфект рэакцыі.

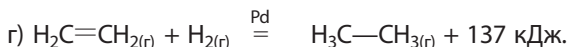
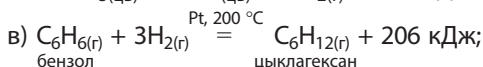
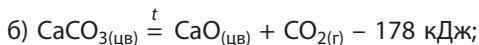
Хімічныя рэакцыі працякаюць з вылучэннем або паглыннаннем цеплаты.

Цеплавым эфектам хімічнай рэакцыі называюць колькасць цеплаты, якая вылучаецца або паглынаецца пры працяканні гэтай рэакцыі.

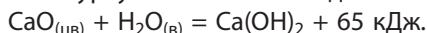
У тэрмахімічным ураўненні рэакцыі паказваюць агрэгатны стан усіх рэчываў і велічыню цеплавога эфекту рэакцыі.

Пытанні, заданні, задачы

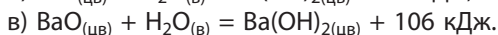
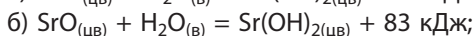
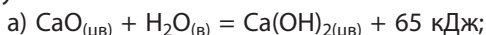
1. Укажыце ўраўненні экзатэрмічных і эндатэрмічных рэакцый:



2. Разлічыце колькасць цеплаты, якая вылучылася пры ўзаемадзеянні СаО колькасцю 0,2 моль з вадой. Тэрмахімічнае ўраўненне мае выгляд:



3. Рэакцыі аксідаў кальцыю, стронцыю і барыю з вадой апісваюць тэрмахімічнымі ўраўненнямі:



Няхай маса кожнага з аксідаў роўная 100 г. У выпадку якой з рэакцый вылучыцца найбольшая колькасць цеплаты?

4. Разлічыце аб'ём (н. у.) метану, які згарэў у кіслародзе, у адпаведнасці з тэрмахімічным ураўненнем: $\text{CH}_{4(\text{г})} + 2\text{O}_{2(\text{г})} = \text{CO}_{2(\text{г})} + 2\text{H}_2\text{O}_{(\text{г})} + 803 \text{ кДж}$, калі ў выніку рэакцыі вылучылася 80,3 кДж цеплаты.

5. Пры згаранні вугалю з утварэннем вуглякіслага газу вылучаецца вялікая колькасць цеплаты ў адпаведнасці з тэрмахімічным ураўненнем:



Разлічыце колькасць цеплаты, якая вылучылася пры атрыманні аксіду аб'ёмам 10 дм³ (н. у.).

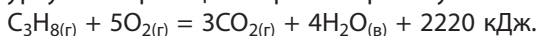
6. Вадкі пентан C_5H_{12} колькасцю 0,1 моль спалілі ў кіслародзе, у выніку чаго вылучылася 351 кДж цеплаты. Разлічыце цеплавы эффект дадзенай рэакцыі і складзіце яе тэрмахімічнае ўраўненне, калі вядома, што вада атрымана ў вадкім стане.

7. Цеплавы эффект рэакцыі згарання вугляроду да CO_2 роўны 394 кДж/моль, а цеплата згарання 1 моль пентану з утварэннем вады ў выглядзе пары складае 3245 кДж. Супастаўце колькасць цеплаты, якая вылучаецца пры згаранні вугляроду і пентану аднолькавай масы.

8. Рэакцыя ізамерызацыі *n*-пентану (газ) у 2-метылбутан (газ) працякае з вылучэннем 7,1 кДж/моль цеплаты. Складзіце тэрмахімічнае ўраўненне рэакцыі. Разлічыце колькасць пентану, які ўступіў у рэакцыю, калі вядома, што ў ходзе эксперыменту вылучылася 2,0 кДж цеплаты.

9. У выніку поўнага тэрмічнага раскладання ўзору аксіду серабра(І) вылучыўся кісларод аб'ёмам (н. у.) 6,72 дм³ і паглынулася 18,6 кДж цеплаты. Разлічыце цеплавы эффект дадзенай рэакцыі і складзіце яе тэрмахімічнае ўраўненне.

10. Тэрмахімічнае ўраўненне рэакцыі згарання прапану мае выгляд:



Колькі цеплаты вылучыцца пры згаранні прапану колькасцю 0,1 моль, калі прадуктам рэакцыі будзе вадзяная пара? Цеплата выпарэння вады складае 44 кДж/моль.

