Л. А. ЦВЯТКОЎ

Арганічная хімія



ПАДРУЧНІК
для сярэдняй
школы

Мінск 1965

Л. А. ЦВЯТКОЎ

АРГАНІЧНАЯ ХІМІЯ

ПАДРУЧНІК ДЛЯ СЯРЭДНЯЙ ШКОЛЫ

Зацверджан Міністэрствам асветы РСФСР

ВЫДАННЕ ТРЭЦЯЕ З ДРУГОГА РУСКАГА

ВЫДАВЕЦТВА «НАРОДНАЯ АСВЕТА»
МІНСК 1965

УВОДЗІНЫ

Арганічная хімія вывучае рэчывы, у састаў якіх уваходзіць вугляpод. Рэчываў, што змяшчаюць вугляpод, якія інакш называюць арганічнымі, вядома звыш двух мільёнаў, тады як неарганічных рэчываў налічваецца толькі каля 50 тысяч. Вугляpод, такім чынам, вылучаецца сярод усіх хімічных элементаў надзвычайнай разнастайнасцю сваіх злучэнняў.

Арганічныя рэчывы маюць выключна вялікае значэнне ў жыцці. Яны ёсць у саставе раслінных і жывёльных арганізмаў, у нашай ежы (хлебе, мясе, масле, алеі, агародніне), даюць матэрыялы для вырабу адзення (тканіны, скуры і да т. п.), утвараюць розныя віды паліва, выкарыстоўваюцца намі ў якасці лякарстваў, фарбавальнікаў і г. д.

Арганічныя рэчывы маюць некаторыя асаблівасці. Яны параўнальна лёгка раскладаюцца пры награванні, у большасці выпадкаў гаручыя, хімічныя рэакцыі ў іх адбываюцца звычайна больш павольна, чым у неарганічных рэчываў.

Аднак не існуе рэзкай грані паміж рэчывамі арганічнымі і неарганічнымі. Вокіслы вугляроду, вугальная кіслата, яе солі па наяўнасці вугляроду ў іх павінны лічыцца арганічнымі рэчывамі, але па ўласцівасцях яны бліжэй да неарганічных.

У састаў арганічных рэчываў, акрамя вугляроду, часцей за ўсё ўваходзяць вадарод, кісларод, азот; некалькі радзей — сера, фосфар, галагены, некаторыя металы.

Прыналежнасць рэчыва да арганічных лёгка вызначыць: пры награванні такое рэчыва апальваецца або згарае з утварэннем двухвокісу вугляроду.

Назва «арганічныя рэчывы» ўзнікла ў пачатку мінулага стагоддзя, калі многія вучоныя лічылі, што гэтыя рэчывы ствараюцца толькі жывымі арганізмамі пад дзеяннем асобай «жыццёвай сілы» і не могуць быць атрыманы штучным шляхам з неарганічных рэчываў. Гэта вучэнне аб «жыццёвай сіле», якое інакш называюць віталістычным (vita — жыццё), было ненавуковым, таму што грунтавалася на веры ў нейкія звышнатуральныя сілы.

Сваім сцверджаннем аб немагчымасці стварыць арганічныя рэчывы з неарганічных віталістычнае вучэнне тармазіла развіццё навукі. Але яно, вядома, не магло спыніць паступальнага працэсу пазнання прыроды.

У 1828 г. нямецкі вучоны Вёлер упершыню атрымаў з неарганічнага рэчыва арганічнае — мачавіну. У 1854 г. французскі хімік Бертэла штучным шляхам атрымаў тлушчы. У 1861 г. рускі вучоны А. М. Бутлераў упершыню сінтэзаваў цукрыстае рэчыва. Сінтэзаваць рэчывы, якія раней выпрацоўваліся толькі жывымі арганізмамі, пачалі хутка адно за адным. Рэакцыйнае, ідэалістычнае вучэнне аб «жыццёвай сіле» пацярпела паражэнне і было выгнана з навукі.

Цяпер сінтэзаваны не толькі многія арганічныя рэчывы, якія сустракаюцца ў прыродзе, але атрыманы і такія, якія ў прыродзе не сустракаюцца, як напрыклад пластмасы, розныя віды каўчуку, разнастайныя фарбавальнікі, выбуховыя рэчывы, лекавыя прэпараты і г. д. Хімія цяпер знаходзіцца на шляху да штучнага атрымання самых складаных рэчываў — бялкоў, і няма сумнення, што гэта будзе ажыццёўлена вучонымі.

Вывучэнне хіміі арганічных рэчываў пашырае нашы веды аб прыродзе, дае магчымасць глыбей зразумець законы яе развіцця і больш поўна выкарыстаць іх у інтарэсах чалавека. Складаючы аснову многіх вытворчасцей, арганічная хімія ў нашай краіне садзейнічае задавальненню патрэб насельніцтва, тэхнічнаму прагрэсу, стварэнню матэрыяльна-тэхнічнай базы камунізма.

РАЗДЗЕЛ I

ВУГЛЕВАДАРОДЫ. ТЭОРЫЯ ХІМІЧНАЙ БУДОВЫ АРГАНІЧНЫХ ЗЛУЧЭННЯЎ А. М. БУТЛЕРАВА

ГРАНІЧНЫЯ ВУГЛЕВАДАРОДЫ

Вывучэнне арганічных злучэнняў мы пачынаем з класа вуглевадародаў. Як паказвае назва, вуглевадароды складаюцца з двух хімічных элементаў — вугляроду і вадароду. Існуе некалькі груп (радоў) вуглевадародаў. Азнаёмімся спачатку з гранічнымі вуглевадародамі. Прасцейшым прадстаўніком іх з'яўляецца метан.

§ 1. МЕТАН

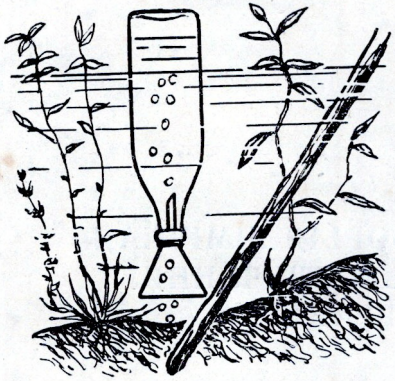
Фізічныя ўласцівасці і знаходжанне ў прыродзе. Хто не ведае цяпер аб прыродным газе, які выкарыстоўваецца ў якасці газападобнага паліва ў многіх гарадах і населеных пунктах нашай Радзімы? Асноўную састаўную частку прыроднага газу складае метан CH_4.

Метан — газ без колеру і паху, вельмі мала растваральны ў вадзе. Па грам-малекулярнай вазе газу (16 *г*) можна меркаваць, што метан амаль у 2 разы лягчэйшы за паветра.

Метан сустракаецца ў прыродзе не толькі ў выглядзе газавых залежаў. Напэўна, вы назіралі з'яўленне пузыркоў на паверхні забалочанага вадаёма, асабліва, калі дно балота паварушыць палкай (рыс. 1). Гэта — газ метан, які ўтварыўся пры раскладанні на дне вадаёма рэшткаў адміраючых раслін. Метан вылучаецца таксама ў працэсе ўтварэння каменнага вугалю і таму можа быць выяўлены ў каменнавугальных шахтах.

Хімічныя ўласцівасці. Метан гарыць на паветры бясколерным полымем з вылучэннем вялікай колькасці цеплыні.

Даследуючы прадукты гарэння, можна пераканацца ў наяўнасці вугляроду і вадароду ў метане. Падпалім газ, сабраны ў шкляным цыліндры. Пасля таго як гарэнне спыніцца, мы заўважым, што сценкі цыліндра ўнутры сталі вільготнымі. Прыльём затым у цыліндр крыху вапнавай вады — яна памутнее. З гэтых назіранняў вынікае, што пры гарэнні метану ўтвараюцца вада і двухвокіс вугляроду. Відаць, што вадарод і вуглярод, неабходныя для ўтварэння гэтых рэчываў, уваходзілі ў састаў метану:



Рыс. 1. Вылучэнне метану з дна балота.

$$CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O^1$$

Сумесь метану з кіслародам або паветрам пры падпальванні можа ўзрывацца. Найбольш моцны выбух атрымліваецца, калі змяшаць метан і кісларод у аб'ёмных суадносінах 1 : 2, таму што ў гэтым выпадку і метан і кісларод уступаюць у рэакцыю поўнасцю (гл. ураўненне). Аптымальныя адносіны аб'ёмаў пры выбуху метану з паветрам будуць 1 : 10. Выбух меншай сілы можа адбывацца і пры іншых аб'ёмных суадносінах газаў. Вось чаму небяспечны сумесі метану з паветрам у каменнавугальных шахтах, у заводскіх кацельнях, у лабараторыях, у кватэрах.

Пры моцным награванні (вышэй 1000° С) метан раскладаецца на элементы — вуглярод і вадарод:

$$CH_4 \rightarrow C + 2H_2$$

Гэта рэакцыя можа пацвердзіць малекулярную формулу рэчыва, таму што пры поўным раскладанні ўзятай колькасці метану ўтвараецца двайны аб'ём вадароду, што адпавядае вышэйпрыведзенаму ўраўненню (аб'ём вугляроду як цвёрдага рэчыва ў разлік не прымаецца).

Пры характарыстыцы хімічных уласцівасцей рэчыва заўсёды цікавяцца адносінамі яго да кіслот, шчолачаў, акісляльнікаў. На метан пры звычайных умовах гэтыя рэагенты не дзейнічаюць. Калі, напрыклад, прапускаць яго праз раствор марганцавакіслага калію $KMnO_4$, які з'яўляецца акісляльнікам, то фіялетавая афарбоўка раствору не знікае. Гэта паказвае на тое, што з мар-

[1] Пры складанні ўраўненняў рэакцый у арганічнай хіміі знак роўнасці звычайна замяняюць стрэлкай. Прычына гэтага будзе зразумета далей.

ганцавакіслым каліем не адбываецца змен, г. зн. ён не акісляе метану. Таксама не адбудзецца хімічнай рэакцыі, калі метан прапускаць праз канцэнтраваную серную кіслату або канцэнтраваны раствор шчолачы.

Не ўступае метан і ў звычайныя рэакцыі злучэння.

Для метану тыповая рэакцыя з хлорам. Калі сумесь гэтых газаў у закрытым шкляным цыліндры выставіць на рассеянае сонечнае святло (пры прамым сонечным асвятленні можа адбыцца выбух), то можна заўважыць паступовае аслабленне жоўта-зялёнай афарбоўкі хлору з прычыны ўзаемадзеяння яго з метанам. Рэакцыя ідзе ў некалькі стадый і можа быць паказана наступнымі ўраўненнямі:

$$CH_4 + Cl_2 \rightarrow CH_3Cl + HCl$$

Хлорысты метыл

$$CH_3Cl + Cl_2 \rightarrow CH_2Cl_2 + HCl$$

Хлорысты метылен

$$CH_2Cl_2 + Cl_2 \rightarrow CHCl_3 + HCl$$

Хлараформ

$$CHCl_3 + Cl_2 \rightarrow CCl_4 + HCl$$

Чатырохлорысты вугляpод

Тут, як бачым, адбываецца рэакцыя паслядоўнага *замяшчэння* ў метане атамаў вадароду атамамі хлору. Аднак такая рэакцыя некалькі адрозніваецца ад рэакцый замяшчэння ў неарганічнай хіміі. У чым, па-вашаму, заключаецца гэта адрозненне?

Працэс замяшчэння атамаў вадароду хлорам называецца рэакцыяй *хараванне*. У выніку рэакцыі хараванне ўтвараецца сумесь *хлоравытворных* метану. З гэтай сумесі могуць быць вылучаны асобныя рэчывы.

Прымяненне і атрыманне. Скарыстанне метану (прыроднага газу) у якасці паліва ў быце і на вытворчасці добра вядома. З гэтай мэтай ад месцанараджэнняў яго перадаюць па газаправодах да месц ужывання.

Рэакцыі гарэння метану і раскладання яго на элементы выкарыстоўваюцца ў вытворчасці сажы, неабходнай для вырабу друкарскай фарбы і рызінавых вырабаў з каўчуку. У спецыяльныя печы разам з метанам паступае паветра ў такой колькасці, каб магла згарэць толькі частка газу. Пад дзеяннем высокай тэмпературы, якая атрымліваецца пры гарэнні, другая частка газу раскладаецца, утвараючы сажу.

Рэакцыя хараванння выкарыстоўваецца для атрымання хлоравытворных метану — хлорыстага метылу, хлараформу і інш.

Хлорысты метыл CH_3Cl — газ. Як рэчыва, якое лёгка пераходзіць у вадкі, а з вадкага — зноў у газападобны стан, ён скарыстоўваецца ў якасці халадаагента ў халадзільных установах.

Хлараформ $CHCl_3$ — вадкасць з прытарна-салодкім пахам. З-за наркатычнага дзеяння (часовая страта прытомнасці пры ўдыханні пары) скарыстоўваўся пры хірургічных аперацыях; цяпер ён замяняецца іншымі, больш бясшкоднымі рэчывамі.

Чатыроххлорысты вугляród CCl_4 — негаручая вадкасць, цяжэйшая за ваду. Часта выкарыстоўваецца ў якасці растваральніка тлушчаў, смол і да т. п. Скарыстоўваецца для тушэння агню, таму што цяжкая негаручая пара гэтага рэчыва хутка ізалюе прадмет, які гарыць, ад кісларoду паветра.

У якасці пабочнага прадукту рэакцыі хларавання метану ўтвараецца многа хлорыстага вадароду (гл. ураўненні). Раствараючы яго ў вадзе, атрымліваюць саляную кіслату.

Метан можна атрымаць хімічным спосабам шляхам награвання вугляроду з вадародам да 500° С у прысутнасці парашкападобнага нікелю ў якасці каталізатара:

$$C + 2H_2 \rightarrow CH_4$$

Гэта рэакцыя цікавая тым, што паказвае, як шляхам сінтэзу атрымаць прасцейшае арганічнае рэчыва — вуглевадарод з элементаў. Але прамысловага значэння яна не мае, таму што для выкарыстання ў якасці паліва і хімічнай сыравіны прырода дае нам метан у невычэрпных колькасцях у выглядзе прыроднага газу.

Пытанні і практыкаванні

1. Ахарактарызуйце: а) фізічныя ўласцівасці, б) хімічныя ўласцівасці, в) скарыстанне метану. Напішыце ўраўненні рэакцый.
2. Вылічыце шчыльнасць метану: а) па вадароду, б) па паветру.
3. Ведаючы колькасць кісларoду ў паветры, зрабіце разлік, які пацвярджае, што аптымальныя адносіны аб'ёмаў газаў пры выбуху метану з паветрам будуць 1 : 10.
4. Як доследным шляхам можна адрозніць метан ад вадароду?
5. Бром дзейнічае на метан таксама, як хлор. Складзіце ўраўненні рэакцый паслядоўнага браміравання метану.
6. Колькі літраў двухвокісу вугляроду (вымеранага пры н. у.) утвараецца пры згаранні 5 *г-моль* метану?
7. Ёдаформ — крышталічнае рэчыва жоўтага колеру, якое ўжываецца ў медыцыне ў якасці антысептыка, — мае састаў такі ж, як і хлараформ. Складзіце формулу ёдаформу.

Практычнае заданне

Збярыце ў забалочаным вадаёме метан для школьнай лабараторыі спосабам, паказаным на рысунку 1 (не дапускаць сумесі з паветрам).

§ 2. ВУГЛЕВАДАРОДЫ РАДА МЕТАНУ

Акрамя метану, у прыродзе ёсць іншыя вуглевадароды, падобныя да яго па саставу і ўласцівасцях. Гэта этан C_2H_6, прапан C_3H_8, бутан C_4H_{10} і г. д. (табл. 1). Разам з метанам яны знаходзяцца ў прыродным газе і нафце.

Разглядаючы састаў гэтых вуглевадародаў, мы заўважаем, што кожны наступны член рада адрозніваецца ад папярэдняга па саставу малекул на групу атамаў CH_2. Састаў усіх гэтых рэчываў можна паказаць адной агульнай формулай. Калі колькасць атамаў вугляроду ў малекуле прыняць за n, то колькасць атамаў вадароду ў такім выпадку будзе $2n + 2$, а агульная формула C_nH_{2n+2}.

Прасачыце па табліцы, як змяняюцца фізічныя ўласцівасці рэчываў з павелічэннем колькасці атамаў у малекулах. Вы заўважыце паслядоўнае ўзрастанне іх тэмператур плаўлення і кіпення. Першыя чатыры члены рада (ад C_1 да C_5) пры звычайных умовах — газы; наступныя адзінаццаць рэчываў (C_5—C_{15}) — вадкасці; пачынаючы з вуглевадароду саставу $C_{16}H_{34}$ — цвёрдыя рэчывы.

Табліца 1

Вуглевадароды рада метану

Вуглевадароды	Формула	Тэмпература плаўлення (у °С)	Тэмпература кіпення (у °С)
Метан	CH_4	—182	—162
Этан	C_2H_6	—183	— 89
Прапан	C_3H_8	—187	— 42
Бутан	C_4H_{10}	—138	— 0,5
Пентан	C_5H_{12}	—130	+ 36
Гексан	C_6H_{14}	— 95	+ 69
Гептан	C_7H_{16}	— 91	+ 98
Актан	C_8H_{18}	— 57	+126
Нанан	C_9H_{20}	— 54	+ 151
Дэкан	$C_{10}H_{22}$	— 30	+174
і г. д.			

З утварэннем новых рэчываў у выніку колькасных змяненняў мы сустракаемся ў хіміі заўсёды. Успомніце, напрыклад, адрозненні ў саставе малекул і ўласцівасцях кісларoду і азону, вокіслаў азоту, вокісу і двухвокісу вугляроду і г. д. Гэта з'ява асабліва ярка праяўляецца на прыкладзе вуглевадародаў. Ф. Энгельс даў азначэнне хіміі як навуцы «**аб якасных змяненнях цел, якія адбываюцца пад уплывам змен колькаснага саставу**».

Адрозніваючыся па фізічных уласцівасцях, этан, прапан, бутан і іншыя вуглевадароды падобны да метану па хімічных уласцівасцях. Як метан, яны пры звычайных умовах устойлівыя да дзеяння шчолачаў, кіслот, акісляльнікаў і не ўступаюць у рэакцыі злучэння з іншымі рэчывамі. Пры моцным награванні вуглевадароды раскладаюцца, напрыклад:

$$C_2H_6 \rightarrow 2C + 3H_2$$

Пры падпальванні на паветры яны гараць:

$$C_3H_8 + 5O_2 \rightarrow 3CO_2 + 4H_2O$$

Хлор паслядоўна замяшчае ў іх атамы вадароду, напрыклад:

$$C_2H_6 + Cl_2 \rightarrow \underset{\text{Хлорысты этыл}}{C_2H_5Cl} + HCl$$ і г. д.

Вуглевадароды рада метану, як і сам метан, выкарыстоўваюцца ў якасці гаручых рэчываў і як хімічная сыравіна для атрымання многіх іншых арганічных злучэнняў.

Пытанні і практыкаванні

8. Складзіце формулы вуглевадародаў рада метану, у малекулах якіх заўсёды змяшчаецца: а) 18 атамаў вугляроду, б) 21 атам вугляроду, в) 28 атамаў вадароду.

9. Складзіце ўраўненні: а) раскладання прапану на элементы пры моцным награванні, б) дзвюх-трох стадый рэакцыі хларавання прапану.

10. Складзіце ўраўненне рэакцыі гарэння бутану і вылічыце: а) колькі літраў кісларода расходуецца на спальванне 58 *кг* бутану, б) колькі літраў двухвокісу вугляроду пры гэтым утвараецца (пры н. ў.).

§ 3. ТЭОРЫЯ ХІМІЧНАЙ БУДОВЫ АРГАНІЧНЫХ ЗЛУЧЭННЯЎ А. М. БУТЛЕРАВА

Некаторыя арганічныя рэчывы былі вядомы чалавеку і выкарыстоўваліся яшчэ ў глыбокай старажытнасці (воцатная кіслата, вінны спірт, алей, крухмал, фарбуючыя рэчывы і некаторыя іншыя). Аднак хуткі рост арганічнай хіміі як навукі пачаўся толькі ў XIX ст., калі пад уплывам развіваўшайся вытворчасці было адкрыта і даследавана многа новых арганічных рэчываў.

У выніку гэтых адкрыццяў з'явіліся факты, якія нельга было растлумачыць на аснове вядомых у той час хімічных тэорый.

У 50-х гадах мінулага стагоддзя ў навуку ўвайшло паняцце аб валентнасці хімічных элементаў. Нямецкім вучоным Кекуле была ўстаноўлена чатырохвалентнасць вугляроду. Але здавала-

ся, валентнасць элементаў парушаецца ў многіх арганічных злучэннях. Паспрабуйце, напрыклад, вызначыць валентнасць вугляроду ў этане C_2H_6 або прапане C_3H_8 спосабам, вядомым вам з неарганічнай хіміі. У вас атрымаецца дзіўны вынік — вугляpод у этане будзе трохвалентным $\left(\frac{6}{2}\right)$, а ў прапане — будзе мець нават дробную валентнасць $\left(\frac{8}{3}\right)$.

Узнікалі і такія пытанні: чым тлумачыцца павелічэнне саставу малекул у радзе вуглевадародаў усякі раз толькі на адзін атам вугляроду і два атамы вадароду; якая прычына разнастайнасці арганічных злучэнняў; чаму іменна вугляpод, а ніякі іншы элемент, утварае столькі злучэнняў? З'явіліся і такія незразумелыя факты, як існаванне рэчываў зусім аднолькавага саставу, якія маюць, такім чынам, адну і тую ж малекулярную формулу, але вельмі адрозніваюцца па ўласцівасцях.

Усе гэтыя і многія іншыя пытанні растлумачыла тэорыя, створаная ў 60-х гадах мінулага стагоддзя вялікім рускім хімікам Аляксандрам Міхайлавічам Бутлераўым.

Прааналізаваўшы шматлікія навуковыя даныя, А. М. Бутлераў прыйшоў да вываду, што тлумачэнне многім фактам, якія накапіліся, трэба шукаць у будове малекул з атамаў. Насуперак думцы іншых вучоных, якія не надавалі значэння будове малекул і нават лічылі немагчымым для навукі вызначыць яе, А. М. Бутлераў даказваў поўную пазнавальнасць гэтай будовы і сцвярджаў, што толькі ўяўленні аб унутранай будове малекул могуць вывесці навуку з тупіка і ўзброіць яе тэорыяй для далейшага паспяховага развіцця.

Вучэнне аб будове малекул з атамаў, развітае А. М. Бутлераўым, атрымала назву тэорыі хімічнай будовы.

Асноўныя палажэнні тэорыі хімічнай будовы можна сфармуляваць так:

1. *У малекулах атамы размяшчаюцца не беспарадкава, яны злучаны адзін з адным у пэўнай паслядоўнасці згодна з іх валентнасцю.*

2. *Уласцівасці рэчываў залежаць не толькі ад таго, якія атамы і ў якой колькасці ўваходзяць у састаў малекул, але і ад таго, у якім парадку злучаны гэтыя атамы.*

Разгледзім на прыкладзе вуглевадародаў першае з гэтых палажэнняў.

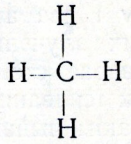
У якой паслядоўнасці злучаны атамы ў малекуле прасцейшага вуглевадароду — метану? Мы ўжо ведаем з неарганічнай хіміі, што кожны атам вадароду ў ім злучан з атамам вугляроду. Лёгка зразумець, што інакш і быць не можа. Калі, напрыклад, дапусціць, што якія-небудзь два атамы вадароду злучаны адзін з адным непасрэдна, то, вычарпаўшы пры гэтым сваю валентнасць, яны ўжо не змогуць злучыцца з іншымі атамамі. Чатыры атамы вадароду



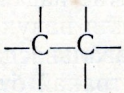
Аляксандр Міхайлавіч Бутлераў (1828—1886).

могуць злучыцца ў малекулу CH_4 толькі пры дапамозе чатырохвалентнага атама вугляроду.

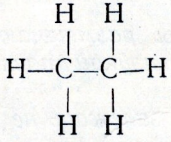
Абазначаючы валентнасць элементаў умоўна рысачкамі, мы павінны будзем так паказаць парадак сувязі атамаў у малекуле метану:



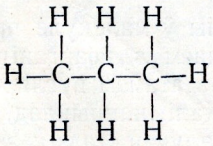
Каб у малекуле этану ўсе атамы вугляроду і вадароду былі злучаны ў адну часцінку, відаць, атамы вугляроду павінны быць звязаны паміж сабой:

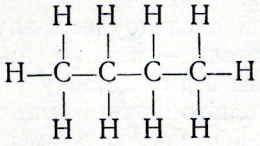


Вугляродныя атамы ў такой малекуле, затраціўшы на ўзаемнае злучэнне па адной адзінцы валентнасці (з чатырох адзінак, якія ёсць у кожнага атама), маюць яшчэ па тры свабодныя адзінкі валентнасці, за кошт якіх яны і ўтрымліваюць 6 атамаў вадароду:



У малекулах прапану C_3H_8 і бутану C_4H_{10} атамы злучаны, відаць, у такой паслядоўнасці:





Аналагічна пабудаваны і малекулы іншых вуглевадародаў, з якімі мы знаёміліся.

Ведаючы будову вуглевадародаў, вы цяпер і самі можаце адказаць на некаторыя з тых пытанняў, якія хвалявалі ў свой час вучоных.

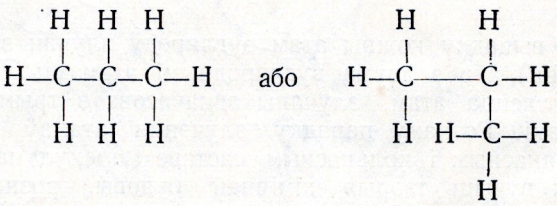
Ці парушаецца валентнасць элементаў у разгледжаных злучэннях? Не, вуглярод усюды застаецца чатырохвалентным. Чым тлумачыцца пастаянная рознасць у саставе малекул вуглевадародаў? Тым, што пры пераходзе ад аднаго члена рада да другога ланцуг атамаў усякі раз падоўжваецца на звяно CH_2. У чым можна бачыць прычыну разнастайнасці арганічных злучэнняў? Відаць, у асобай уласцівасці атамаў вугляроду злучацца адзін з адным у ланцугу.

Ведаючы будову вуглевадародаў, лёгка зразумець і падабенства іх хімічных уласцівасцей, у прыватнасці прычыну таго, чаму ім не ўласцівы рэакцыі далучэння іншых рэчываў. У малекулах гэтых рэчываў усе адзінкі валентнасці вугляродных атамаў выкарыстаны цалкам: яны *гранічна насычаны* атамамі вадароду. У сувязі з гэтым дадатковае далучэнне атамаў да вугляроду ўжо немагчыма, магчыма толькі замяшчэнне атамаў вадароду, напрыклад атамамі хлору, або разбурэнне малекулы. Вось чаму разгледжаныя намі вуглевадароды называюцца *гранічнымі* або *насычанымі вуглевадародамі*. Іх называюць яшчэ *парафінамі* (parum affinis — мала роднасці).

Рэчывы, якія падобны па будове і хімічных уласцівасцях і адрозніваюцца адзін ад аднаго па саставу малекул на адну або некалькі груп атамаў CH_2, называюцца *гамолагамі* і ўтвараюць гамалагічны рад. Разгледжаныя намі вуглевадароды — метан, этан, прапан, бутан і г. д.— гамолагі; яны ўтвараюць *гамалагічны рад гранічных вуглевадародаў,* або парафінаў. Група атамаў CH_2 называецца *гамалагічнай рознасцю.*

Хімічныя формулы, у якіх паказан парадак злучэння атамаў у малекулах, называюцца **структурнымі формуламі,** або **формуламі будовы.**

Трэба мець на ўвазе, што структурныя формулы паказваюць толькі паслядоўнасць злучэння атамаў, але не паказваюць, як атамы размешчаны ў прасторы. Таму, як бы мы ні паказалі формулу прапану:



гэта будзе адно і тое ж рэчыва, таму што парадак, паслядоўнасць злучэння атамаў тут не змяняецца.

Структурныя формулы рэчываў часта паказваюць у скарочаным выглядзе, напрыклад $CH_3—CH_2—CH_3$. У такіх формулах рысачкі абазначаюць сувязь атамаў вугляроду паміж сабой, але не паказваюць сувязі паміж атамамі вугляроду і вадароду.

Пытанні і практыкаванні

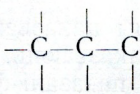
11. Раскажыце аб асноўных палажэннях тэорыі хімічнай будовы; растлумачце на прыкладах першае з гэтых палажэнняў.
12. Якія рэчывы называюцца гамолагамі? Прывядзіце агульную формулу вуглевадародаў гамалагічнага рада метану. Чаму метан і яго гамолагі называюцца гранічнымі вуглевадародамі?
13. Пакажыце на прыкладах, як змяняюцца фізічныя ўласцівасці рэчываў ў гамалагічным радзе гранічных вуглевадародаў.
14. Які гамолаг метану мае шчыльнасць, прыкладна роўную шчыльнасці паветра?
15. Складзіце структурныя формулы гранічных вуглевадародаў, у малекулах якіх змяшчаецца: а) 5 атамаў вугляроду, б) 16 атамаў вадароду. Назавіце гэтыя вуглевадароды.
16. Якія з рэчываў, формулы якіх тут прыведзены, з'яўляюцца гамолагамі метану: C_2H_4; C_3H_8; $C_{10}H_{22}$; C_6H_6; $C_{12}H_{24}$?

§ 4. ІЗАМЕРЫЯ

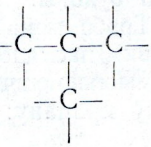
Разгледзім цяпер другое палажэнне тэорыі хімічнай будовы: як парадак злучэння атамаў робіць уплыў на ўласцівасці рэчываў.

Вывучаючы будову малекул вуглевадародаў, А. М. Бутлераў прыйшоў да вываду, што ў гамолагаў метану, пачынаючы з бутану, магчымы розны парадак злучэння атамаў пры адной і той жа малекулярнай формуле.

Так, у бутане C_4H_{10} магчыма дваякае размяшчэнне атамаў вугляроду: у выглядзе прамога ланцуга

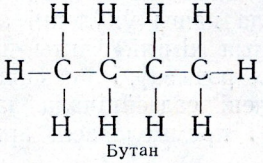


і разгалінаванага ланцуга

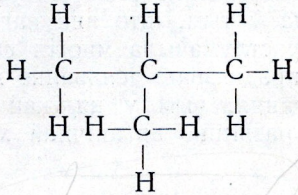


У першым выпадку кожны атам вугляроду злучан з адным (калі ён крайні) або з двума вугляроднымі атамамі; у другім выпадку з'яўляецца атам, злучаны адначасова з трыма вугляроднымі атамамі. Рознаму парадку злучэння атамаў пры адным і тым жа якасным і колькасным саставе малекул павінны адпавядаць, як вучыць тэорыя хімічнай будовы, розныя рэчывы. Калі гэта тэорыя правільная, павінны існаваць два бутаны, якія адрозніваюцца па сваёй будове і ўласцівасцях. Паколькі ў той час быў вядомы адзін бутан, А. М. Бутлераў зрабіў спробу сін-

тэзаваць бутан іншай будовы. Атрыманае ім рэчыва мела той жа састаў C_4H_{10}, але іншыя ўласцівасці, напрыклад больш нізкі пункт кіпення. У адрозненне ад бутану новае рэчыва атрымала назву ізабутану (грэчаскае слова «ізас» абазначае роўны).



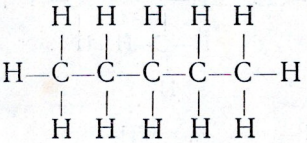
Бутан

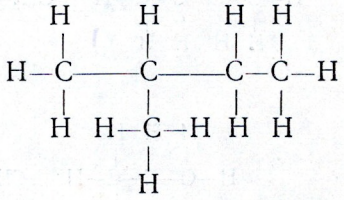


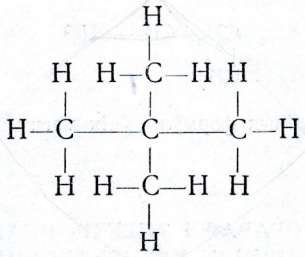
Ізабутан

Рэчывы, якія маюць аднолькавы састаў і аднолькавую малекулярную вагу, але розную будову малекул і маюць таму розныя ўласцівасці, называюцца *ізамерамі*.

Разглядаючы магчымую будову пентану, А. М. Бутлераў прыйшоў да вываду, што ён павінен існаваць у выглядзе трох ізамераў. Усе гэтыя ізамеры былі атрыманы:







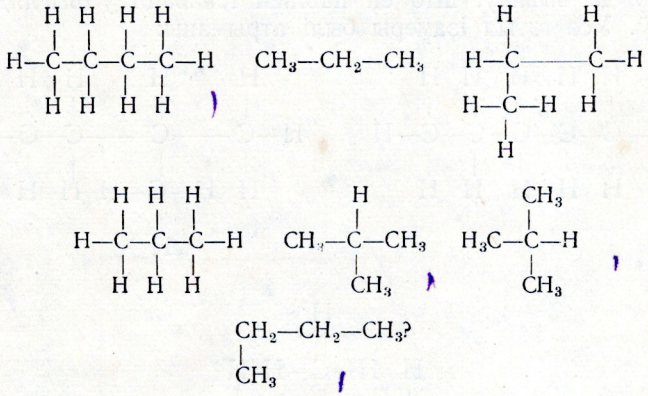
У наступных членаў гамалагічнага рада колькасць ізамераў хутка ўзрастае: у гексану C_6H_{14} магчыма 5 ізамераў, у дэкану $C_{10}H_{22}$ — 75, у тэтрадэкану $C_{14}H_{30}$ — 1858 і г. д.

Прыклады ізамерыі, г. зн. існавання розных рэчываў зусім аднолькавага саставу, як адзначалася, былі вядомы і раней. Але толькі тэорыя хімічнай будовы, раскрыўшы парадак злучэння атамаў у малекулах, дала пераканаўчае тлумачэнне гэтай з'явы.

З кожным годам у навуцы збіралася ўсё больш і больш доказаў, якія пацвярджалі сапраўднасць тэорыі хімічнай будовы. Паступова яна заваявала ўсеагульнае прызнанне вучоных і вось ужо на працягу стагоддзя з'яўляецца асноўнай тэорыяй арганічнай хіміі. Велізарнае навуковае значэнне гэтай тэорыі заключаецца ў тым, што яна паглыбіла нашы ўяўленні аб будове рэчыва, растлумачыла многія сабраныя хіміяй факты, дала магчымасць прадказваць існаванне новых рэчываў і ўказала спосабы іх атрымання, чым у вялікай ступені садзейнічала далейшаму хуткаму развіццю арганічнай хіміі і прамысловасці арганічнага сінтэзу.

Пытанні і практыкаванні

17. Растлумачце на прыкладах палажэнне тэорыі хімічнай будовы аб залежнасці ўласцівасцей рэчываў ад іх хімічнай будовы.
18. Якія рэчывы называюцца ізамерамі?
19. Колькі рэчываў паказана наступнымі структурнымі формуламі:



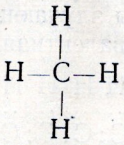
20. Складзіце структурныя формулы ўсіх магчымых ізамераў, якія маюць формулу C_6H_{14}.

§ 5. ПРАСТОРАВАЯ І ЭЛЕКТРОННАЯ БУДОВА ГРАНІЧНЫХ ВУГЛЕВАДАРОДАЎ

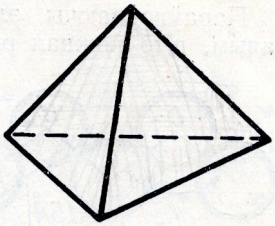
Структурныя формулы рэчываў, як зазначалася, перадаюць толькі парадак, або паслядоўнасць, злучэння атамаў адзін з адным, але не даюць уяўлення аб прасторавай будове малекул. У сапраўднасці малекулы рэчываў не маюць такой плоскай будовы, якая па непазбежнасці паказваецца структурнымі формуламі на паперы.

Якое ж прасторавае размяшчэнне атамаў у малекулах вуглевадародаў?

Звернемся спачатку да малекулы метану:

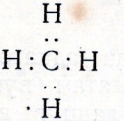


У сапраўднасці яна нагадвае прасторавую фігуру — тэтраэдр (рыс. 2), у цэнтры якога знаходзіцца атам вугляроду, а ў чатырох вяршынях — атамы вадароду. Мадэль малекулы метану паказана на рысунку 3. Як бачым, атамы вадароду ў ёй не аддзелены ад атама вугляроду прамежкамі, як мы аддзяляем іх у формулах рысачкамі, а непасрэдна мяжуюцца з ім.

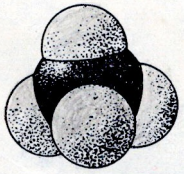


Рыс. 2. Тэтраэдр.

Каб зразумець гэта, звернемся да электроннай будовы малекулы. Паколькі вугляpод і вадарод не з'яўляюцца элементамі, рэзка супрацьлеглымі па хімічных уласцівасцях (абодва яны неметалы), электроны пры іх злучэнні не пераходзяць поўнасцю ад адных атамаў да другіх, а становяцца агульнымі, утвараючы электронныя пары. Так устанаўліваецца кавалентная сувязь:



У выніку ў атама вугляроду ўтвараецца васьміэлектронная абалонка, а ў атамаў вадароду — двухэлектронныя, для іх таксама завершаныя абалонкі.



Рыс. 3. Мадэль малекулы метану.

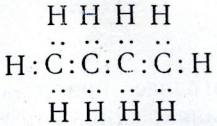
Электронныя пары, натуральна, могуць утварацца толькі ў тым выпадку, калі атамы не аддзелены адзін ад аднаго прамежкамі, а непасрэдна мяжуюцца. Больш таго, электронныя пары як бы сцягваюць атамы, так што адлегласць паміж іх ядрамі становіцца меншая за суму атамных радыусаў.

У выніку такога сцягвання атамы робяцца нібы сплюшчанымі і малекула набывае выгляд, паказаны на рысунку 3.

Разгледзім цяпер электронную і прасторавую будову іншых вуглевадародаў. Тут перш за ўсё ўзнікае пытанне аб тым, як звязаны паміж сабой атамы вугляроду, таму што сувязі атамаў вугляроду і вадароду ў гэтых злучэннях маюць, відаць, такі ж кавалентны характар, як і ў метане.

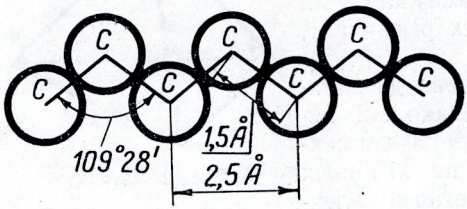
Паколькі атамы вугляроду маюць па чатыры валентныя электроны, параўнальна недалёка аддаленыя ад ядра, уласцівасць

аддаваць і далучаць электроны ў іх выражана прыкладна аднолькава. Таму, калі такія атамы злучаюцца адзін з адным, паміж імі таксама ўстанаўліваецца кавалентная сувязь, напрыклад:



Электронная формула бутану

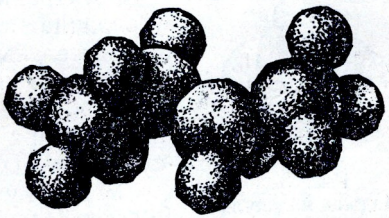
Параўноўваючы электронныя і структурныя формулы, мы бачым, што кожная рысачка ў структурнай формуле арганічнага рэчыва абазначае пару электронаў, якая звязвае тыя або іншыя атамы ў малекуле.



Рыс. 4. Схема будовы вугляроднага ланцуга (Å — ангстрэм — адзінка даўжыні, роўная адной дзесяцімільённай долі міліметра).

Як жа размешчаны прасторава атамы ў малекулах вуглевадародаў? Каб зразумець гэта, звернем увагу, што валентныя сувязі атама вугляроду накіраваны да вяршынь тэтраэдра (рыс. 3); яны, такім чынам, размешчаны пад некаторым вуглом адзін да аднаго (109°28′). Гэтыя напрамкі захоўваюцца і тады, калі атам вугляроду злучаецца з іншымі такімі ж атамамі. Таму ланцуг вугляродных атамаў утварае не прамую лінію, а зігзагападобную (рыс. 4). На рысунку 5 паказана мадэль малекулы бутану, зробленая з пластыліну.

Далей мы будзем карыстацца пераважна структурнымі формуламі рэчываў. Пры гэтым будзем мець на ўвазе, што яны перадаюць толькі парадак злучэння атамаў, што ў сапраўднасці атамы размешчаны не ў адной плоскасці, а ў прасторы і вугляродныя атамы ўтвараюць не прамую лінію, а зігзаг, валентныя ж рысачкі абазначаюць электронныя пары, якія ажыццяўляюць хімічную сувязь атамаў.



Рыс. 5. Мадэль малекулы бутану, зробленая з пластыліну (работа вучня).

Пытанні і практыкаванні

21. Як на аснове электроннай тэорыі растлумачыць здольнасць атамаў вугляроду злучацца адзін з адным у ланцугу?

22. Чаму атамы вугляроду ў малекулах вуглевадародаў размешчаны зігзагападобна, а не па прамой лініі?

23. Напішыце электронныя формулы: а) пентану, б) ізабутану.

Практычнае заданне

Зрабіце дома з пластыліну або іншага матэрыялу мадэлі малекул: а) метану, б) прапану, в) усіх ізамерных пентанаў, аналагічныя паказанай на рысунку 5.

§ 6. ВУГЛЕВАДАРОДНЫЯ РАДЫКАЛЫ

Згодна са структурнай тэорыяй не могуць існаваць вуглевадароды саставу CH_2, CH_3, C_2H_5, таму што ў малекулах такіх рэчываў не была б поўнасцю выкарыстана валентнасць вугляроду. Сапраўды, у прыродзе не знойдзены рэчывы такога саставу.

Аднак падобныя часцінкі з'яўляюцца ў працэсе некаторых рэакцый. Будучы хімічна вельмі актыўнымі, яны існуюць толькі долі секунды, пасля чаго ўтвараюць новыя рэчывы.

Часцінкі са свабоднымі валентнасцямі, якія ўтвараюцца з малекул вуглевадародаў, называюцца **вуглевадароднымі радыкаламі.**

Калі адняць адзін атам вадароду ад малекулы гранічнага вуглевадароду, утвараюцца аднавалентныя радыкалы. Назвы іх утвараюцца ад назваў адпаведных вуглевадародаў шляхам замены канчатка **-ан** на **-іл (-ыл),** напрыклад [1]:

Табліца 2

Вуглевадароды	Аднавалентныя радыкалы
Метан CH_4	Метыл CH_3—
Этан C_2H_6	Этыл CH_3—CH_2—
Прапан C_3H_8	Прапіл CH_3—CH_2—CH_2—
Бутан C_4H_{10}	Бутыл C_4H_9—
Пентан C_5H_{12}	Аміл C_5H_{11}—
Гексан C_6H_{14}	Гексіл C_6H_{13}—

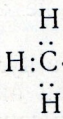
З аднавалентнымі вуглевадароднымі радыкаламі мы ўжо сустракаліся, калі знаёміліся з рэакцыяй хларавання. Малекула хлорыстага метылу CH_3Cl — гэта злучэнне атама хлору з аднавалентным радыкалам метылам, аб чым гаворыць і назва рэчыва. Малекула хлорыстага этылу C_2H_5Cl — злучэнне атама хлору з аднавалентным радыкалам этылам.

[1] Выключэнне складае назва радыкала з пяццю вугляроднымі атамамі (аміл).

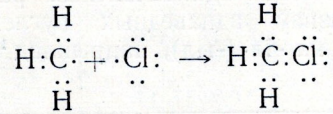
Пры адняцці ад малекул вуглевадароду двух атамаў вадароду ўтвараюцца двухвалентныя радыкалы. Назва іх прымае канчатак **-ілен (-ылен)**. Двухвалентным радыкалам метану будзе метылен $H_2C<$. Ён уваходзіць у малекулу хлоравытворнага метану — хлорыстага метылену CH_2Cl_2. Двухвалентны радыкал этану — этылен $C_2H_4<$ і г. д.

Разгледзім цяпер электронную будову вуглевадародных радыкалаў.

Калі з малекулы вуглевадароду ўтвараецца радыкал — дзеліцца электронная пара, якая ажыццяўляе хімічную сувязь атамаў: адзін электрон застаецца ў атаме вадароду, які адшчапляецца, другі — у радыкале, напрыклад:



Наяўнасцю свабоднага, няпарнага электрона і тлумачыцца няўстойлівасць, высокая рэакцыйная здольнасць радыкала. За кошт гэтага электрона ён хутка наладжвае новую кавалентную сувязь з электронам другога атама або радыкала, напрыклад:



Атам хлору, як вядома, з'яўляецца акісляльнікам, ён моцна прыцягвае да сябе электроны ад іншых атамаў. Таму электронная пара, якая ажыццяўляе сувязь атамаў вугляроду і хлору, не будзе размешчана сіметрычна паміж імі, а змесціцца да атама хлору. Гэты апошні набудзе, такім чынам, некаторы лішкавы адмоўны зарад, а атам вугляроду, наадварот, крыху зарадзіцца дадатна, таму што зарад яго ядра не будзе поўнасцю ўраўнаважаны электронамі. Кавалентная сувязь C : Cl будзе палярнай. Гэта можна паказаць і ў формуле, абазначыўшы кропкамі электроны бліжэй да хлору, чым да вугляроду.

Пытанні і практыкаванні

24. Якія часцінкі называюцца радыкаламі? Чаму яны звычайна няздольныя да працяглага існавання?

25. Напішыце разгорнутыя структурныя формулы радыкалаў: а) метылу, б) этылу, в) прапілу, г) бутылу.

26. Дайце назвы наступным радыкалам: а) C_6H_{13}—, б) C_7H_{15}—.

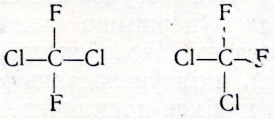
27. Складзіце ўраўненні паслядоўнага хларавання метану, карыстаючыся пры гэтым структурнымі формуламі. Пакажыце ў формулах атрыманых рэчываў аднавалентны, двухвалентны і трохвалентны вуглевадародныя радыкалы.

28. Напішыце электронныя формулы: а) радыкала этылу, б) хлорыстага этылу, в) радыкала метылену, г) усіх хлоравытворных метану.

29. У якасці халадаагента ў халадзільных устаноўках шырока выкарыстоўваецца дыфтордыхлорметан (фрэон — 12) CF_2Cl_2 — газ, які лёгка пераходзіць у вадкі стан. Напішыце структурную і электронную формулы дыфтордыхлорметану.

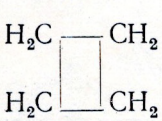
Практычнае заданне

Падрыхтуйце дома мадэлі малекул: а) хлорыстага этылу, б) дыфтордыхлорметану (гл. папярэдняе практыкаванне), карыстаючыся пластылінам рознай афарбоўкі для абазначэння розных атамаў. Рашыце з дапамогай мадэліравання, адно або два рэчывы паказаны наступнымі формуламі:

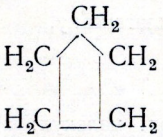


§ 7. ЦЫКЛАПАРАФІНЫ

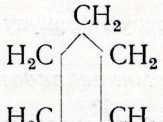
Апрача разгледжаных намі гранічных вуглевадародаў з адкрытым (прамым або разгалінаваным) ланцугом атамаў, існуюць вуглевадароды замкнёнай, цыклічнай будовы. Іх называюць цыклапарафінамі, напрыклад:



Цыклабутан

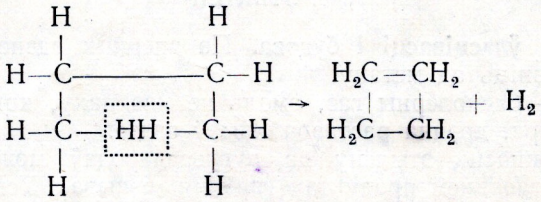


Цыклапентан



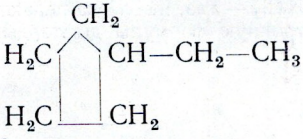
Цыклагексан

Цыклапарафіны адрозніваюцца па саставу ад адпавядаючых ім гранічных вуглевадародаў тым, што ў іх малекулах на два атамы вадароду менш. За кошт гэтых атамаў замыкаецца вугляроднае кольца. Схематычна гэта можна паказаць так:

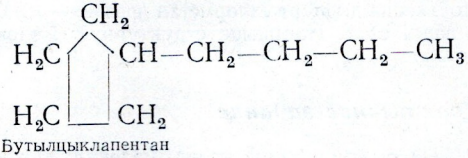


Таму агульная формула цыклапарафінаў не C_nH_{2n+2}, як у парафінаў з адкрытым ланцугом, а C_nH_{2n}.

Малекулы цыклапарафінаў часта маюць бакавыя вуглевадародныя ланцугі, напрыклад:



Этылцыклапентан

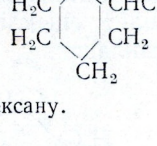


Бутылцыклапентан

Цыклапарафіны паказанай будовы маюць многа агульнага з гранічнымі вуглевадародамі: хімічна яны мала актыўныя, гаручыя, атамы вадароду ў іх могуць замяшчацца галагенамі.

Цыклапарафіны былі ўпершыню адкрыты ў нафце вучнем А. М. Бутлерава прафесарам Маскоўскага універсітэта В. В. Маркоўнікавым. Як рэчывы, якія ўваходзяць у састаў нафты і нафтапрадуктаў, яны маюць вялікае практычнае значэнне.

Практыкаванні

30. Складзіце ўраўненні рэакцый: а) поўнага згарання цыклапентану, б) атрымання хлорцыклагексану  з цыклагексану. Складзіце электронную формулу хлорцыклагексану.

Практычнае заданне

Зрабіце з пластыліну мадэлі малекул: а) цыклагексану, б) метылцыклапентану.

НЕГРАНІЧНЫЯ ВУГЛЕВАДАРОДЫ

Сярод вуглевадародаў вялікую групу складаюць негранічныя вуглевадароды. Пазнаёмімся з імі на прыкладзе важнейшых прадстаўнікоў.

§ 8. ЭТЫЛЕН

Фізічныя ўласцівасці і будова. Па знешніх адзнаках этылен нельга адрозніць ад метану.

Этылен — бясколерны газ, амаль не мае паху, крыху лягчэйшы за паветра, дрэнна растваральны ў вадзе.

Прыналежнасць этылену да вуглевадародаў можна пацвердзіць даследаваннем прадуктаў гарэння рэчыва. Успомніце, як доследным шляхам мы пераканаліся, што ў састаў метану ўваходзяць вуглярод і вадарод. Такім жа спосабам можна вызначыць якасны састаў этылену.

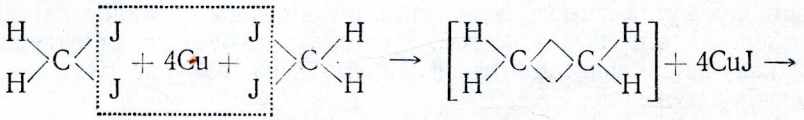
Каб вывесці малекулярную формулу этылену, знойдзем спачатку малекулярную вагу газу. Дослед паказвае, што 1 *л* этылену (пры нармальных умовах) важыць 1,25 *г*. Грам-малекулярная вага этылену, такім чынам, будзе 1,25 *г* · 22,4 = 28 *г*, а малекулярная вага — 28.

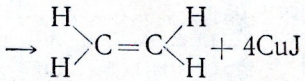
Колькі ж атамаў вугляроду і вадароду можа змяшчацца ў такой малекуле? Відаць, малекулярная вага 28 не можа быць атрымана, калі ў малекуле будзе знаходзіцца адзін атам вугляроду (атамная вага 12), таму што тады з ім павінна быць злучана 16 вадародных атамаў, што немагчыма. Але ў малекуле не можа быць і больш двух атамаў вугляроду, таму што іх агульная вага ўжо роўна 24. Застаецца згадзіцца з тым, што вагу (28 — 24), якой не хапае ў гэтым выпадку, уносяць 4 атамы вадароду, г. зн. малекулярная формула этылену C_2H_4.

Але тады мы зноў сустракаемся з супярэчнасцю. У малекуле этану C_2H_6, нам здавалася, парушаецца валентнасць вугляроду, і толькі згадзіўшыся, што атамы вугляроду ў малекуле злучаны адзін з адным, мы пераканаліся, што вуглярод застаецца чатырохвалентным. У малекуле этылену атамы вугляроду злучаны з меншай колькасцю атамаў вадароду, чым у малекуле этану. Як жа тут можа захавацца чатырохвалентнасць вугляроду? Паспрабуем адказаць на гэта пытанне, звярнуўшыся да будовы малекулы этылену.

Распрацоўваючы тэорыю хімічнай будовы, А. М. Бутлераў вырашыў праверыць, ці можа існаваць у свабодным стане вуглевадарод CH_2 з двухвалентным атамам вугляроду. З гэтай мэтай ён награваў ёдзісты метылен CH_2J_2 з меддзю. У выніку рэакцыі сапраўды атрымаліся ёдзістая медзь CuJ (у гэтым злучэнні медзь аднавалентная) і газападобны вуглевадарод. Аднак апошні аказаўся ўдвая цяжэйшы, чым можна было меркаваць па формуле CH_2. Відаць, часцінкі CH_2, якія ўтварыліся, не засталіся свабоднымі, а злучыліся папарна і ўтварылі ў два разы больш цяжкія малекулы C_2H_4. Гэта быў газ этылен.

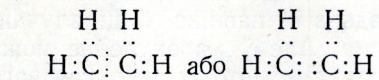
Так было даказана, што радыкал метылен у свабодным стане доўга існаваць не можа. Але з гэтага ж доследу мы можам зрабіць вывад аб хімічнай будове этылену, калі разгледзім, як ішоў працэс ператварэння:





Этылен

Адзінкі валентнасці, якія вызваліліся ў атама вугляроду пасля таго як былі адняты атамы ёду, не засталіся свабоднымі, яны злучыліся з адзінкамі валентнасці другога вугляроднага атама. У малекуле этылену, якая ўтварылася, устанавілася, такім чынам, *двайная* сувязь; вуглярод і тут застаўся чатырохвалентным. Двайная сувязь азначае, што атамы вугляроду звязаны адзін з адным у малекуле дзвюма парамі электронаў:



Ва ўтварэнні такой сувязі ад кожнага атама вугляроду ўдзельнічае па два электроны; вакол кожнага вугляроднага атама зноў ствараецца закончаная абалонка з васьмі электронаў. Такім чынам, і пры наяўнасці двайной сувязі валентная рысачка ў структурнай формуле $CH_2 = CH_2$ па-ранейшаму абазначае электронную пару. Дзве рысачкі паміж атамамі абазначаюць дзве пары электронаў, якія ажыццяўляюць хімічную сувязь.

Хімічныя ўласцівасці. Этылен адрозніваецца па будове ад гранічных вуглевадародаў наяўнасцю двайной сувязі ў малекулах. Ці адбіваецца гэта на яго хімічных уласцівасцях?

Этылен, як мы ўжо адзначалі, гарыць у паветры, утвараючы пры гэтым двухвокіс вугляроду і ваду:

$$C_2H_4 + 3O_2 \rightarrow 2CO_2 + 2H_2O$$

У адрозненне ад метану ён гарыць полымем, якое свеціцца. Але гэта адрозненне тлумачыцца перш за ўсё рознай працэнтнай колькасцю вугляроду ў метане і этылене, а не наяўнасцю двайной сувязі. Падлічыце колькасць вугляроду ў гэтых рэчывах, і вы пераканаецеся, што ў этылене яна значна вышэйшая. Таму вуглярод этылену згарае не адразу, часцінкі яго спачатку распальваюцца, выклікаючы свяцімасць полымя, і толькі затым поўнасцю згараюць у знадворнай частцы яго.

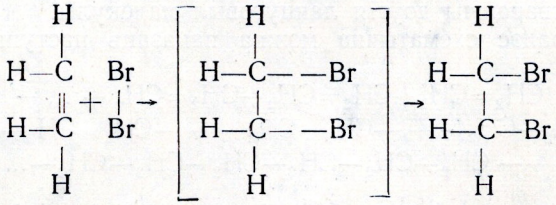
Цяпер праробім такі дослед. Будзем прапускаць этылен у раствор марганцавакіслага калію $KMnO_4$. Фіялетавая афарбоўка раствору хутка знікне, значыць, марганцавакіслы калій акісляе этылен. Метан, як мы ведаем, пры гэтых умовах не акісляецца. Лёгкая акісляльнасць этылену абумоўлена наяўнасцю двайной сувязі ў малекуле.

Цяпер будзем прапускаць этылен і метан у пасудзіны з бромнай вадой (водны раствор брому). Ад этылену чырвона-бурая афарбоўка брому хутка знікне, метан жа на бромную ваду не дзейнічае. Значыць, і ў дадзеным выпадку этылен — больш рэакцыйназдольнае рэчыва, чым гранічныя вуглевадароды. Дасле-

даванне паказвае, што пры рэакцыі этылену з бромнай вадой утвараецца адно рэчыва — бясколерная вадкасць — бромісты этылен $C_2H_4Br_2$, г. зн. адбываецца не замяшчэнне атамаў вадароду, як у гранічных вуглевадародаў, а *далучэнне* малекул брому да малекул этылену:

$$C_2H_4 + Br_2 \rightarrow C_2H_4Br_2$$

Карыстаючыся структурнымі формуламі, гэту рэакцыю можна паказаць наступным ураўненнем:



Рэакцыя зводзіцца, як бачым, да разрыву адной з сувязей C = C і далучэння атамаў брому да адзінак валентнасці, якія вызваляюцца.

Такім чынам, двайная сувязь па трываласці зусім не роўна суме дзвюх простых сувязей. Двайная сувязь — гэта якасна асаблівая сувязь. У ёй адна з сувязей бывае менш трывалай. Гэта значыць, што адна з дзвюх электронных пар, якімі звязаны атамы вугляроду, параўнальна лёгка разрываецца, вызваляючы па аднаму электрону, інакш кажучы, па адной адзінцы валентнасці, для злучэння з іншымі атамамі.

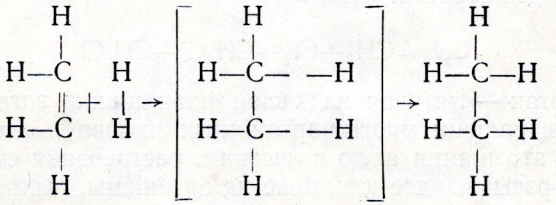
Рэакцыі з растворам марганцавакіслага калію і бромнай вадой — характэрныя рэакцыі этылену.

Дзякуючы наяўнасці двайной сувязі этылен уступае і ў іншыя рэакцыі далучэння.

Калі, напрыклад, сумесь этылену з вадародам прапускаць праз трубку з нагрэтым каталізатарам (парашкападобным нікелем), утвараецца этан:

$$C_2H_4 + H_2 \rightarrow C_2H_6$$

або



Рэакцыі, у якіх адбываецца далучэнне вадароду да рэчыва, называюцца рэакцыямі *гідравання* або *гідрагенізацыі* (гідрагеніум — вадарод).

Параўноўваючы будову малекул этылену і этану, лёгка зразумець, чаму этылен належыць да негранічных вуглевадародаў. У ім атамы вугляроду гранічна не насычаны іншымі атамамі, да малекулы этылену ўдаецца далучыць яшчэ два атамы вадароду, пасля чаго яна ператвараецца ўжо ў насычаную малекулу гранічнага вуглевадароду этану.

Пры награванні і вялікім ціску (звыш 1000 *ат*) або ў прысутнасці каталізатараў малекулы этылену могуць злучацца адна з адной, утвараючы доўгія ланцуговыя малекулы.

Гэты працэс схематычна можна паказаць наступным чынам:

$$CH_2=CH_2+CH_2=CH_2+CH_2=CH_2+\ldots\rightarrow$$
$$\rightarrow -CH_2-CH_2-+-CH_2-CH_2-+-CH_2-CH_2-+\ldots\rightarrow$$
$$\rightarrow -CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-\ldots$$

Так злучаюцца ў адну буйную малекулу сотні і тысячы малекул этылену.

На канцах гэтых буйных малекул, вядома, не застаюцца свабодныя адзінкі валентнасці: да іх далучаюцца якія-небудзь атамы, напрыклад атамы вадароду, якія могуць утварыцца пры разбурэнні асобных малекул этылену.

У выніку рэакцыі ўтвараецца рэчыва з вельмі вялікай малекулярнай вагой, якая вымяраецца дзесяткамі і сотнямі тысяч кіслародных адзінак, — *высокамалекулярнае рэчыва*. Пабудаванае з аднолькавых частак, якія многа разоў паўтараюцца, яно называецца яшчэ **палімерам** (грэчаскае «полі» азначае многа, «мерос» — частка), а зыходнае рэчыва для яго атрымання называецца **манамерам**. Дадзены палімер называецца поліэтыленам, таму што манамерам для яго атрымання быў этылен. Поліэтылен — цвёрдае рэчыва, вядомае нам па многіх вырабах бытавога прызначэння і як выдатны электраізалятар.

Працэс злучэння аднолькавых малекул у больш буйныя малекулы называецца рэакцыяй *полімерызацыі*.

Прымяненне і атрыманне этылену. Шырокае прымяненне этылену заснавана на яго рэакцыях далучэння па двайной сувязі.

Узаемадзеяннем этылену з хлорам атрымліваюць хлорысты этылен, або дыхлорэтан, $C_2H_4Cl_2$:

$$CH_2=CH_2+Cl_2\rightarrow CH_2Cl-CH_2Cl$$

Дыхлорэтан — лятучая вадкасць, якая цяжка загараецца. Як добры растваральнік многіх арганічных рэчываў, ён выкарыстоўваецца для атрымання алею з насення, растварэння смол, ачысткі тканін. Як рэчыва, якое дзейнічае на арганізмы, дыхлорэтан ужы-

ваецца ў сельскай гаспадарцы для абеззаражвання зернесховішчаў і ў барацьбе з філаксерай вінаграду.

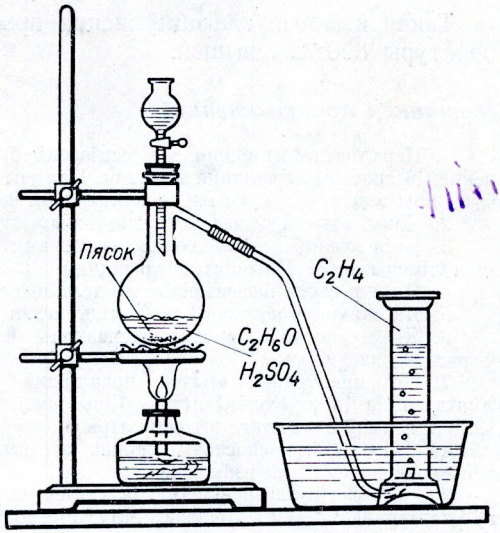
Далучаючы хлорысты вадарод да этылену, атрымліваюць хлорысты этыл C_2H_5Cl:

$$CH_2=CH_2+HCl \rightarrow CH_3—CH_2Cl$$

Хлорысты этыл — газ, які лёгка ператвараецца ў вадкасць (тэмп. кіп. +12°С). Калі крыху гэтага рэчыва наліць на руку, яно хутка выпараецца і выклікае моцнае мясцовае ахаладжэнне; гэтым карыстаюцца ў медыцыне для замарожвання — мясцовай анестэзіі — пры лёгкіх аперацыях. На каляровым рысунку I паказана мадэль малекулы хлорыстага этылу.

Далучэнне вады да этылену ляжыць у аснове вытворчасці этылавага спірту, які расходуецца ў вялікай колькасці на атрыманне сінтэтычнага каўчуку:

$$C_2H_4 + H_2O \rightarrow \underset{\text{Этылавы спірт}}{C_2H_6O}$$



Рыс. 6. Атрыманне этылену ў лабараторыі.

Полімерызацыяй этылену атрымліваюць адзін з важнейшых палімераў — поліэтылен.

Цікавая ўласцівасць этылену паскараць выспяванне пладоў (памідораў, груш, дынь, лімонаў і г. д.) выкарыстоўваецца ў практыцы. З гэтай мэтай ім у невялікіх колькасцях абагачаюць паветра закрытых сховішчаў.

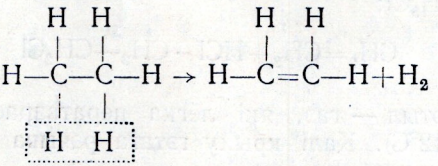
У адрозненне ад гранічных вуглевадародаў прырода не дае нам этылен у гатовым выглядзе.

У лабараторыі этылен атрымліваюць з этылавага спірту, аднімаючы элементы вады ад яго малекул, г. зн. ажыццяўляючы працэс, адваротны прамысловаму атрыманню спірту з этылену (рыс. 6):

$$C_2H_6O \xrightarrow{H_2SO_4} C_2H_4 + H_2O$$

Крыніцай прамысловага атрымання этылену з'яўляюцца газы, якія ўтвараюцца пры хімічнай перапрацоўцы нафты.

Этылен атрымліваюць таксама з этану шляхам яго *дэгідравання*, г. зн. адшчаплення вадароду (прыстаўка *дэ-* азначае аддзяленне чаго-небудзь):



Такая рэакцыя ажыццяўляецца пры награванні этану да тэмпературы 800° С і вышэй.

Пытанні і практыкаванні

1. Пералічыце: а) фізічныя ўласцівасці, б) хімічныя ўласцівасці, в) прымяненне, г) спосабы атрымання этылену. Напішыце ўраўненні рэакцый, карыстаючыся пры гэтым, дзе магчыма, структурнымі формуламі.
2. Чаму этылен лічыцца негранічным вуглевадародам?
3. Якія рэакцыі называюцца рэакцыямі: а) гідравання, б) дэгідравання, в) полімерызацыі? Прывядзіце прыклады.
4. Якія рэчывы называюцца: а) палімерамі, б) манамерамі?
5. Як можна практычна вызваліць метан ад прымесі этылену?
6. Якімі спосабамі можна распазнаць метан і этылен, што знаходзяцца ў розных пасудзінах?
7. Пры прапусканні этылену праз вадкі бром вага бутэлькі з бромам павялічылася на 14 *г*. Колькі літраў (пры н.у.) этылену паглынулася пры гэтым? Колькі грамаў бромістага этылену атрымалася?
8. Якімі двума спосабамі можна атрымаць хлорысты этыл? Прывядзіце адпаведныя ўраўненні рэакцый.
9. Назавіце галагенавытворныя вуглевадародаў, якія ўжываюцца ў якасці: а) растваральнікаў, б) холадаагентаў, в) сродкаў тушэння агню.

§ 9. ПОЛІЭТЫЛЕН

Будова і малекулярная вага поліэтылену. Разгледжаную намі раней рэакцыю полімерызацыі этылену можна запісаць кароткім ураўненнем:

$$n\,CH_2{=}\,CH_2 \rightarrow (-\,CH_2-\,CH_2-)_n$$

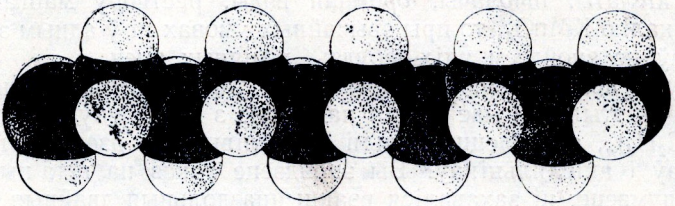
Злучэнне $(-CH_2-CH_2-)_n$ азначае структурную формулу поліэтылену.

Лік *n*, які паказвае, колькі малекул манамеру злучаецца ў малекулу палімеру, называецца *ступенню полімерызацыі*.

Малекулярная вага поліэтылену, як гаварылася, складае дзесяткі тысяч, а іншы раз і значна больш. Гэта значыць, што тысячы малекул этылену злучаюцца адна з адной у доўгія ланцугі. Утвараюцца малекулы *лінейнай структуры*. У вельмі павялічаным выглядзе лінейную малекулу палімеру можна ўявіць як нітку з дыяметрам 1 *мм* і даўжынёй у некалькі метраў.

Атамы вугляроду такой *макрамалекулы* («макра» азначае вялікі) не знаходзяцца на адной прамой лініі, яны ўтвараюць зігзаг, што можна бачыць на рысунку мадэлі малекулы поліэтылену (рыс. 7).

У працэсе полімерызацыі ў макрамалекулы злучаецца не строга пастаянная колькасць малекул манамеру: у адны ланцужкі злучыцца такіх малекул больш, у другія — менш. Атрымліваецца палімер, які складаюць макрамалекулы рознай велічыні і, такім чынам, рознай вагі. Таму малекулярная вага, якая даецца звычайна



Рыс. 7. Мадэль часткі малекулы поліэтылену.

для такога рэчыва, з'яўляецца не вагой кожнай яго малекулы, як гэта мае месца ў нізкамалекулярных рэчываў, а толькі сярэдняй малекулярнай вагой, ад якой асобныя малекулы істотна адхіляюцца па вазе ў той або іншы бок. Напрыклад, калі малекулярная вага палімеру 28 000, то ў ім могуць быць малекулы з малекулярнай вагой 27 000, 29 000 і да т. п.

Ведаючы асаблівасці малекулярнай вагі палімераў, вы самі можаце адказаць, ці з'яўляецца ступень полімерызацыі велічынёй пастаяннай для ўсіх малекул дадзенага ўзору палімеру.

Уласцівасці поліэтылену. Маючы вырабы з палімеру (плёнку, корак, пласцінку), вы можаце лёгка азнаёміцца з яго ўласцівасцямі. Перш за ўсё вы пераконваецеся, што поліэтылен — цвёрды, белага колеру, крыху тлусты навобмацак матэрыял, які нагадвае парафін.

Калі ўзор поліэтылену змясціць у пасудзіну з вадой, ён будзе плаваць на яе паверхні. Поліэтылен лягчэйшы за ваду, удзельная вага яго прыкладна 0,92.

Паспрабуйце зламаць прадмет з поліэтылену або разарваць поліэтыленавую плёнку — вы пераканаецеся ў вялікай трываласці матэрыялу. Пры дапамозе звычайнай прылады для выпрабавання электраправоднасці рэчываў можна пераканацца, што поліэтылен не праводзіць электрычнага току.

Калі нагрэць поліэтылен над полымем, можна вельмі хутка заўважыць, што ён пачне размякчацца і лёгка змяняць сваю форму. Калі аддаліць яго ад полымя, ён зноў зацвярдзее і захавае нада-

дзеную форму. Пры наступным награванні поліэтылен зноў будзе размякчацца і г. д.

Уласцівасць змяняць форму ў нагрэтым стане пад дзеяннем знешняй сілы і затым захоўваць гэту форму пры ахаладжэнні называецца *тэрмапластычнасцю*.

Разгледзім хімічныя ўласцівасці поліэтылену. Калі падпаліць поліэтылен, ён гарыць блакітнаватым полымем, якое слаба свеціцца. Якія рэчывы ўтвараюцца пры гарэнні гэтага палімеру?

Калі мы выпрабуем дзеянне на поліэтылен канцэнтраванай сернай кіслаты, шчолачы, бромнай вады, раствору марганцавакіслага калію $KMnO_4$, то пры звычайных умовах ні ў адным з гэтых выпадкаў не знойдзем якіх-небудзь хімічных змен.

Чаму ж поліэтылен, які атрыманы з такога хімічна актыўнага рэчыва, як этылен, і мае вельмі падобную з ім малекулярную формулу $(C_2H_4)_n$, з'яўляецца вельмі ўстойлівым да дзеяння кіслот, шчолачаў і акісляльнікаў? Вы знойдзеце адказ на гэта пытанне, калі падумаеце, ці захаваліся рэакцыйназдольныя двайныя сувязі малекул этылену ў выніку полімерызацыі і да якіх вуглевадародаў падобны поліэтылен па сваёй хімічнай будове і нават па вонкаваму выгляду.

Вялікая трываласць поліэтылену звязана з высокай малекулярнай вагой яго і лінейнай структурай малекул. У нізкамалекулярных рэчываў з кавалентнымі міжатамнымі сувязямі сілы міжмалекулярнага прыцягнення вельмі невялікія. У высокамалекулярных рэчываў вялікія лінейныя малекулы ўзаемадзейнічаюць адна з адной велізарнай колькасцю звенняў, таму прыцягненне паміж імі вельмі ўзрастае і аддзяліць адну ад адной такія малекулы вельмі цяжка. Рэзкім узрастаннем сіл міжмалекулярнага прыцягнення і абумоўліваецца высокая трываласць палімераў.

Прымяненне і атрыманне. Вам, несумненна, вядома, дзе ўжываецца поліэтылен. Сістэматызуем ужыванне поліэтылену на аснове тых уласцівасцей, якімі яны абумоўлены.

Перш за ўсё ў практыцы былі выкарыстаны высокія электраізаляцыйныя ўласцівасці поліэтылену. Ён усё больш шырока ўжываецца для ізаляцыі высокачастотных кабеляў і правадоў, якія выкарыстоўваюцца ў радыёлакацыйных, радыётэхнічных і да таго падобных установах. Унутраную ізаляцыю з поліэтылену мае і звычайны тэлевізійны кабель.

Значная вода- і газанепранікальнасць плёнак поліэтылену дае магчымасць выкарыстоўваць іх як упаковачны матэрыял для розных вырабаў, прадуктаў харчавання і нават машын. З-за добрай ізаляцыі паветра не пранікае ўнутр і прадукты ў іх доўга не псуюцца, металічныя вырабы не ржавеюць. У сельскай гаспадарцы плёнкі ўжываюцца для зашклення парнікоў і цяпліц, для захавання пладова-ягадных культур і саджанцаў ад замаразкаў, для высці-

лання ірыгацыйных каналаў з мэтай прадухілення ўцечкі вады ў грунт.

Хімічная стойкасць поліэтылену дае магчымасць вырабляць з яго дэталі ў хімічным апаратабудаванні, ёмістасці для захавання і перавозкі хімічна агрэсіўных вадкасцей.

Гэта ж уласцівасць побач з іншымі з'яўляецца вельмі каштоўнай для вырабу разнастайных труб, напрыклад водаправодных. Трубы з поліэтылену значна лягчэйшыя, чым металічныя, не лопаюцца пры замярзанні ў іх вады, не паддаюцца карозіі, аказваюць меншае супраціўленне руху вады, дзякуючы гібкасці лёгка ўкладваюцца ў траншэі.

Цяпер з поліэтылену вырабляюць у вялікіх колькасцях разнастайныя прадметы бытавога прызначэння (бутэлькі, шклянкі, шчоткі, коркі і г. д.).

Пры карыстанні вырабамі з поліэтылену неабходна ўлічваць, што пры тэмпературы каля 110° С матэрыял размякчаецца і траціць форму. Таму трэба пазбягаць колькі-небудзь значнага награвання вырабаў з поліэтылену.

Спачатку поліэтылен атрымліваўся ў прамысловасці пад ціскам звыш 1000 *ат* і пры тэмпературы каля 200° С. Прымяненне такога высокага ціску стварае немалыя цяжкасці ў канструяванні апаратуры і кіраванні працэсам. У апошнія гады адкрыт спосаб полімерызацыі этылену пад звычайным ціскам у прысутнасці каталізатараў. Такім спосабам удаецца атрымліваць поліэтылен нават з большай малекулярнай вагой, а значыць, яшчэ больш трывалы і больш цепластойкі, чым поліэтылен высокага ціску.

Цяпер ужываюцца абодва спосабы вытворчасці поліэтылену.

Пытанні і практыкаванні

10. Прывядзіце: а) падрабязнае, б) кароткае ўраўненне рэакцыі полімерызацыі этылену.
11. Ахарактарызуйце фізічныя і хімічныя ўласцівасці поліэтылену.
12. У чым падабенства поліэтылену па будове і ўласцівасцях з гранічнымі вуглевадародамі?
13. Чым абумоўліваецца высокая трываласць поліэтылену?
14. Назавіце важнейшыя спосабы ўжывання поліэтылену і пералічыце, на якіх уласцівасцях палімеру яны заснаваны?
15. Поліэтылен з малекулярнай вагой каля 500 — вязкая вадкасць. Вылічыце ступень полімерызацыі для гэтага палімеру.

§ 10. ГАМАЛАГІЧНЫ РАД ЭТЫЛЕНУ

Таксама як метан, этылен пачынае сабой гамалагічны рад вуглевадародаў. Гэта рад негранічных (ненасычаных) вуглевадародаў з адной двайной сувяззю ў малекуле (табл. 3).

Табліца 3

Вуглевадароды рада этылену

Гранічныя вуглевадароды	Негранічныя вуглевадароды
Метан CH_4	—
Этан C_2H_6	Этылен C_2H_4 або $CH_2=CH_2$
Прапан C_3H_8	Прапілен C_3H_6 або $CH_2=CH-CH_3$
Бутан C_4H_{10}	Бутылен C_4H_8 або $CH_2=CH-CH_2-CH_3$
Пентан C_5H_{12}	Амілен C_5H_{10} або $CH_2=CH-CH_2-CH_2-CH_3$
Гексан C_6H_{14}	Гексілен C_6H_{12} або $CH_2=CH-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$

1 г. д.

Назвы вуглевадародаў рада этылену, як бачым, утвараюцца шляхам змянення канчатка **-ан** адпаведнага гранічнага вуглевадароду на **-ілен (-ылен).**

Нельга не заўважыць, што назвы і састаў негранічных вуглевадародаў тыя ж, што і двухвалентных вуглевадародных радыкалаў. Аднак адны з іх існуюць у свабодным стане, а другія вельмі недаўгавечныя. Тлумачэнне мы знаходзім у іх будове. У двухвалентных радыкалах змяшчаюцца дзве свабодныя адзінкі валентнасці (два няпарныя электроны), і таму такія часцінкі недаўгавечныя. У малекулах жа негранічных вуглевадародаў няма свабодных адзінак валентнасці (няпарных электронаў), таму што яны ўтварылі другую валентную сувязь паміж атамамі вугляроду (другую электронную пару). Такія часцінкі здольны да працяглага існавання, хоць і з'яўляюцца хімічна актыўнымі.

У негранічных вуглевадародаў могуць быць свае радыкалы. Напрыклад, аднавалентны радыкал этылену мае будову

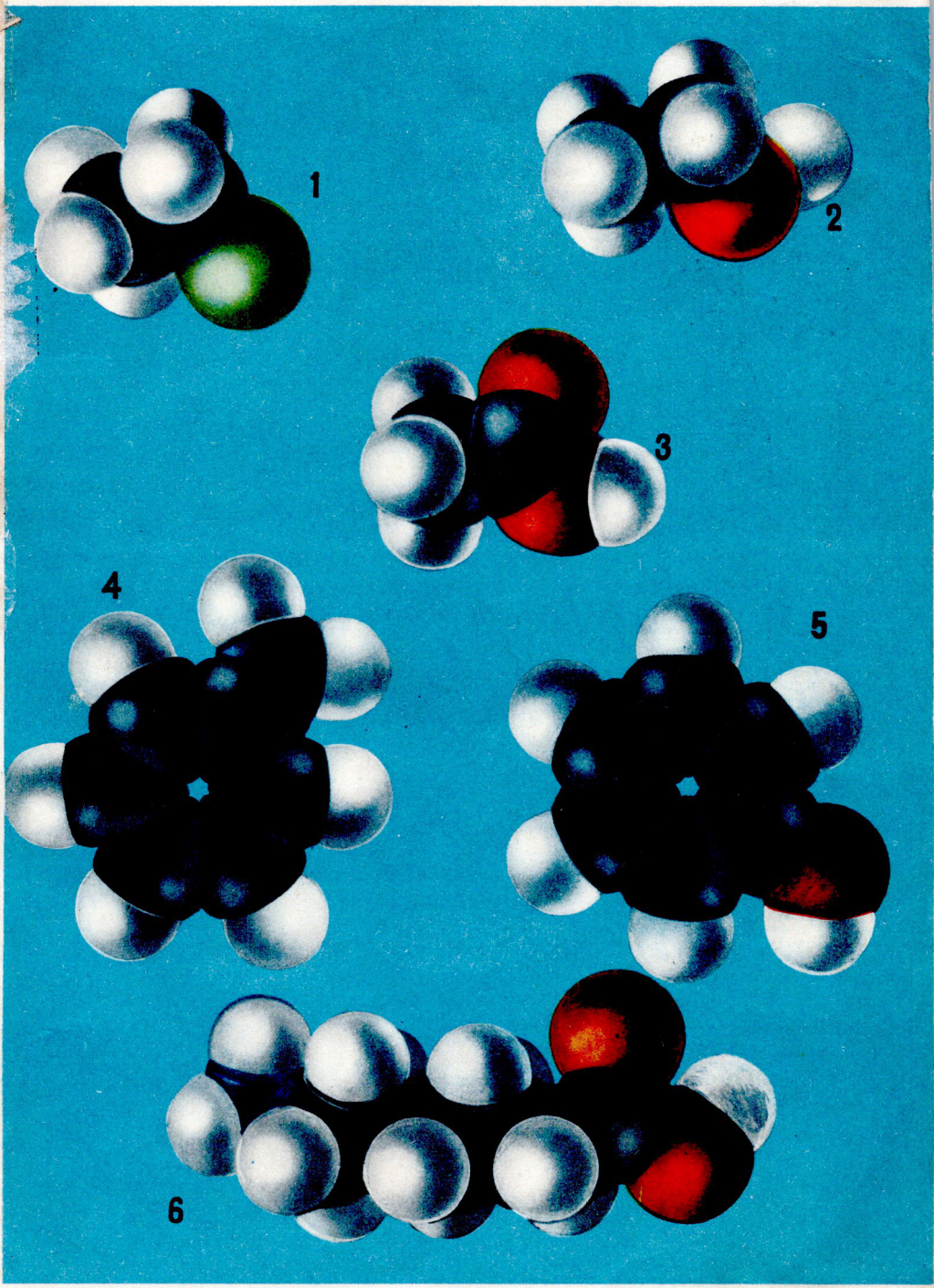
$$CH_2=\overset{H}{\underset{\cdot\cdot}{C}}\!\!:\!\!:\overset{H}{\underset{\cdot\cdot}{C}}\cdot$$

або $CH_2=CH-$ і называецца *вінілам*

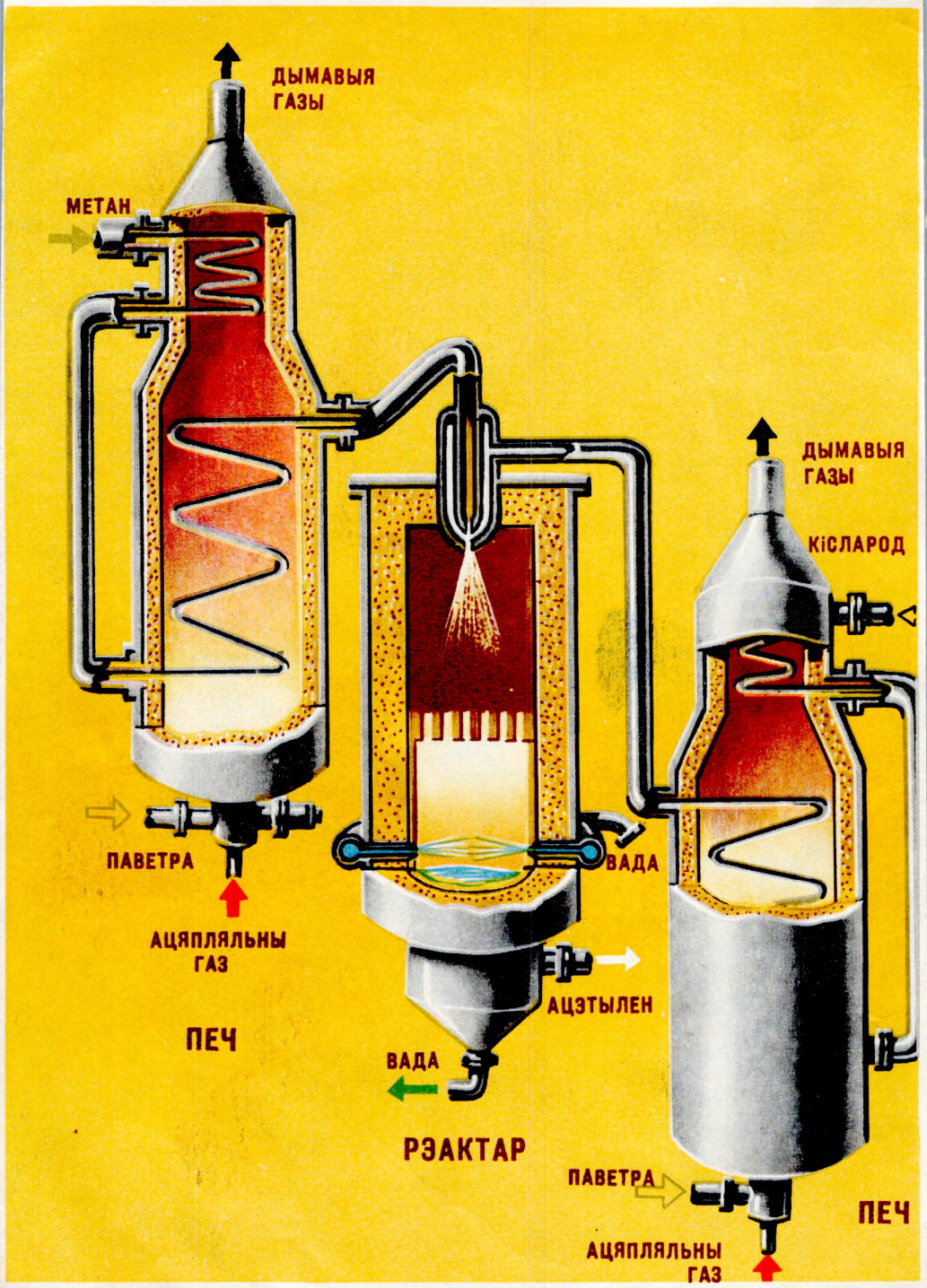
Будучы падобнымі па будове, гамолагі адрозніваюцца адзін ад аднаго па саставу малекул на групу атамаў CH_2. Праверце, ці захоўваецца гэта ўмова ў дадзеным радзе.

Вуглевадароды рада этылену падобны паміж сабой па хімічных уласцівасцях, што абумоўлена агульнасцю іх будовы (наяўнасць двайной сувязі). Усе яны ўступаюць у рэакцыі далучэння і лёгка акісляюцца. Напрыклад, далучэнне брому да прапілену можна паказаць ураўненнем:

$$CH_2=CH-CH_3 + Br_2 \rightarrow \underset{\text{Дыбромпрапан}}{CH_2(Br)-CH(Br)-CH_3}$$



I. Мадэлі малекул арганічных рэчываў:
1 — хлорыстага этылу, *2* — этылавага спірту, *3* — воцатнай кіслаты, *4* — аніліну, *5* — фенолу, *6* — амінакапронавай кіслаты.



II. Схема прамысловай установкі для атрымання ацэтылену з метану.

Таму рэактывамі на негранічныя вуглевадароды, як і на этылен, з'яўляюцца бромная вада і раствор марганцавакіслага калію: па змене іх афарбоўкі мяркуюць аб наяўнасці негранічнага вуглевадароду.

Уступаюць негранічныя вуглевадароды і ў рэакцыі палімерызацыі, утвараючы пры гэтым высокамалекулярныя рэчывы. Напрыклад, палімерызацыяй прапілену атрымліваюць вельмі каштоўны палімер поліпрапілен, які па ўласцівасцях падобны да поліэтылену:

$$CH_2=\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}}+CH_2=\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}}+CH_2=\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}}+\ldots\rightarrow$$

$$\rightarrow -CH_2-\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}}-CH_2-\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}}-CH_2-\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}}-\ldots$$

або ў скарочаным выглядзе:

$$n\,CH_2=\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}}\rightarrow (-CH_2-\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}}-)_n$$

Складаючы адзін гамалагічны рад, гэтыя вуглевадароды маюць і адну агульную формулу. Паколькі ў малекуле кожнага негранічнага вуглевадароду, з прычыны ўтварэння двайной сувязі, на два атамы вадароду менш, чым у малекуле адпаведнага гранічнага вуглевадароду, састаў вуглевадародаў рада этылену паказваецца формулай C_nH_{2n}.

Успомніце, якія яшчэ вуглевадароды маюць такую ж формулу.

Негранічным вуглевадародам уласціва з'ява ізамерыі. Як і ў радзе гранічных вуглевадародаў, тут могуць быць не толькі прамыя ланцугі вугляродных атамаў у малекулах, але і разгалінаваныя, напрыклад:

$$CH_2=CH-CH_2-CH_3 \qquad CH_2=\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{C}}-CH_3$$

Бутылен — Ізабутылен

Колькасць ізамераў у гэтым радзе ўзрастае нават хутчэй, таму што, акрамя ізамерыі вугляроднага шкілета, мае месца ізамерыя размяшчэння двайной сувязі. Напрыклад, ізамерамі з'яўляюцца наступныя бутылены:

$$CH_2=CH-CH_2-CH_3 \quad \text{і} \quad CH_3-CH=CH-CH_3$$

У іх розны парадак размяшчэння двайной сувязі: у адным выпадку — ля канца малекулы, у другім — у сярэдзіне, і гэта мае ўплыў

на ўласцівасці рэчыва. Першы бутылен мае тэмпературу кіпення ніжэй 0°, другі бутылен кіпіць пры тэмпературы вышэй 0°.

Дзякуючы хімічнай актыўнасці вуглевадароды рада этылену выкарыстоўваюцца для сінтэзу многіх арганічных рэчываў.

Крыніцай негранічных вуглевадародаў з'яўляюцца газы нафтаперапрацоўкі, у якіх яны змяшчаюцца ў значных колькасцях. Іх атрымліваюць таксама дэгідраваннем адпаведных гранічных вуглевадародаў, напрыклад:

$$CH_3—CH_2—CH_3 \rightarrow CH_2=CH—CH_3+H_2$$

Пытанні і практыкаванні

16. Па якіх адзнаках этылен і бутылен належаць да аднаго гамалагічнага рада?

17. Як практычна даведацца, ці ёсць негранічныя вуглевадароды ў газе, які выкарыстоўваецца ў якасці гаручага ў лабараторыі, на вытворчасці, у быце?

18. Сумесь метану з прапіленам гарыць полымем, якое свеціцца. Пасля прапускання сумесі праз бромную ваду свяцімасць полымя памяншаецца. Растлумачце гэту з'яву.

19. Складзіце структурныя формулы ізамерных вуглевадародаў, якія маюць шчыльнасць па вадароду 28.

20. Напішыце электронную формулу прапілену.

21. Параўнайце ўласцівасці прапілену і прапану. У чым яны падобныя і чым адрозніваюцца? Адказ ілюструйце ўраўненнямі рэакцый.

22. Прадукт узаемадзеяння негранічнага вуглевадароду з хлорам у 56,5 раза цяжэйшы за вадарод. Знайдзіце формулу гэтага вуглевадароду.

23. Вуглевадарод мае формулу C_5H_{10}. Ці можна на гэтай падставе сказаць, што ён належыць да гамалагічнага рада этылену? Чаму?

24. Газ тэтрафторэтылен $CF_2=CF_2$ утварае палімер, які вызначаецца выключна высокай хімічнай стойкасцю: на яго нават пры награванні не дзейнічаюць ні кіслоты, ні шчолачы, ні звычайныя акісляльнікі. Складзіце ўраўненне рэакцыі палімерызацыі тэтрафторэтылену і пакажыце будову палімеру кароткай структурнай формулай.

§ 11. ДЫЕНАВЫЯ ВУГЛЕВАДАРОДЫ

Вядомы вуглевадароды з дзвюма двайнымі сувязямі ў малекуле, г. зн. больш негранічныя, чым вуглевадароды рада этылену. Паколькі наяўнасць адной двайной сувязі ў малекуле адзначаецца ў назве рэчыва канчаткам **-ен**, вуглевадароды з дзвюма двайнымі сувязямі называюцца **дыен**авымі («ды» — два). Напрыклад, прападыен $CH_2=C=CH_2$, бутадыен $CH_2=CH—CH=CH_2$ і г. д. Агульная формула дыенавых вуглевадародаў C_nH_{2n-2}. Як можна вывесці такую формулу, не падлічваючы колькасць атамаў вугляроду і вадароду ў малекулах?

Узаемнае размяшчэнне двайных сувязей у такіх злучэннях можа быць розным. Напрыклад, пры аднолькавай будове вугляроднага ланцуга магчымы ізамеры наступнай будовы:

$$CH_2=C=CH—CH_2—CH_3 \quad CH_2=CH—CH=CH—CH_3$$
$$CH_2=CH—CH_2—CH=CH_2$$

Найбольшую практычную цікавасць маюць дыенавыя вуглевадароды, у малекулах якіх двайныя сувязі раздзелены адной простай сувяззю. З такіх вуглевадародаў найбольш важнымі з'яўляюцца бутадыен, або дывініл, $CH_2 = CH - CH = CH_2$ і метылбутадыен $CH_2 = C(CH_3) - CH = CH_2$, які інакш называюць ізапрэнам.

Бутадыен $CH_2 = CH - CH = CH_2$ — бясколерны газ, які лёгка робіцца вадкім (пераходзіць у вадкасць пры — 5°С). Ізапрэн — бясколерная, лёгка кіпячая вадкасць. Як рэчывы, якія маюць двайныя сувязі ў малекулах, яны ўступаюць у звычайныя рэакцыі негранічных злучэнняў, напрыклад абясколерваюць бромную ваду. Аднак рэакцыі далучэння тут маюць свае асаблівасці. Калі малекула бутадыену рэагуе з малекулай брому, далучэнне адбываецца пераважна не па месцы разрыву двайной сувязі, а па канцах малекулы. Схематычна гэта можна паказаць так. У малекуле вуглевадароду раскрываюцца двайныя сувязі:

$$CH_2=CH-CH=CH_2 \rightarrow CH_2-CH-CH-CH_2$$

Атамы брому далучаюцца да крайніх атамаў вугляроду:

$$CH_2(Br)-CH-CH-CH_2(Br)$$

Нявыкарыстаныя адзінкі валентнасці злучаюцца адна з адной, утвараючы двайную сувязь паміж сярэднімі атамамі вугляроду:

$$CH_2(Br)-CH=CH-CH_2(Br)$$

Такім чынам, у выніку далучэння малекулы брому да малекулы бутадыену адбываецца перамяшчэнне двайной сувязі.

Пры наяўнасці дастатковай колькасці брому малекула дыенавага вуглевадароду можа далучыць дзве малекулы галагену, тады атрымаецца рэчыва наступнай будовы:

$$CH_2(Br)-CH(Br)-CH(Br)-CH_2(Br)$$

З прычыны наяўнасці двайных сувязей дыенавыя вуглевадароды даволі лёгка полімерызуюцца. Рэакцыя полімерызацыі гэтых злучэнняў ляжыць у аснове сінтэзу каўчукаў.

Пытанні і практыкаванні

25. Якія вуглевадароды называюцца дыенавымі? Прывядзіце структурныя формулы і назвы важнейшых прадстаўнікоў дыенавых вуглевадародаў.

26. Складзіце электронную формулу бутадыену.

27. Як атрымаць бутадыен: а) з бутылену, б) з бутану? Прывядзіце ўраўненні рэакцый.

28. Бутадыен $CH_2 = CH — CH = CH_2$ называецца яшчэ дывінілам. Ці можна так назваць бутадыен $CH_2 = C = CH — CH_3$? Чаму?

29. Складзіце структурныя формулы магчымых ізамераў метылбутадыену (ізапрэну).

30. Якая максімальная колькасць брому можа ўступіць у рэакцыю злучэння з 1,12 *л* бутадыену (вымеранага пры н. у.)?

§ 12. КАЎЧУК

З гісторыі каўчуку. Каля 500 гадоў назад, калі спадарожнікі Калумба ўпершыню назіралі на востраве Гаіці гульні мясцовага насельніцтва ў мяч, ніхто не мог падумаць, што матэрыял, з якога зроблены мячы, набудзе ў будучым такое вялікае значэнне і зробіць цэлую рэвалюцыю ў тэхніцы. Мячы, якія мелі незвычайную ўласцівасць адскокваць ад цвёрдай паверхні, рабіліся з рэчыва, якое змяшчаецца ў млечным соку трапічнага дрэва гевеі. Гэты сок называўся као чоу («као» — дрэва, «чоу» —цячы, плакаць), што азначае «слёзы дрэва». Адсюль пасля і ўзнік тэрмін «каўчук».

І цяпер у трапічных краінах каўчук у вялікіх колькасцях атрымліваюць з гевеі. Для гэтага на дрэвах робяць надрэзы, млечны сок, які выцякае з надрэзаў і з'яўляецца калоідным растворам каўчуку, збіраюць. Затым яго каагулююць дзеяннем электраліту (раствору воцатнай кіслаты) або награваннем. У выніку каагуляцыі вылучаецца каўчук.

Важнейшая ўласцівасць каўчуку — яго *эластычнасць,* г. зн. уласцівасць змяняць сваю форму пад дзеяннем знешняй сілы, напрыклад расцягвацца, сціскацца, а затым аднаўляць ранейшую форму пасля спынення дзеяння сілы. Акрамя таго, каўчук непранікальны для газаў і вады.

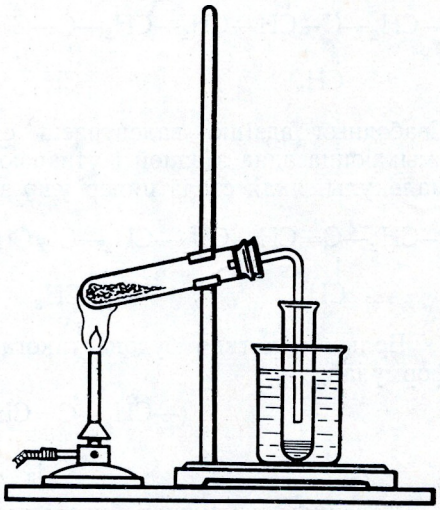
Прайшло, аднак, многа часу, пакуль уласцівасці каўчуку былі ацэнены па вартасці. З яго пачалі вырабляць галёшы, непрамакальнае адзенне. Але неўзабаве высветлілася, што гэтыя вырабы добрыя і зручныя толькі пры сярэдніх тэмпературах, у гарачы ж час яны размякчаліся і станавіліся ліпкімі, а на марозе рабіліся цвёрдымі і крохкімі. Ліквідаваць гэты недахоп удалося ў сярэдзіне XIX ст., калі быў адкрыты спосаб вулканізацыі каўчуку, г. зн. ператварэння яго ў рызіну шляхам награвання з серай. Выявілася, што рызіна мае яшчэ лепшую эластычнасць, у гэтым з ёй не можа параўнацца ніякі іншы матэрыял. Яна да таго ж больш трывалая, чым каўчук, і больш устойлівая да змен тэмпературы.

Пасля адкрыцця працэсу вулканізацыі ўжыванне каўчуку (у выглядзе рызіны) пачало хутка расці. Цяпер цяжка назваць такую галіну, дзе б ні ўжываліся вырабы з каўчуку. Асноўная

маса каўчуку расходуецца на выраб пакрышак і камер для аўтамабіляў, самалётаў, веласіпедаў. Каўчук ідзе таксама на вытворчасць прывадных рамянёў, транспарцёрных стужак, шлангаў, электраізаляцыі, абутку, непрамакальнага адзення, прадметаў догляду за хворымі і г. д. Па свайму значэнню каўчук стаіць цяпер у адным радзе са сталлю, нафтай, каменным вугалем.

Састаў і будова прыроднага каўчуку. Якасны аналіз паказвае, што каўчук складаецца з двух элементаў — вугляроду і вадароду, г. зн. належыць да класа вуглевадародаў. Але вуглевадароды мы ведаем гранічныя і негранічныя. Каб праверыць, да якіх з іх належыць каўчук, падзейнічаем на раствор яго ў бензіне (у вадзе каўчук не растваряецца) бромнай вадой або растворам марганцавакіслага калію. Мы ўбачым абясколерванне бромнай вады і раствору марганцавакіслага калію. Значыць, каўчук — негранічнае злучэнне.

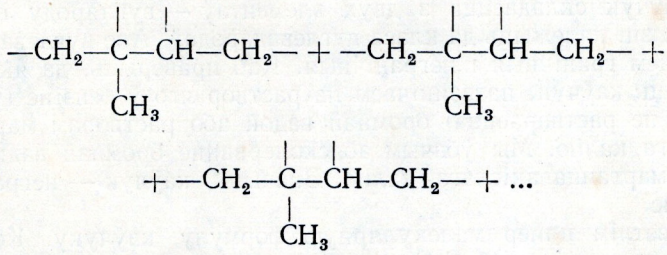
Высветлім цяпер малекулярную формулу каўчуку. Колькасны аналіз дае формулу C_5H_8, яна пацвярджае негранічны характар каўчуку. Але яна выклікае і некаторае неўразуменне. Параўнанне формулы з іншымі вуглевадародамі паказвае, што рэчыва з такой малой малекулярнай вагой павінна быць вельмі лятучай вадкасцю, між тым перад намі цвёрдае, эластычнае рэчыва. Вызначэнне малекулярнай вагі паказвае, што яна дасягае 170 000. Каўчук, такім чынам,— прыродны палімер. Формула C_5H_8 з'яўляецца толькі прасцейшай формулай каўчуку. Малекулярная формула яго $(C_5H_8)_n$. Тады ўзнікае пытанне, чым з'яўляюцца звенні C_5H_8 і як яны злучаны паміж сабой у макрамалекуле каўчуку? Паспрабуем раскладаць гэтыя малекулы на больш дробныя. З гэтай мэтай будзем награваць каўчук у прабірцы з адводнай трубкай (рыс. 8). Мы заўважым, што палімер пачне раскладацца і вадкія прадукты распаду будуць збірацца ў прыймальніку. Вядомым нам прыёмам мы выявім, што яны таксама маюць негранічны характар. Установлена, што асноўны прадукт распаду каўчуку — вуглевадарод, малекулярная формула якога C_5H_8 такая ж, як прасцейшая формула каўчуку. Гэта знаёмы нам прадстаўнік дыенавых вуглева-



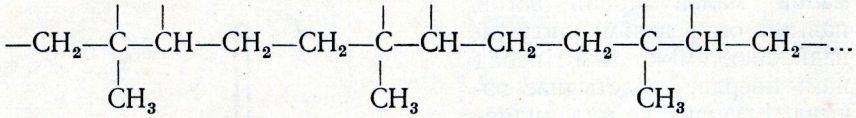
Рыс. 8. Раскладанне каўчуку пры награванні.

дародаў — ізапрэн $CH_2 = \underset{\displaystyle CH_3}{\overset{\displaystyle |}{C}} - CH = CH_2$. Значыць, звенні макрамалекулы каўчуку ўтвораны малекуламі ізапрэну.

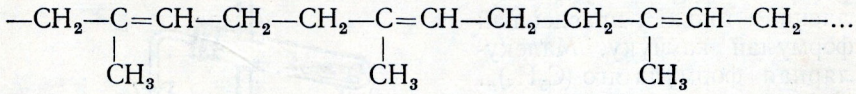
Каб зразумець будову каўчуку, разгледзім схему ўтварэння палімеру. Уявім сабе, што двайныя сувязі ў малекулах ізапрэну раскрываюцца:



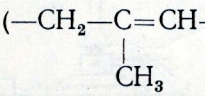
Затым малекулы злучаюцца адна з адной за кошт адзінак валентнасці, якія вызваліліся, крайніх вугляродных атамаў:



Свабодныя адзінкі валентнасці сярэдніх вугляродных атамаў змыкаюцца адна з адной і ўтвараюць двайную сувязь у сярэдзіне малекулы, якая стала цяпер ужо звяном макрамалекулы каўчуку:



Больш кароткая будова такога каўчуку можа быць паказана формулай:



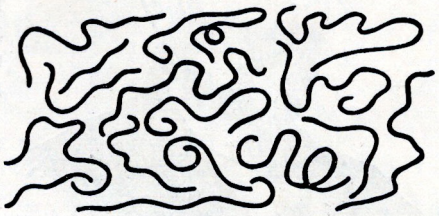
Малекулы каўчуку пабудаваны, такім чынам, у выглядзе ланцужка, яны маюць лінейную структуру.

Мы сустракаліся ўжо з палімерамі лінейнай структуры. Аднак яны не праяўлялі такой эластычнасці, якую мае каўчук. Чым жа тлумачыцца гэта яго асаблівая ўласцівасць?

Справа ў тым, што малекулы каўчуку хоць і маюць лінейную структуру, але яны не выцягнуты ў лінію, не размешчаны радамі, а вельмі выгнуты, пераблытаны, нават скручаны ў клубкі (рыс. 9). Пры расцягванні каўчуку такія малекулы распрамляюцца, узор

каўчуку ад гэтага робіцца даўжэйшым. Пры зняцці нагрузкі, з прычыны ўнутранага цеплавога руху, малекулы вяртаюцца ў ранейшы стан, размеры каўчуку скарачаюцца. Калі каўчук расцягваць з дастатковай сілай, малекулы не толькі распрамляюцца, але і зрушваюцца адна адносна адной — узор рвецца.

Сінтэтычны бутадыенавы каўчук. У многіх трапічных краінах вырошчваюцца плантацыі гевеі з мэтай атрымання з яе каўчуку. Аднак прыродных рэсурсаў каўчуку недастаткова для таго, каб поўнасцю задаволіць хутка растучы попыт на яго. Узнікла неабходнасць штучнага атрымання гэтага матэрыялу. З вялікай вастрынёй такая задача паўстала перад нашай краінай, таму што гевея ў нас не расце і мы вымушаны былі ўвозіць каўчук з-за мяжы.



Рыс. 9. Схема будовы каўчуку.

У выніку шматгадовай напружанай работы ленінградскаму вучонаму С. В. Лебедзеву ўдалося распрацаваць сінтэтычны спосаб атрымання каўчуку, і з 1932 г. такі каўчук вырабляецца ў нашай краіне. Савецкі Саюз быў першай краінай у свеце, якая арганізавала буйную вытворчасць сінтэтычнага каўчуку.

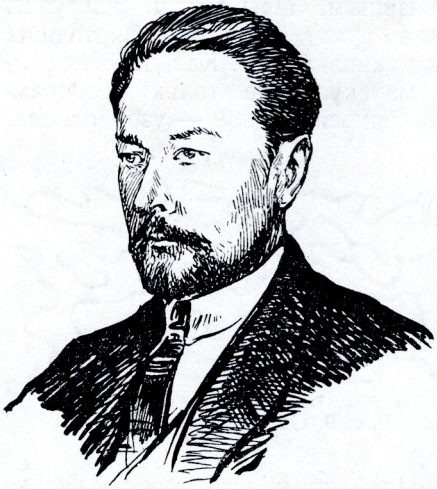
У распрацоўцы сінтэзу каўчуку С. В. Лебедзеў пайшоў па шляху пераймання ў прыроды. Паколькі натуральны каўчук — палімер дыенавага вуглевадароду, ён выкарыстаў таксама дыенавы вуглевадарод, толькі больш просты і даступны — бутадыен $CH_2 = CH — CH = CH_2$. Бутадыен атрымліваўся для гэтай мэты з этылавага спірту.

Полімерызацыя бутадыену па метаду С. В. Лебедзева праводзіцца ў прысутнасці каталізатара — металічнага натрыю. Па аналогіі з полімерызацыяй ізапрэну яе можна паказаць так:

$$CH_2=CH—CH=CH_2+CH_2=CH—CH=CH_2+$$
$$+CH_2=CH—CH=CH_2+\ldots\rightarrow$$
$$\rightarrow —CH_2—\underset{|}{CH}—\underset{|}{CH}—CH_2— +$$
$$+ —CH_2—\underset{|}{CH}—\underset{|}{CH}—CH_2— + —CH_2—\underset{|}{CH}—\underset{|}{CH}—CH_2— +\ldots\rightarrow$$
$$\rightarrow —CH_2—CH=CH—CH_2—CH_2—CH=CH—CH_2—CH_2—$$
$$—CH=CH—CH_2—\ldots$$

Скарочана будову бутадыенавага (полібутадыенавага) каўчуку можна паказаць тады формулай $(—CH_2—CH = CH—CH_2—)_n$.

Сінтэтычны бутадыенавы каўчук, як і прыродны, з'яўляецца негранічным злучэннем. Малекулы яго маюць лінейную структуру.



Сяргей Васільевіч Лебедзеў (1874—1934).

Бутадыенавы каўчук мае добрую вода- і газанепранікальнасць. Аднак ён уступае натуральнаму каўчуку па эластычнасці і зносаўстойлівасці. Бутадыенавы каўчук ідзе на вытворчасць разнастайных рызіна-тэхнічных вырабаў, рызінавага абутку, знадворнай абалонкі кабеляў, дзіцячых цацак і г. д.

Цяпер, апрача бутадыенавага каўчуку, прамысловасцю выпускаюцца і іншыя сінтэтычныя каўчукі, якія пераўзыходзяць яго па ўласцівасцях. Адны з іх характарызуюцца вялікай механічнай трываласцю, другія — высокай хімічнай стойкасцю, трэція асабліва ўстойлівыя да дзеяння растваральнікаў і г. д. Кожны з іх ужываецца ў адпаведнасці са сваімі ўласцівасцямі.

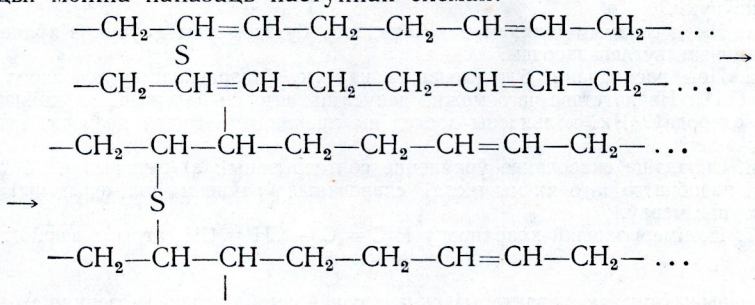
Для вытворчасці бутадыенавага і некаторых іншых каўчукаў патрэбна велізарная колькасць бутадыену. З часоў С. В. Лебедзева бутадыен атрымлівалі з этылавага спірту, а для атрымання спірту патрэбны зерне і бульба. Перад вучонымі была пастаўлена задача перавесці вытворчасць каўчуку на новыя крыніцы сыравіны з тым, каб харчовыя прадукты маглі быць выкарыстаны па іх прамому прызначэнню. Адным з сучасных спосабаў атрымання бутадыену з'яўляецца дэгідраванне бутану. У малекулах бутану ўжо ёсць ланцужок з чатырох атамаў вугляроду. Неабходна толькі адняць ад такой малекулы адпаведную колькасць атамаў вадароду, каб у ёй маглі ўтварыцца дзве двайныя сувязі:

$$CH_3—CH_2—CH_2—CH_3 \rightarrow CH_2=CH—CH=CH_2+2H_2$$

Гэта рэакцыя ідзе пры награванні ў прысутнасці каталізатара.

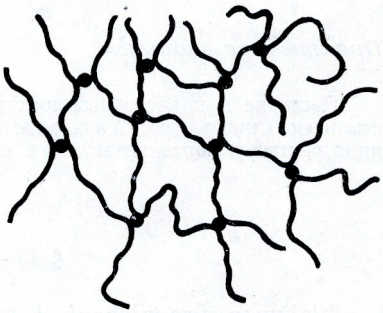
Вулканізацыя каўчуку. Прыродны і сінтэтычны каўчукі пераважна выкарыстоўваюцца ў выглядзе рызіны, таму што яна мае больш высокія фізіка-механічныя ўласцівасці. З гэтай мэтай каўчук вулканізуюць. Гэты працэс заключаецца ў наступным. З сумесі каўчуку з серай, напаўняльнікамі (асабліва важным напаўняльнікам з'яўляецца сажа), пластыфікатарамі і іншымі рэчывамі фармуюць патрэбныя вырабы. Затым іх награваюць. Пры гэтых умовах атамы серы ўступаюць у хімічнае ўзаемадзеянне з лінейнымі малекуламі каўчуку і сабой як бы «сшываюць» іх адну з адной.

На прыкладзе бутадыенавага каўчуку гэты працэс вулканізацыі можна паказаць наступнай схемай:



Такім чынам устанаўліваюцца сувязі і з многімі іншымі малекуламі.

Відаць, структуру вулканізаванага каўчуку ўжо нельга назваць лінейнай, таму што лінейныя малекулы тут хімічна злучаны паміж сабой у самых разнастайных напрамках (рыс. 10). Утварыліся гіганцкія малекулы больш складанай структуры, якія маюць тры вымярэнні ў прасторы — як бы даўжыню, шырыню і таўшчыню. Такая структура палімераў называецца *прасторавай* або *трохмернай*.



Рыс. 10. Схема будовы вулканізаванага каўчуку (рызіны): звілістыя ланцуговыя малекулы каўчуку «сшыты» атамамі серы.

Каўчук з прасторавай структурай (рызіна) будзе, вядома, мацнейшы за невулканізаваны, таму што тут паміж лінейнымі малекуламі, акрамя звычайных міжмалекулярных сіл, дзейнічаюць у радзе месц яшчэ і хімічныя сілы. Натуральна, што аддзяліць такія малекулы адну ад адной цяжэй.

Наладжваннем хімічных сувязей паміж малекуламі тлумачыцца і адрозненне ў растваральнасці каўчуку і рызіны. Калі ў прабіркі з бензінам змясціць асобна кавалачкі невулканізаванага (сырога) каўчуку і рызіны, то праз некалькі дзён можна знайсці, што каўчук раствараецца ў бензіне, а рызіна толькі набракае ў ім. Вывад можа быць толькі адзін: малекулы растваральніка змаглі раз'яднаць і перавесці ў раствор малекулы ў невулканізаваным каўчуку, але не змаглі раз'яднаць іх у рызіне.

Пытанні і практыкаванні

31. Ахарактарызуйце: а) фізічныя ўласцівасці, б) хімічныя ўласцівасці, в) народнагаспадарчае значэнне каўчуку.

32. У чым адрозненне паміж уласцівасцю эластычнасці і ўласцівасцю пластычнасці? Якімі асаблівасцямі будовы тлумачыцца эластычнасць каўчуку?

33. Якія довады можна прывесці ў пацвярджэнне таго, што натуральны каўчук з'яўляецца палімерам ізапрэну? Пакажыце хімічную будову ізапрэнавага каўчуку.

34. Як доследным шляхам даказаць, што бутадыенавы каўчук з'яўляецца негранічным вуглевадародам?

35. Пры раскладанні бутадыенавага каўчуку ўтвараецца вуглевадарод саставу C_4H_6. На падставе чаго можна дапусціць, што ён належыць да дыенавых вуглевадародаў? Які колькасны дослед вы прапанавалі б для праверкі гэтага дапушчэння?

36. Складзіце скарочанае ўраўненне полімерызацыі: а) бутадыену, б) ізапрэну, падобна да таго як мы пісалі скарочаныя ўраўненні полімерызацыі для іншых палімераў.

37. Полімерызацыяй хларапрэну $H_2C = \underset{\displaystyle Cl}{\underset{|}{C}} - CH = CH_2$ атрымліваюць хларапрэнавы каўчук, які характарызуецца высокай устойлівасцю да дзеяння святла, цяпла і растваральнікаў. Складзіце ўраўненне полімерызацыі хларапрэну і напішыце структурную формулу палімеру.

38. Што такое вулканізацыя? Як называецца прадукт вулканізацыі каўчуку?

39. Чаму рызіна мацнейшая за каўчук і нерастваральная ў арганічных растваральніках?

40. Ахарактарызуйце: а) лінейную, б) прасторавую структуру палімераў.

Практычнае заданне

Пастаўце дома наступныя доследы з рызінай і каўчукам: а) параўнанне эластычнасці і трываласці, б) адносіны да награвання, в) адносіны да бензіну, г) дзеянне раствору марганцавакіслага калію на каўчук.

§ 13. АЦЭТЫЛЕН

Фізічныя ўласцівасці і будова. Апрача этыленавых і дыенавых вуглевадародаў, ёсць і іншыя негранічныя вуглевадароды. Азнаёмімся з прасцейшым і вельмі важным з іх — ацэтыленам.

Ацэтылен — бясколерны газ, лягчэйшы за паветра, крыху растваральны ў вадзе.

Дослед паказвае, што малекулярная вага ацэтылену роўна 26. Паколькі гэта вуглевадарод, то, відаць, у малекуле яго можа змяшчацца толькі два атамы вугляроду ($12 \cdot 2 = 24$) і два атамы вадароду ($26 - 24 = 2$), г. зн. малекулярная формула ацэтылену C_2H_2.

У малекуле ацэтылену, значыць, яшчэ на 2 атамы вадароду менш, чым у малекуле этылену. Паколькі вуглярод у арганічных злучэннях нязменна застаецца чатырохвалентным, відаць, за кошт не хапаючых да этылену двух атамаў вадароду ў малекуле этылену ўтвараецца трэцяя сувязь паміж атамамі вугляроду. Структурная формула ацэтылену ў такім выпадку будзе:

$$H—C\equiv C—H \quad \text{або} \quad CH\equiv CH$$

Трэцяя сувязь у малекуле ацэтылену — гэта не што іншае, як трэцяя электронная пара паміж атамамі вугляроду

$$H:C\vdots C:H \quad \text{або} \quad H:C:::C:H$$

Ведаючы электронную будову ацэтылену, па аналогіі з этыленам можна дапусціць, што дзве электронныя пары тут уступаюць па трываласці трэцяй, асноўнай, і што па месцы разрыву гэтых дзвюх сувязей могуць адбывацца рэакцыі далучэння. Мы, такім чынам, можам выказаць меркаванне аб высокай хімічнай актыўнасці ацэтылену.

Хімічныя ўласцівасці. Як і іншыя вуглевадароды, ацэтылен можа гарэць. У адрозненне ад метану і этылену ён гарыць куродымным полымем. Дайце тлумачэнне гэтай з'яве, параўнаўшы працэнтны састаў вуглевадародаў.

Вы, вядома, назіралі яркае полымя ацэтылену, які гарыць, пры зварачных работах на будоўлях, у майстэрнях, на заводзе. Там не відаць утварэння сажы. Можам і мы куродымнае полымя ацэтылену ператварыць у асляпляльна яркае, калі будзем удзімаць у полымя праз трубку дадатковую колькасць паветра. Часцінкі вугляроду будуць вельмі распальвацца ў сярэдняй частцы полымя і надаваць яму яркасць, а затым зусім згараць, не ўтвараючы сажы. Пры зварачных работах замест паветра ўжываюць кісларод; дзякуючы гэтаму ацэтылен не толькі зусім згарае, але і пры гэтым тэмпература полымя дасягае да 3 000°С. Сумесі ацэтылену з паветрам і кіслародам выбухованебяспечныя.

Каб праверыць негранічны характар ацэтылену, запоўнім газам два цыліндры. У адзін з іх прыльём раствор марганцавакіслага калію, а ў другі — бромную ваду. Пры ўстрэсванні цыліндраў убачым абясколерванне растворaў. Раствор марганцавакіслага калію абясколерыўся таму, што ён акісліў ацэтылен. У другім выпадку адбылося далучэнне брому да ацэтылену. Гэту рэакцыю можна паказаць як двухстадыйную.

Спачатку бром далучаецца па месцы разрыву адной з сувязей:

$$H-C\equiv C-H + Br_2 \rightarrow H-\underset{\displaystyle Br}{\overset{|}{C}}=\underset{\displaystyle Br}{\overset{|}{C}}-H$$

Затым далучаецца другая малекула брому:

$$H-\underset{\displaystyle Br}{\overset{|}{C}}=\underset{\displaystyle Br}{\overset{|}{C}}-H + Br_2 \rightarrow H-\underset{\displaystyle Br}{\overset{|}{\overset{\displaystyle Br}{\overset{|}{C}}}}-\underset{\displaystyle Br}{\overset{|}{\overset{\displaystyle Br}{\overset{|}{C}}}}-H$$

Тэтрабромэтан

Сумарнае ўраўненне можа быць запісана так:

$$C_2H_2 + 2Br_2 \rightarrow C_2H_2Br_4$$

У прысутнасці нікелевага каталізатара пры награванні да ацэтылену можа далучыцца вадарод. Пры гэтым ацэтылен спачатку ператвараецца ў этылен і далей у этан:

$$C_2H_2+H_2 \rightarrow C_2H_4 \qquad C_2H_4+H_2 \rightarrow C_2H_6$$

Гэта рэакцыя цікавая тым, што паказвае ператварэнне адных вуглевадародаў у іншыя, але яна не мае практычнага значэння.

Важнай з'яўляецца рэакцыя ацэтылену з хлорыстым вадародам. Хлорысты вадарод далучаецца па адной з сувязей (у прысутнасці каталізатараў), у выніку ўтвараецца хлорысты вініл, або хлорвініл:

$$CH{\equiv}CH+HCl \rightarrow CH_2{=}\underset{\displaystyle Cl}{\underset{|}{CH}}$$

Хлорвініл — бясколерны газ. Як рэчыва негранічнае, ён можа палімерызавацца:

$$CH_2{=}\underset{\displaystyle Cl}{\underset{|}{CH}} + CH_2{=}\underset{\displaystyle Cl}{\underset{|}{CH}} + CH_2{=}\underset{\displaystyle Cl}{\underset{|}{CH}} + \ldots \rightarrow$$

$$\rightarrow -CH_2-\underset{\displaystyle Cl}{\underset{|}{CH}}-CH_2-\underset{\displaystyle Cl}{\underset{|}{CH}}-CH_2-\underset{\displaystyle Cl}{\underset{|}{CH}}- \ldots$$

Палімер, які ўтвараецца,— поліхлорвініл — шырока выкарыстоўваецца для ізаляцыі правадоў, для вырабу плашчоў, цыраты, штучнай скуры, труб і г. д.

Прымяненне і атрыманне. Яшчэ не так даўно ацэтылен ужываўся амаль выключна ў якасці гаручага пры газавай зварцы і рэзцы металаў (рыс. 11). Цяпер ён усё больш выкарыстоўваецца для сінтэзу розных арганічных злучэнняў.

У выніку далучэння хлору да ацэтылену атрымліваюць тэтрахлорэтан:

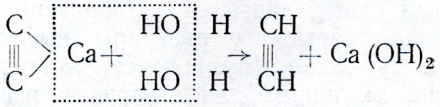
$$CH{\equiv}CH+2Cl_2 \rightarrow CHCl_2{-}CHCl_2$$

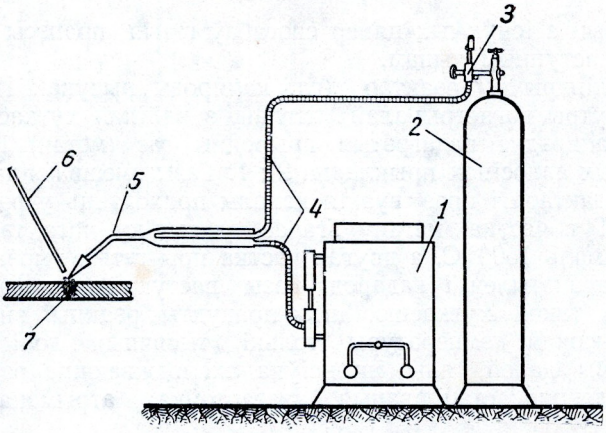
Тэтрахлорэтан выкарыстоўваецца ў якасці растваральніка. Шляхам далейшай перапрацоўкі з яго атрымліваюць іншыя хлоравытворныя.

У вялікіх колькасцях ацэтылен выкарыстоўваюць для атрымання хлорвінілу, полімерызацыяй якога атрымліваюць далей поліхлорвініл. Зыходзячы з ацэтылену, атрымліваюць і іншыя палімеры, якія ідуць на выраб пластмас, каўчуку і сінтэтычных валокнаў.

Ацэтылен — асноўная зыходная сыравіна для атрымання воцатнай кіслаты.

У лабараторыях і ў прамысловасці ацэтылен атрымліваюць карбідным спосабам. Калі карбід кальцыю CaC_2 змясціць у пасудзіну з вадой або ваду прыліваць да карбіду кальцыю, адразу пачынаецца бурнае вылучэнне ацэтылену:





Рыс. 11. Схема ацэтылена-кіслароднай зваркі:

1 — пераносны генератар ацэтылену; *2* — балон з кіслародам; *3* — прылада для паніжэння ціску кісларoду; *4* — рызінавыя шлангі; *5* — ацэтыленавая гарэлка; *6* — прысадачны дрот для запаўнення шва металам; *7* — зварное шво.

Аднак карбідны спосаб не можа задаволіць усё ўзрастаючы попыт на ацэтылен, асабліва з боку прамысловасці палімерных матэрыялаў, таму што ён звязан з вялікімі затратамі электраэнергіі на атрыманне карбіду кальцыю.

У апошнія гады пачаў ужывацца спосаб атрымання ацэтылену з найбольш даступнай хімічнай сыравіны — прыроднага газу (метану).

Мы ведаем, што калі метан награваць да высокай тэмпературы, то ён раскладаецца на вуглярод і вадарод. Значыць, адным з прамежкавых прадуктаў гэтай рэакцыі з'яўляецца ацэтылен:

$$2CH_4 \rightarrow C_2H_2 + 3H_2$$
$$C_2H_2 \rightarrow 2C + H_2$$
$$\overline{2CH_4 \rightarrow 2C + 4H_2}$$

Ідэя атрымання ацэтылену з метану заключаецца ў тым, каб вылучыць яго на прамежкавай стадыі, не даць яму магчымасці раскласціся на вугляpод і вадарод. Гэтага можна дасягнуць, калі ацэтылен, які ўтвараецца, хутка выдаліць з зоны высокай тэмпературы і астудзіць.

Ёсць і другая ідэя ў дадзенай вытворчасці. Для раскладання метану патрэбна стварыць у рэактары высокую тэмпературу. Крыніцай цяпла тут можа з'яўляцца сам метан: частка яго будзе выкарыстоўвацца як паліва для стварэння неабходнай тэмпературы, а частка — як хімічная сыравіна для атрымання патрэбнага прадукту.

У адным з існуючых цяпер спосабаў гэтыя працэсы ажыццяўляюцца наступным чынам.

У цыліндрычны рэактар (гл. каляровы рысунак II), выкладзены ўнутры вогнетрывалай цэглай, з вялікай хуткасцю паступаюць папярэдне падагрэтыя прыродны газ (метан) і кісларод у аб'ёмных адносінах прыкладна 2 : 1. Газы змешваюцца ў асобай камеры рэактара і праз вузкія каналы праходзяць у рэакцыйную камеру. Тут частка метану згарае, у выніку чаго тэмпература дасягае амаль 1500° С, а другая частка пры гэтых умовах раскладаецца на ацэтылен і вадарод. Газы паступаюць у рэакцыйную камеру з такой хуткасцю, што прадукты рэакцыі знаходзяцца ў зоне высокай тэмпературы толькі тысячныя долі секунды; праходзячы далей, яны інтэнсіўна ахалоджваюцца вадой — так ажыццяўляецца стабілізацыя, «загартоўка» атрыманага ацэтылену.

У прадуктах рэакцыі, акрамя ацэтылену і вадароду, змяшчаюцца сажа, вокіслы вугляроду і іншыя рэчывы. Сажа аддзяляецца пры прамыўцы газу вадой. Затым з сумесі вылучаецца мэтавы прадукт рэакцыі — ацэтылен. Вадарод, які атрымліваецца пры гэтым працэсе, можа быць выкарыстаны для сінтэзу аміяку і арганічных рэчываў.

Пытанні і практыкаванні

41. Пералічыце: а) фізічныя ўласцівасці, б) хімічныя ўласцівасці, в) прымяненне, г) спосабы атрымання ацэтылену. Напішыце ўраўненні хімічных рэакцый.

42. Чаму знікае куродым і павялічваецца яркасць полымя пры ўдзіманні паветра ў ацэтылен, які гарыць?

43. Складзіце ўраўненне поўнага згарання ацэтылену і разлічыце, колькі літраў кіслароду расходуецца на спальванне 13 *г* ацэтылену (пры н. у.).

44. Якая максімальная колькасць брому (у грамах) можа ўступіць у рэакцыю злучэння з 11,2 *л* ацэтылену?

45. Як вы прапанавалі б атрымаць хлорысты этыл, выходзячы з ацэтылену? Напішыце ўраўненні рэакцый.

46. Колькі літраў ацэтылену (пры н. у.) можа быць атрымана з 1 *кг* тэхнічнага карбіду кальцыю, які змяшчае 30% прымесей?

47. Складзіце скарочанае ўраўненне рэакцыі полімерызацыі хлорыстага вінілу ў высокамалекулярны прадукт.

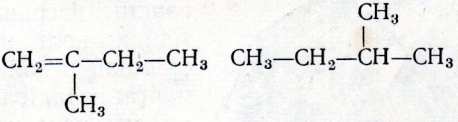
48. Ацэтылен з'яўляецца зыходным прадуктам для прамысловага атрымання цэлага рада хлоравытворных вуглевадародаў. Складзіце ўраўненні наступных ператварэнняў ацэтылену, карыстаючыся структурнымі формуламі:

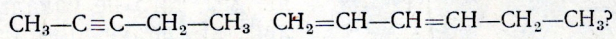
$$C_2H_2 \xrightarrow{+2Cl_2} C_2H_2Cl_4 \xrightarrow{-HCl} C_2HCl_3 \xrightarrow{+Cl_2} C_2HCl_5 \xrightarrow{+Cl_2} C_2Cl_6$$

49. Ацэтылен з'яўляецца пачатковым членам гамалагічнага рада неграніч-ных вуглевадародаў з адной трайной сувяззю ў малекуле. Складзіце структурныя формулы двух бліжэйшых гамолагаў ацэтылену.

50. Выведзіце агульную формулу вуглевадародаў рада ацэтылену. Якія яшчэ вуглевадароды маюць тую ж агульную формулу?

51. Да якіх гамалагічных радоў належаць наступныя вуглевадароды:





52. Зрабіце абагульненне звестак аб галагенавытворных, якія вам сталі вядомы пры вывучэнні вуглевадародаў: выпішыце іх назвы, формулы, пералічыце ўласцівасці і прымяненне.

Практычнае заданне

На будоўлі, у майстэрні, у цэху азнаёмцеся з канструкцыяй і дзеяннем перасоўнага генератара ацэтылену; падрыхтуйце паведамленне на гэту тэму.

АРАМАТЫЧНЫЯ ВУГЛЕВАДАРОДЫ

Араматычнымі гэтыя злучэнні былі названы таму, што першыя вядомыя рэчывы гэтай групы мелі прыемны пах.

Пазней выявілася, што большасць рэчываў, якія па будове і хімічных уласцівасцях бясспрэчна належаць да той жа групы, не маюць араматычнага паху. Аднак агульная назва гэтых злучэнняў, якая гістарычна склалася, засталася за імі да нашых дзён.

Прасцейшым і самым важным прадстаўніком араматычных вуглевадародаў з'яўляецца бензол.

§ 14. БЕНЗОЛ

Фізічныя ўласцівасці і будова. Бензол — лёгка кіпячая бясколерная рухомая вадкасць са своеасаблівым пахам. Калі прыліць бензол у прабірку з вадой, ён збіраецца слоем зверху. Бензол, значыць, нерастваральны ў вадзе і лягчэйшы за яе. Ён добры растваральнік многіх арганічных рэчываў.

Пры ахаладжэнні бензол лёгка застывае ў белую крышталічную масу з тэмпературай плаўлення 5,5° С.



Мікалай Дзмітрыевіч Зялінскі (1861—1953)

Малекулярная формула бензолу C_6H_6. Як бачым, бензол з'яўляецца вельмі ненасычаным вуглевадародам: у малекуле яго не хапае 8 атамаў вадароду да саставу, які адпавядае формуле гранічных вуглевадародаў C_nH_{2n+2}.

На гэтай падставе можна меркаваць, што бензол будзе лёгка ўступаць у звычайныя рэакцыі негранічных злучэнняў. Аднак калі яго ўзбоўтаць з бромнай вадой або з растворам марганцавакіслага калію, то, як мы таго не чакалі, не выявім ні далучэння брому, ні абясколервання раствору марганцавакіслага калію.

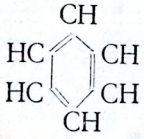
Тлумачэнне такой супярэчнасці трэба шукаць, відаць, зноў у хімічнай будове рэчыва.

Да высвятлення будовы бензолу можна падысці, пачынаючы з яго сінтэзу. М. Д. Зялінскі і Б. А. Казанскі вызначылі, што бензол можа быць атрыманы пры прапусканні ацэтылену праз трубку з актывізаваным вугалем, нагрэтым да 650° С. Параўноўваючы састаў малекул ацэтылену C_2H_2 і бензолу C_6H_6, мы прыходзім да вываду, што з кожных трох малекул ацэтылену пры гэтым утвараецца малекула бензолу, г. зн. ідзе рэакцыя полімерызацыі (трымерызацыі):

$$3C_2H_2 \rightarrow C_6H_6$$

Але малекулярнай формуле C_6H_6 можа адпавядаць некалькі структурных формул як з адкрытым, так і з замкнёным ланцугом вугляродных атамаў, напрыклад:

$$CH_2=CH-C\equiv C-CH=CH_2$$

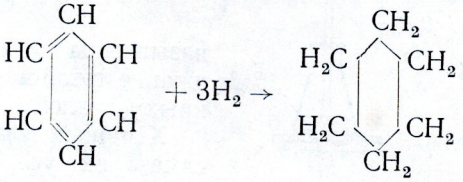


Якая ж з іх будзе сапраўднай формулай бензолу?

На падставе рэакцыі сінтэзу тут нельга прыйсці да заключэння аб будове рэчыва. У такім выпадку трэба звярнуцца да хімічных уласцівасцей яго і паспрабаваць у іх знайсці пацвярджэнне той або іншай формуле.

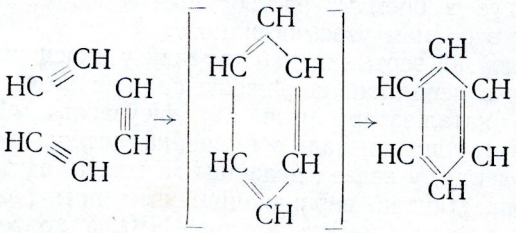
Адсутнасць рэакцыі з бромнай вадой гаворыць за тое, што першая формула наўрад ці выражае будову бензолу. Вельмі важны

таксама наступны факт. Калі сумесь пары бензолу з вадародам прапускаць праз нагрэтую трубку з каталізатарам, то паміж гэтымі рэчывамі адбываецца рэакцыя злучэння, прычым так, што да кожнай малекулы бензолу далучаюцца дакладна тры малекулы вадароду. Прадукт рэакцыі нам знаёмы — гэта цыклагексан. Утварэнне цыклагексану тут можна зразумець толькі ў тым выпадку, калі прызнаць, што зыходны прадукт мае цыклічную будову:

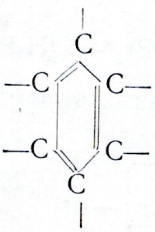


На самай справе, калі б бензол меў незамкнёны ланцуг вугляродных атамаў, тады малекула яго да поўнага насычэння далучыла б не тры, а чатыры малекулы вадароду ($C_6H_6+4H_2\rightarrow C_6H_{14}$). Гэта, аднак, супярэчыць доследу.

Утварэнне цыклічнай малекулы бензолу з трох малекул ацэтылену мы можам паказаць наступным чынам:

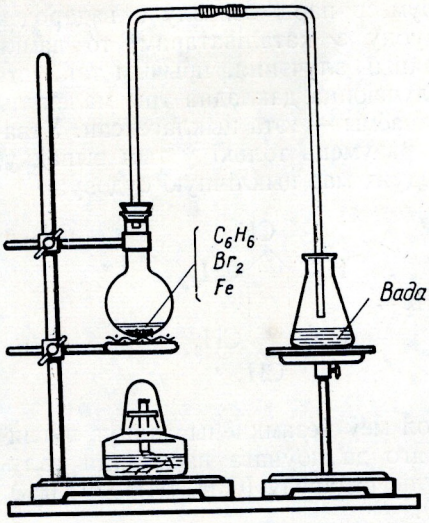


Цыклічная групоўка атамаў



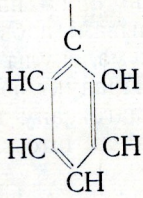
атрымала назву *бензольнага кольца* або *бензольнага ядра*. Наяўнасць такіх груповак характэрна для араматычных злучэнняў[1].

[1] Згодна з сучасным уяўленнем аб электроннай будове бензолу ўсе сувязі паміж атамамі вугляроду ў ім аднолькавыя. Гэта пытанне падрабязна разглядаецца ў падручніках арганічнай хіміі для вышэйшай школы.



Рыс. 12. Браміраванне бензолу.

Аднавалентны радыкал бензолу



называецца фенілам. Паходжанне гэтай назвы высветліцца крыху пазней.

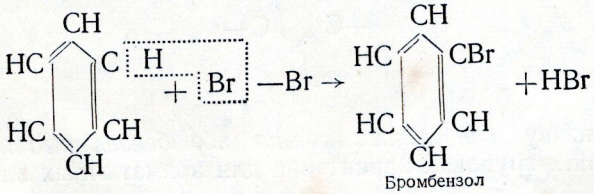
Хімічныя ўласцівасці. Таксама, як усе вуглевадароды, бензол гарыць. Пры яго гарэнні ўтвараецца вельмі многа сажы, што лёгка зразумець, таму што працэнтная колькасць вугляроду ў ім тая ж, што і ў ацэтылене.

Бензол, як мы пераканаліся раней, не рэагуе з бромам, растворaным у вадзе. Але ў іншых умовах бензол з бромам узаемадзейнічае.

У колбу з доўгай вертыкальнай трубкай у якасці халадзільніка змесцім бензол з невялікай колькасцю брому і жалезнымі стружкамі ў якасці каталізатара (рыс. 12). Неўзабаве мы заўважым, што ў адводнай трубцы прылады з'яўляецца «дымок». Растварыўшы газ, які вылучаецца, у вадзе і дадаўшы да гэтага раствору азотнакіслага серабра, можна пераканацца, што пры рэакцыі брому з бензолам утвараецца бромісты вадарод HBr. У колбе пасля рэакцыі застаецца цяжкая вадкасць — бромбензол C_6H_5Br. Рэакцыя браміравання бензолу можа быць паказана, значыць, такім ураўненнем:

$$C_6H_6 + Br_2 \rightarrow C_6H_5Br + HBr$$

або з ужываннем структурных формул:



Бромбензол

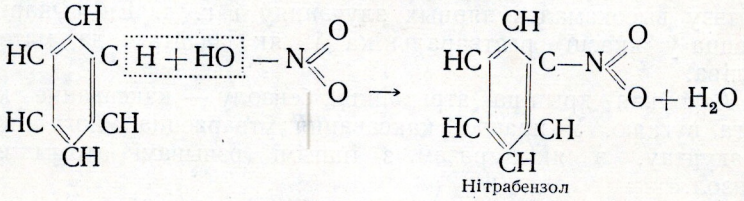
Аналагічна бензол можа ўзаемадзейнічаць з хлорам.

Характэрная для бензолу рэакцыя з азотнай кіслатой. Калі да сумесі канцэнтраваных азотнай і сернай кіслот дадаць бензол

і сумесь злёгку падагрэць, адбываецца рэакцыя, у выніку якой утвараецца цяжкая жаўтаватая вадкасць з пахам горкага міндалю — нітрабензол $C_6H_5NO_2$. Тут група атамаў — NO_2, называемая *нітрагрупай*, уступае на месца атама вадароду таксама, як бром у папярэдняй рэакцыі. Гэта рэакцыя называецца рэакцыяй *нітравання*. Яна можа быць паказана такім ураўненнем:

$$C_6H_6 + HONO_2 \rightarrow C_6H_5{-}NO_2 + H_2O$$

або



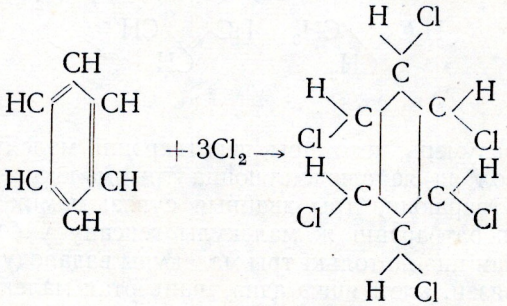
Нітрабензол

Вада, якая ўтвараецца пры рэакцыі, звязваецца сернай кіслатой.

Няцяжка ўбачыць, што рэакцыі браміравання і нітравання належаць да тыпу рэакцый *замяшчэння*. Па рэакцыях замяшчэння бензол крыху падобны да гранічных вуглевадародаў, нягледзячы на негранічнасць свайго саставу.

Бензол уступае і ў рэакцыі *далучэння*. З адной з такіх рэакцый — далучэннем вадароду — мы ўжо знаёмы. Складзіце ўраўненне гэтай рэакцыі, карыстаючыся звычайнымі малекулярнымі формуламі.

Да бензолу можа далучацца хлор, калі рэакцыю злучэння гэтых рэчываў праводзіць на святле (фотахімічная рэакцыя). Так атрымліваецца гексахлорцыклагексан:



Гексахлорцыклагексан

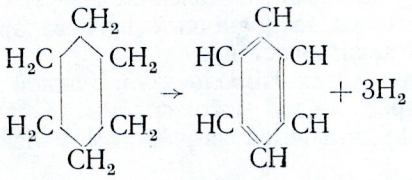
Рэакцыі далучэння вадароду і хлору паказваюць, што бензол некалькі падобны і да негранічных вуглевадародаў.

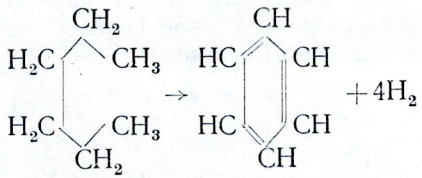
У бензоле, такім чынам, як бы спалучаюцца ўласцівасці гранічных і негранічных вуглевадародаў. Пры гэтым рэакцыі замяшчэння ідуць у яго лягчэй, чым у гранічных вуглевадародаў, а рэакцыі далучэння — цяжэй, чым у негранічных злучэнняў. Апошняе пацвярджаецца хоць бы тым фактам, што бензол, як мы бачылі, не ўступае ў рэакцыю з бромнай вадой.

Прымяненне і атрыманне. Бензол з'яўляецца зыходным рэчывам для сінтэзу вельмі многіх арганічных злучэнняў — нітрабензолу, хлорбензолу (аналагічнага бромбензолу), разнастайных фарбавальнікаў, лекавых рэчываў, ядахімікатаў, манамераў для сінтэзу высокамалекулярных злучэнняў і г. д. Ён выкарыстоўваецца ў якасці растваральніка і як дадатак да маторнага паліва.

Асноўная крыніца атрымання бензолу — каксаванне каменнага вугалю. У працэсе каксавання ўтвараецца многа лятучых прадуктаў, з якіх разам з іншымі рэчывамі атрымліваецца бензол.

Савецкія вучоныя адкрылі спосаб атрымання бензолу з неараматычных вуглевадародаў. Пры награванні ў прысутнасці плаціны і іншых каталізатараў могуць ператварацца ў бензол цыклагексан і гексан:

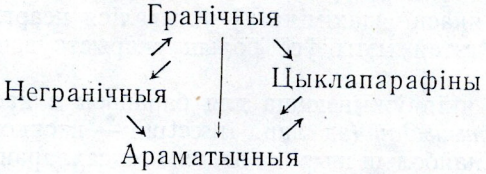




Лёгка зразумець, што пры ператварэнні малекулы цыклагексану ў бензол ад яе адшчапляюцца тры малекулы вадароду, за кошт чаго ўтвараюцца тры двайныя сувязі паміж атамамі вугляроду. Пры ператварэнні ж малекулы гексану ў бензол павінны, відаць, адшчапіцца не толькі тры малекулы вадароду для ўтварэння двайных сувязей, але і яшчэ адна, чацвёртая малекула, каб ланцуг вугляродных атамаў мог замкнуцца ў кольца.

Рэакцыі атрымання бензолу з іншых вуглевадародаў набылі цяпер практычнае значэнне. Разам з тым гэтыя рэакцыі маюць і вялікую тэарэтычную цікавасць. Яны паказваюць, што розныя

рады вуглевадародаў не раз'яднаны паміж сабой, а звязаны ўзаемнымі пераходамі. Вам сталі вядомы ўжо наступныя ўзаемаператварэнні вуглевадародаў:



Метадамі сінтэтычнай хіміі могуць быць ажыццёўлены і іншыя пераходы паміж вуглевадародамі.

Пытанні і практыкаванні

1. Пералічыце: а) фізічныя ўласцівасці, б) хімічныя ўласцівасці, в) прымяненне, г) атрыманне бензолу. Напішыце ўраўненні рэакцый.
2. Якія эксперыментальныя даныя пацвярджаюць структурную формулу бензолу? Дайце па магчымасці поўны адказ.
3. Як распазнаць на падставе хімічных уласцівасцей тры вадкасці — бензол C_6H_6, гексан C_6H_{14} і гексілен C_6H_{12}?
4. Прывядзіце прыклады рэакцый, якія паказваюць падабенства бензолу: а) да гранічных, б) да негранічных вуглевадародаў. Назавіце, у чым праяўляецца адрозненне ва ўласцівасцях.
5. Калі бромную ваду ўзбоўтаць з бензолам і даць сумесі адстояцца, то можна заўважыць з'яўленне інтэнсіўнай афарбоўкі бензольнага слоя. Чым гэта тлумачыцца?
6. Складзіце ўраўненне рэакцыі атрымання хлорбензолу. Якая вам вядома яшчэ рэакцыя хлору з бензолам?
7. Сярод рэакцый, разгледжаных пры характарыстыцы бензолу, знайдзіце дзве ўзаемна супрацьлеглыя.
8. Прывядзіце па аднаму ўраўненню рэакцый, якія ілюструюць узаемаператварэнні вуглевадародаў, паказаныя стрэлкамі на схеме (стар. 53).

§ 15. ГЕКСАХЛАРАН І ДДТ — ПРАДСТАЎНІКІ АРГАНІЧНЫХ ЯДАХІМІКАТАЎ

Хімія дае сельскай гаспадарцы многа рэчываў, якія дапамагаюць атрымліваць высокія ўраджаі. Гэта не толькі ўгнаенні, якія дастаўляюць раслінам неабходныя пажыўныя элементы. Культурныя расліны трэба ахаваць ад насякомых і іншых шкоднікаў, ад розных хвароб, неабходна перашкодзіць развіццю на палях пустазелля і г. д.

Па падліках спецыялістаў страты ўраджаю ад шкоднікаў і хвароб раслін у многіх выпадках дасягаюць 20 працэнтаў. Асабліва вялікія страты сельскай гаспадарцы наносяць шкодныя насякомыя, разнастайнасць іх велізарная, і яны хутка размнажаюцца. Напрыклад, тля, якая сустракаецца на многіх раслінах, дае за

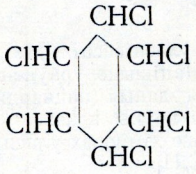
лета 18 пакаленняў; адзін каларадскі жук дае дзесяткі мільёнаў жукоў, якія здольны знішчыць да 100 тысяч кустоў бульбы.

Найбольш эфектыўны спосаб барацьбы са шкоднікамі — прымяненне хімічных сродкаў — ядахімікатаў.

Раней у якасці ядахімікатаў ужываліся неарганічныя рэчывы. Цяпер для гэтай мэты ўсё больш скарыстоўваюцца арганічныя злучэнні.

Рэчывы, якія ўжываюцца для барацьбы з насякомымі, маюць назву *інсектыцыдаў* (ад лац. insectum — насякомае, caedo — забіваю). З іх найбольш шырока вядомы гексахларан і ДДТ — хлоравытворныя араматычных вуглевадародаў.

Гексахларан, або, больш дакладна, гексахлорцыклагексан, атрымліваецца, як мы бачылі, далучэннем хлору да бензолу і мае будову:



У прамысловасці яго атрымліваюць фотахімічным спосабам — пры абпраменьванні ртутна-кварцавымі лямпамі бензолу і хлору, якія рухаюцца ў рэактары калоннага тыпу насустрач адзін аднаму.

Тэхнічны гексахларан — белае або светла-шэрае крышталічнае рэчыва з непрыемным пахам цвілі. У вадзе ён не растваряецца, але добра растваряецца ў арганічных растваральніках.

У адносінах да кіслот і акісляльнікаў гексахларан устойлівы; шчолачы пры награванні раскладаюць яго.

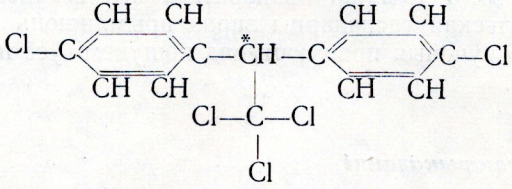
Гексахларан належыць да групы інсектыцыдаў кантактнага дзеяння. Ён пашкоджвае праз скурнае покрыва нервовую сістэму насякомага, выклікаючы параліч. Гексахларан дзейнічае таксама і ў парападобным стане, і як кішэчны яд.

Гексахларан — адзін з вельмі моцных ядахімікатаў і можа скарыстоўвацца ў барацьбе з большасцю шкодных насякомых. У выніку скарыстання яго ў нас, напрыклад, ліквідавана небяспека нашэсця саранчовых.

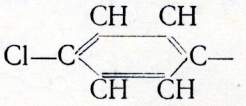
Прамысловасцю ён выпускаецца ў выглядзе дустаў — парашковых сумесей з напаўняльнікамі (талькам, каалінам, фасфарытнай мукой) і ў выглядзе мінеральнамасленай эмульсіі. Дусты ўжываюцца для апыльвання раслін, перадпасяўнога апудрывання насення, для ўнясення ў глебу з мэтай знішчэння насякомых, якія знаходзяцца ў глебе. Мінеральнамасленая эмульсія, разбаўленая вадой, ужываецца для апырсквання палявых і агароднінных культур і пладовых насаджэнняў.

Пры выкарыстанні гексахларану прыходзіцца ўлічваць, што ён надае пладам і агародніне непрыемны пах. Таму ім нельга, напрыклад, карыстацца для апыльвання або апырсквання пладаносячых садоў пасля цвіцення і агароднінных культур, надземныя часткі якіх ужываюцца ў ежу.

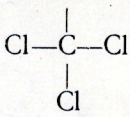
Другім важнейшым інсектыцыдам з'яўляецца **дыхлордыфеніл-трыхлорметылметан**, скарочана называемы **ДДТ**:



Складаную назву гэтага рэчыва будзе лягчэй зразумець, калі ўсю малекулу разглядаць як прадукт замяшчэння ў метане (яго вугляродны атам абазначан зорачкай) двух атамаў вадароду на хлорфенільныя групы



і аднаго атама вадароду на радыкал трыхлорметыл



Тэхнічны ДДТ мае выгляд белых або жоўта-шэраватых кавалачкаў, маслістых навобмацак, і слабы фруктовы пах. У вадзе прэпарат нерастваральны, але, як гексахларан, растваряецца ў арганічных растваральніках. Шчолачы на яго дзейнічаюць разбуральна.

Выпускаецца ДДТ, галоўным чынам, у выглядзе дусту, парашку, які змочваецца, і мінераламасленай эмульсіі. Дустам карыстаюцца для апыльвання раслін. З парашку, які змочваецца, рыхтуюць стойкую суспензію для барацьбы са шкоднікамі пладовага саду. Мінераламасленай эмульсіяй у разбаўленым выглядзе карыстаюцца для апырсквання.

ДДТ —вельмі моцны інсектыцыд кантактнага дзеяння. Ён не надае пладам і агародніне непрыемнага паху, але пасля апрацоўкі раслін частка яду затрымліваецца ў прадуктах. Таму забараняецца ўжываць ДДТ на агародніне, якая вырошчваецца на зелень (пятрушка, кроп, цыбуля-пяро), на радысе, капусце ў перыяд фармавання вілка і да т. п.

Гексахларан і ДДТ выкарыстоўваюцца, як вядома, і для знішчэння насякомых у быце. ДДТ, напрыклад, вельмі эфектыўны супраць мух.

Гексахларан і ДДТ ядавітыя для чалавека і цеплакроўных жывёл. Таму пры карыстанні гэтымі прэпаратамі трэба вельмі строга прытрымлівацца ўстаноўленых правілаў тэхнікі бяспекі.

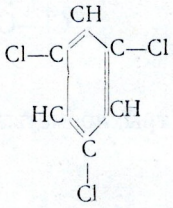
Выявілася, што ў насякомых з цягам часу выпрацоўваецца ўстойлівасць да дзеяння ядахімікатаў. Таму нельга доўгі час карыстацца адным і тым жа прэпаратам, яго неабходна замяняць іншым. У сельскай гаспадарцы зараз прымяняюць разнастайныя ядахімікаты, і вучоныя працуюць над пошукамі ўсё новых і новых інсектыцыдаў.

Пытанні і практыкаванні

9. Складзіце ўраўненні рэакцый паміж бензолам і хлорам, якія ідуць па тыпу рэакцый: а) далучэння, б) замяшчэння. Пры якіх умовах ажыццяўляецца кожная з гэтых рэакцый?

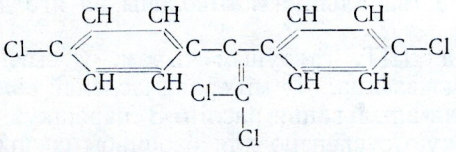
10. Якое рэчыва змяшчае хлору больш — гексахларан або ДДТ?

11. Пры награванні вышэй 300°С гексахларан ператвараецца ў трыхлорбензол:



Якое яшчэ рэчыва ўтвараецца пры гэтым? Складзіце ўраўненне рэакцыі.

12. Дыхлордыфенілтрыхлорметылметан пры дзеянні шчолачы ператвараецца ў рэчыва наступнай будовы:



Складзіце ўраўненне гэтай рэакцыі.

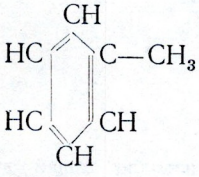
Практычнае заданне

Азнаёмцеся з ядахімікатамі, якія прымяняюцца ў калгасе (саўгасе), на вучэбна-доследным участку, у садзе. Высветліце састаў ядахімікатаў, іх уласцівасці, спосабы прымянення.

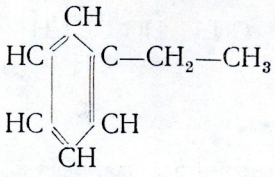
§ 16. ГАМОЛАГІ БЕНЗОЛУ

Бензол, як і іншыя раней разгледжаныя вуглевадароды, утварае свой гамалагічны рад.

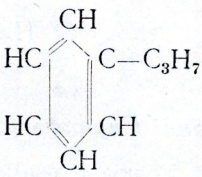
Гамолагі яго могуць разглядацца як прадукты замяшчэння аднаго або некалькіх атамаў вадароду ў бензоле на розныя вуглевадародныя радыкалы, напрыклад:



Метылбензол (талуол)



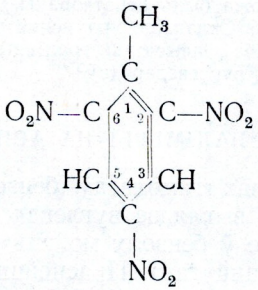
Этылбензол



Прапілбензол

Параўнайце састаў гэтых злучэнняў. Ці захоўваецца ў дадзеным радзе гамалагічная рознасць CH_2?

Па хімічных уласцівасцях гамолагі бензолу ў многім падобны да бензолу. Напрыклад, метылбензол, або талуол, таксама як бензол, можа нітравацца. Пры гэтым у малекулу яго можна ўвесці тры нітрагрупы, і тады атрымаецца трынітраталуол (тратыл, тол) — выбуховае рэчыва

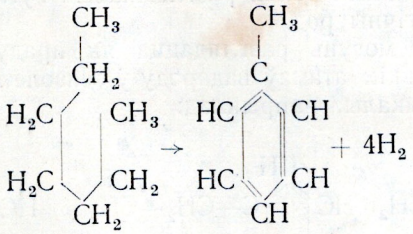


Калі ў малекулу бензолу ўваходзіць некалькі замяшчаючых груп, у назве рэчыва часам неабходна адзначыць іх размяшчэнне. З гэтай мэтай атамы вугляроду бензольнага ядра нумаруюцца, як паказана ў вышэйпрыведзенай формуле. Больш дакладна дадзенае рэчыва можа быць названа ў такім выпадку 2, 4, 6-трынітраталуол.

Гамолагі бензолу выкарыстоўваюцца для атрымання разнастайных фарбавальнікаў, некаторых лякарстваў, выбуховых рэчываў, духмяных рэчываў і г. д.

Атрымліваюць гамолагі бензолу з прадуктаў каксавання каменнага вугалю, а таксама, як бензол, з гранічных вуглевадародаў

і цыклапарафінаў — гамолагаў цыклагексану. Напрыклад, з гептану можа быць атрыман талуол:



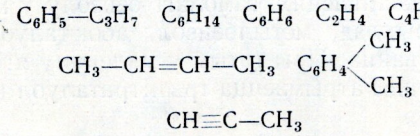
Пытанні і практыкаванні

13. У якія рэакцыі, акрамя нітравання, могуць, паводле вашай думкі, уступаць гамолагі бензолу? Адказ ілюструйце ўраўненнямі рэакцый.

14. Вуглевадарод мае формулу C_7H_8. Ён не абясколервае бромную ваду, але далучае вадарод, ператвараючыся пры гэтым у метылцыклагексан. Напішыце структурную формулу гэтага вуглевадароду.

15. Выведзіце агульную формулу вуглевадародаў гамалагічнага рада бензолу.

16. Назавіце, да якіх радоў належаць наступныя вуглевадароды:

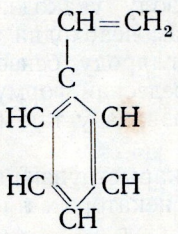


17. Этылцыклагексан можа быць ператвораны дэгідраваннем у араматычны вуглевадарод. У які іменна? Складзіце ўраўненне рэакцыі.

18. Як хімічным спосабам ачысціць гранічны вуглевадарод ад прымесі негранічных і араматычных вуглевадародаў?

§ 17. СТЫРОЛ. ПАЛІМЕРЫ НА АСНОВЕ СТЫРОЛУ

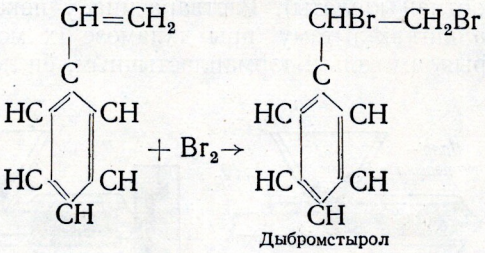
Стырол. У малекулах гамолагаў бензолу ёсць адгалінаванні ад бензольнага ядра ў выглядзе вуглевадародных радыкалаў гранічнага характару. Але ў бензолу могуць быць вытворныя і з негранічнымі бакавымі ланцугамі. Прасцейшым прадстаўніком такіх вуглевадародаў з'яўляецца стырол:



Стырол — бясколерная вадкасць, якая прыемна пахне. Яго можна разглядаць як вытворнае бензолу, у малекуле якога адзін

атам вадароду замешчаны на радыкал вініл, або як вытворнае этылену, у малекуле якога замест аднаго атама вадароду змяшчаецца араматычны радыкал феніл. Таму стырол адначасова і араматычны і негранічны вуглевадарод. Яго хімічная назва — вінілбензол.

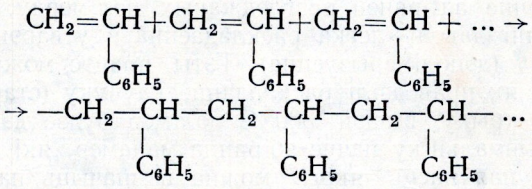
Калі да стыролу прыльём бромную ваду і сумесь узбоўтаем, то заўважым абясколерванне брому. Паколькі бензол з бромнай вадой не рэагуе, то, відаць, рэакцыя з бромам у дадзеным выпадку ідзе за кошт двайной сувязі ў бакавым ланцугу:



Дыбромстырол

Таксама можна назіраць абясколерванне стыролам раствору марганцавакіслага калію. І ў дадзеным выпадку рэакцыя ідзе за кошт двайной сувязі ў вінільным радыкале.

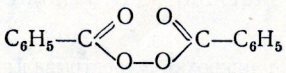
Як негранічнае злучэнне, стырол лёгка полімерызуецца. З вялікай хуткасцю полімерызацыю можна правесці, калі награваць стырол з дабаўленнем вельмі невялікай колькасці ініцыятара рэакцыі[1]:



У выніку рэакцыі ўтвараецца рэчыва з высокай малекулярнай вагой — палістырол. Ён у вялікіх колькасцях выкарыстоўваецца прамысловасцю.

---

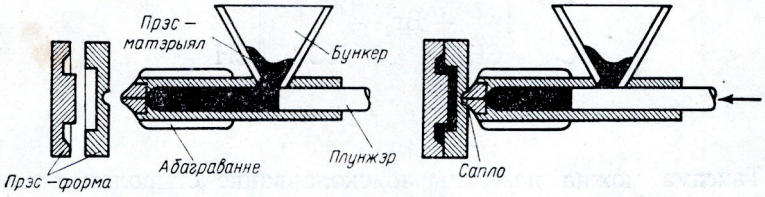
[1] У якасці ініцыятара (рэчыва, якое пачынае рэакцыю полімерызацыі) прымяняюцца перакісныя злучэнні. Яны характарызуюцца наяўнасцю «кіслародных мосцікаў» —O—O— у малекулах. Да іх ліку належаць, напрыклад, перакіс вадароду H—O—O—H і перакіс бензаілу



Полістырол $(—CH_2—\underset{\displaystyle C_6H_5}{\underset{|}{CH}}—)_n$— цвёрды, празрысты, шклопадобны матэрыял, з удзельнай вагой крыху больш за адзінку (1,05). Сярэдняя малекулярная вага яго некалькі дзесяткаў або соцень тысяч.

Як відаць са схемы полімерызацыі, гэта палімер лінейнай структуры.

Полістырол мае высокія электраізаляцыйныя ўласцівасці. Ён даволі стойкі да дзеяння кіслот і шчолачаў (менш стойкі ў адносінах да азотнай кіслаты). Растваряецца ў некаторых арганічных растваральніках і таму пры дапамозе іх можа склейвацца. Будучы матэрыялам вельмі тэрмапластычным, ён лёгка фармуецца.



Рыс. 13. Схема ліцця пад ціскам:
злева — прэс-матэрыял паступае ў цыліндр машыны; *справа* — працэс прасавання.

Сярод іншых палімераў полістырол можна пазнаць па крохкасці, куродымным полымі і спецыфічным паху пры гарэнні[1].

У адрозненне ад раней разгледжаных палімераў, полістырол пры награванні даволі лёгка раскладаецца з утварэннем зыходнага манамеру (дэполімерызуецца). Гэты працэс можна ажыццявіць таксама, як праводзілі раскладанне каўчуку (стар. 37). Пры тэмпературы крыху вышэй 300° С палімер будзе дэполімерызавацца і ў прыймальніку пачне збірацца манамер, які пераганяецца,— стырол, наяўнасць якога можна вызначыць па паху і па рэакцыі з бромнай вадой.

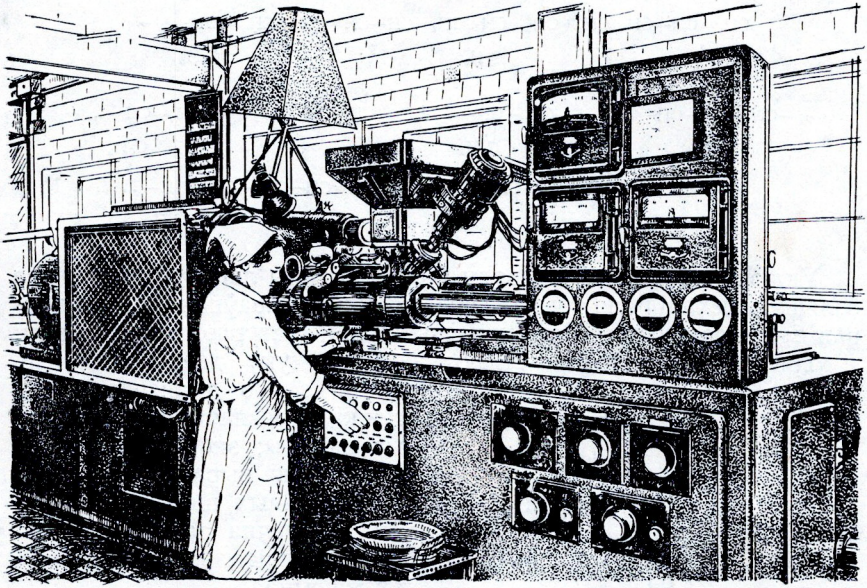
Як добры электраізалятар, полістырол ідзе на выраб дэталей у электра- і радыётэхніцы. Плёнкі з полістыролу ўжываюцца пры вырабе кандэнсатараў.

З полістыролу, як хімічна стойкага матэрыялу, робяць ёмістасці для мінеральных кіслот, акумулятарныя банкі і да т. п. З яго робіцца выключна шырокі асартымент прадметаў бытавога прызначэння — блюды, шкатулкі, вазы, прыборы для брыцця, дзіцячыя цацкі і г. д. Гэтыя вырабы могуць быць празрыстымі або непразрыстымі. У апошні час з полістыролу пачалі рабіць

[1] Цяпер атрымліваюць і някрохкі, ударатрывалы полістырол.

рознакаляровыя абліцовачныя пліткі для будаўніцтва; такія пліткі лягчэйшыя, зручнейшыя і значна прыгажэйшыя за керамічныя.

Вырабы з полістыролу і іншых тэрмапластычных палімераў часта атрымліваюць ліццём пад ціскам. Сутнасць гэтага спосабу заключаецца ў тым, што палімер спачатку пераводзяць шляхам награвання ў пластычны стан, затым надаюць яму патрэбную форму, пасля чаго вырабу даюць магчымасць зацвярдзець.



Рыс. 14. Ліццявая машына для атрымання вырабаў з тэрмапластычных палімераў.

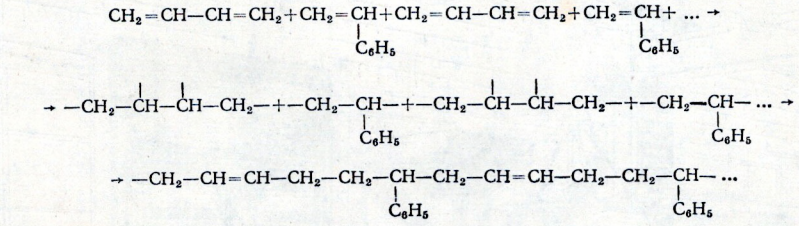
Ліццё пад ціскам ажыццяўляецца наступным чынам. У цыліндр ліццявой машыны (рыс. 13) паступае з бункера неабходная колькасць пластмасы ў выглядзе парашку або зярнят. Паколькі цыліндр абаграваецца, то пластмаса размякчаецца і пад ціскам плунжэра паступае праз адтуліну ў прэс-форму, якая ахалоджваецца. У прэс-форме выраб хутка робіцца цвёрдым і пры адваротным ходзе плунжэра, калі адбываецца раз'яднанне прэс-формы, аўтаматычна выштурхоўваецца з яе. Затым цыкл ліцця пад ціскам пачынаецца зноў. Працягласць аднаго цыкла 20—30 *сек*; за адзін цыкл можа быць адліта некалькі вырабаў па колькасці гнёздаў у форме. Таму прадукцыйнасць ліццявых машын вельмі вялікая. Агульны выгляд ліццявой машыны паказаны на рысунку 14.

Бутадыен-стырольны каўчук. Стырол выкарыстоўваецца для атрымання бутадыен-стырольнага каўчуку. Гэты від каўчуку вырабляецца прамысловасцю ў вялікай колькасці. Ён з'яўляецца

прадуктам *суполімерызацыі* (сумеснай полімерызацыі) бутадыену і стыролу і належыць да групы высокамалекулярных рэчываў — супалімераў.

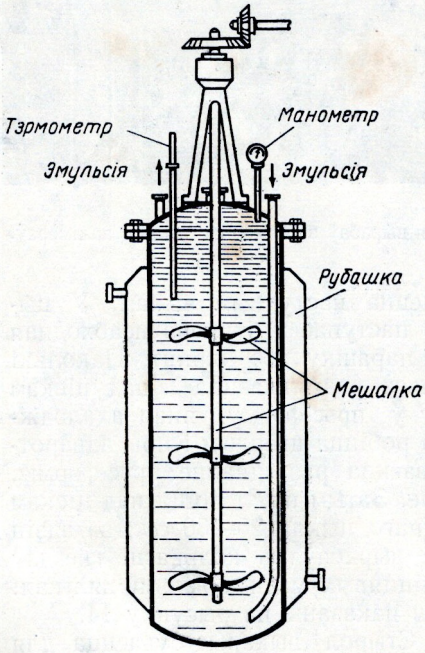
Шляхам рэакцыі суполімерызацыі ўдаецца атрымліваць рэчывы, якія сумяшчаюць у сабе лепшыя ўласцівасці асобных палімераў.

Ураўненне рэакцыі атрымання бутадыен-стырольнага каўчуку можна паказаць у наступным выглядзе:



Уключэнне звенняў стыролу ў супалімерны ланцуг забяспечвае большую механічную трываласць каўчуку ў параўнанні з бутадыенавым і высокую зносаўстойлівасць, якая не ўступае натуральнаму.

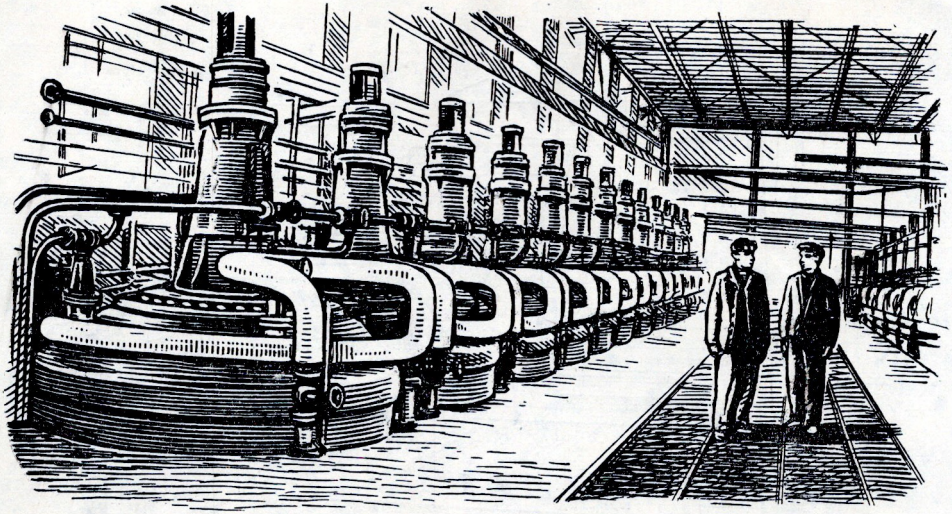
Трываласць бутадыен-стырольнага каўчуку дае магчымасць рабіць з яго транспарцёрныя стужкі і разнастайныя тэхнічныя вырабы; зносаўстойлівасць важна для вырабу пакрышак аўтамабільных шын, якія сціраюцца значна раней, чым патрабуе капітальнага рамонту аўтамашына.



Рыс. 15. Схема канструкцыі полімерызатара.

У прамысловасці суполімерызацыю бутадыену і стыролу праводзяць у водным асяроддзі ў прысутнасці ініцыятара. Гэтыя манамеры ў вадзе нерастваральныя, таму падрыхтоўваюць іх завісь у вадзе — эмульсію.

Эмульсія бесперапынна падаецца помпай у батарэю паслядоўна злучаных полімерызатараў. Схема канструкцыі полімерызатара паказана на рысунку 15. У батарэі бывае злучана да 12 такіх полімерызатараў. Агульны выгляд цэха полімерызацыі паказаны на рысунку 16.



Рыс. 16. Агульны выгляд цэха полімерызацыі бутадыен-стырольнага каўчуку.

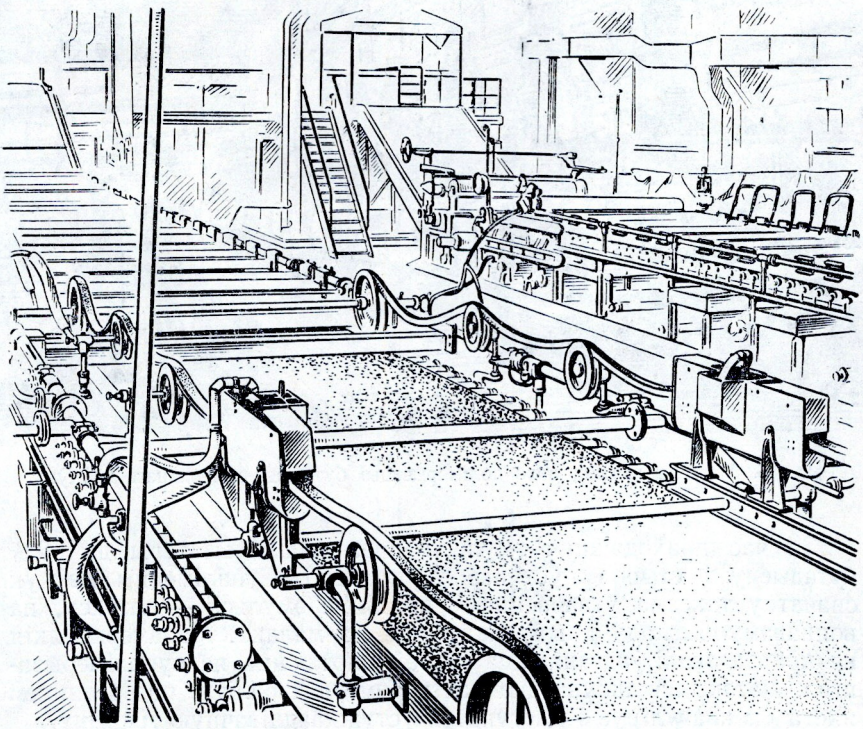
За час праходжання эмульсіі праз полімерызатары да 60% бутадыену і стыролу ўступае ў рэакцыю. Супалімерны каўчук спачатку таксама ўтвараецца ў выглядзе эмульсіі — латэксу, па вонкаваму выгляду крыху падобнага да малака. Манамеры, якія не прарэагавалі, адганяюцца і зноў вяртаюцца на суполімерызацыю. Латэкс апрацоўваецца растворам электраліту, пад дзеяннем якога ён каагуліруе і паступае на стужкаадлівачную машыну.

Агульны выгляд стужкаадлівачнай машыны паказаны на рысунку 17.

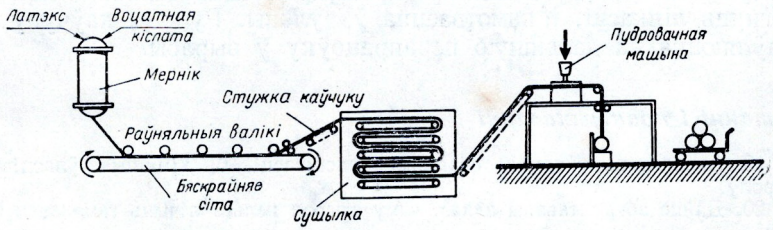
Стужкаадлівачная машына (рыс. 18) нагадвае замкнёную металічную стужку, якая круціцца на барабанах, з вялікай колькасцю адтулін, нібы рухомае сіта. На такім сіце палімер вызваляецца ад вады і фармуецца ў стужку пры дапамозе валікаў. Далей стужка каўчуку паступае ў сушылку, прыпудрываецца талькам, каб пазбегнуць ліпкасці, і намотваецца ў рулоны. Рулоны каўчуку адпраўляюцца на далейшую перапрацоўку ў вырабы.

Пытанні і практыкаванні

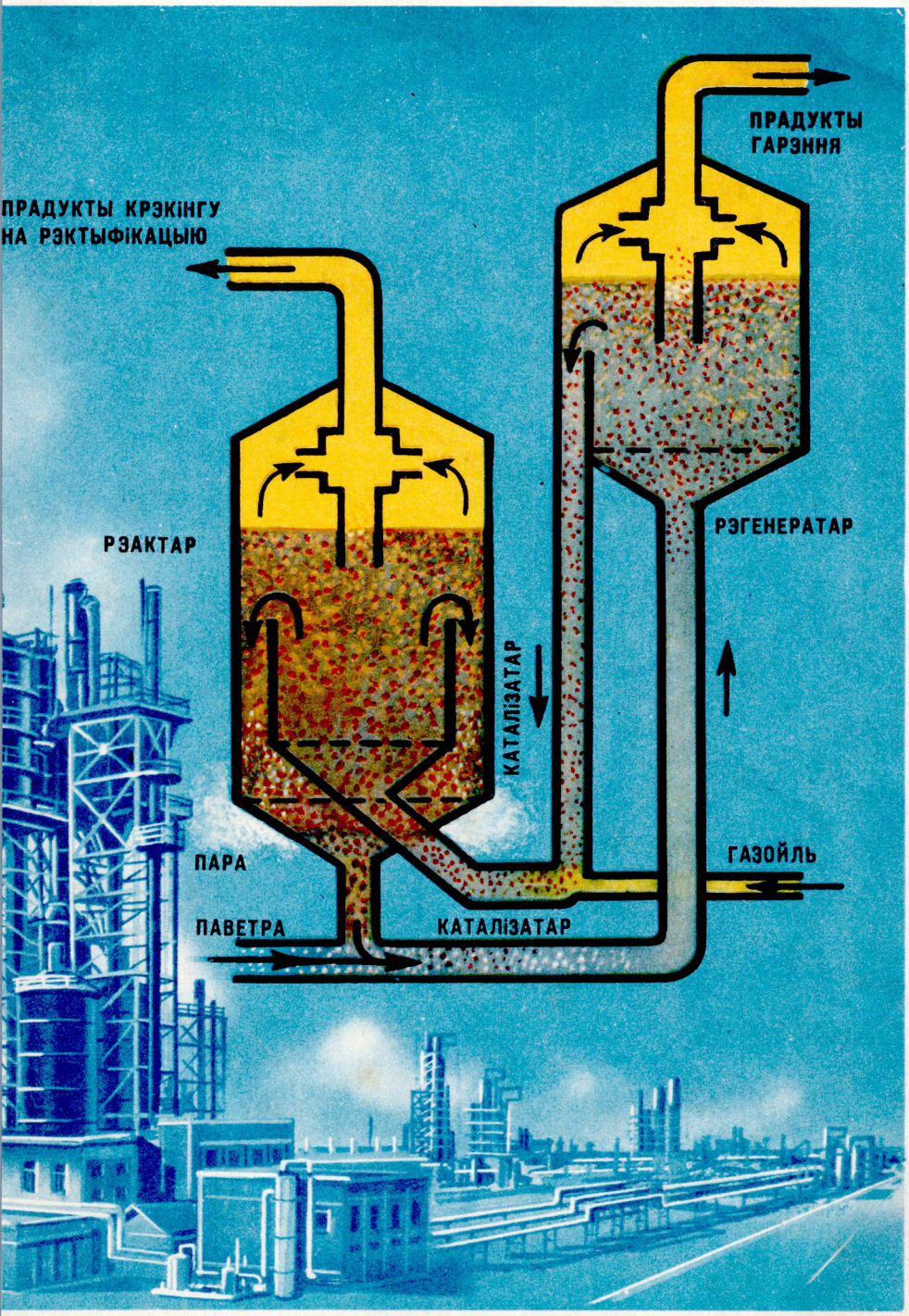
19. Ахарактарызуйце: а) фізічныя ўласцівасці, б) хімічныя ўласцівасці стыролу.
20. Дайце абгрунтаваны адказ, чаму стырол нельга лічыць гамолагам бензолу.
21. Як растлумачыць меншую ўстойлівасць палістыролу ў параўнанні з поліэтыленам да дзеяння канцэнтраванай азотнай кіслаты?
22. Як адрозніць вырабы з палістыролу ад вырабаў з поліэтылену?
23. Складзіце ўраўненне дэполімерызацыі палістыролу.



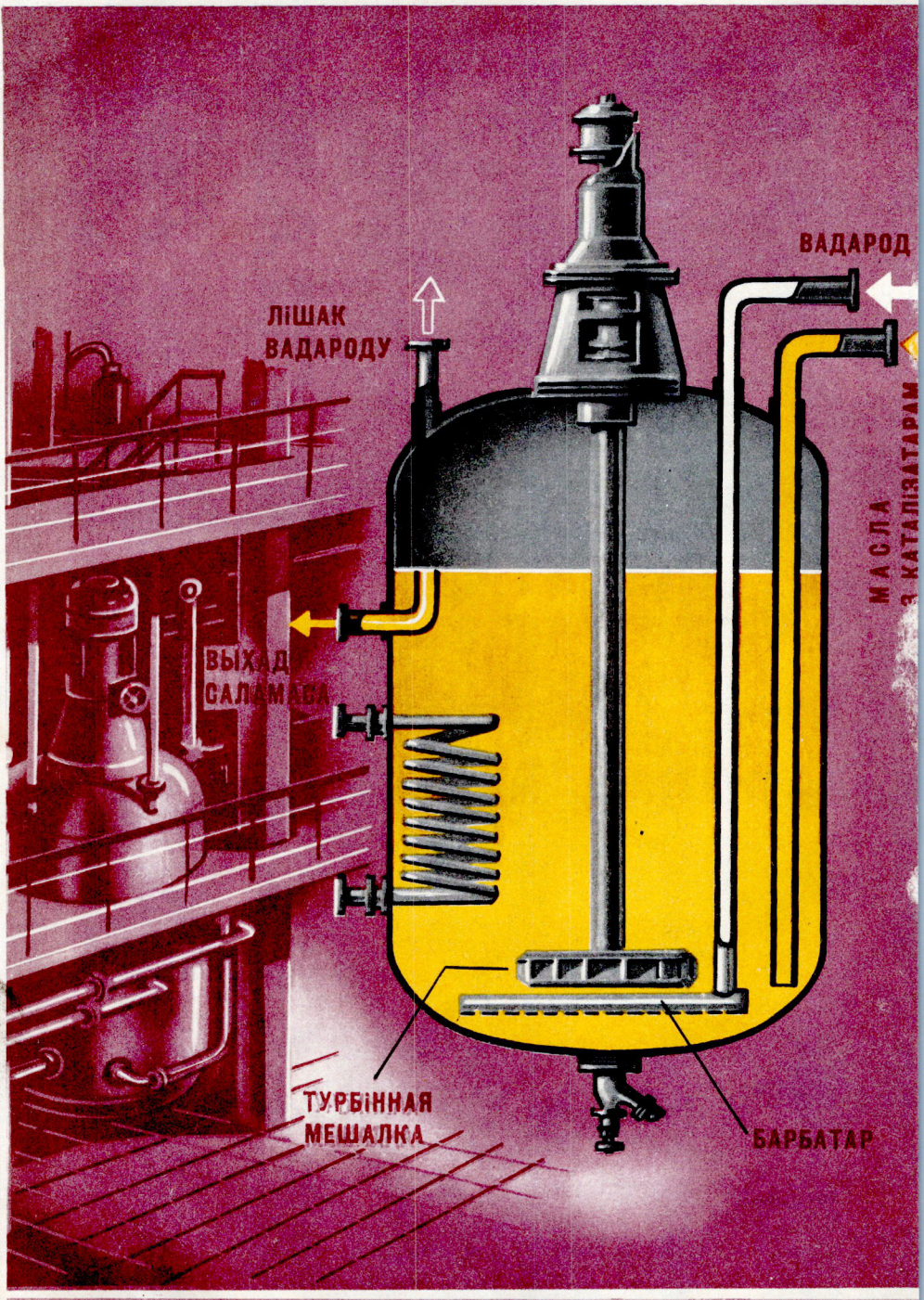
Рыс. 17. Агульны выгляд стужкаадлівачнай машыны.



Рыс. 18. Схема стужкаадлівачнай машыны.



III. Схема ўстаноўкі каталітычнага крэкінгу нафтапрадуктаў у «кіпячым слоі».



IV. Схема ўстаноўкі для гідравання тлушчаў.

24. Пералічыце, дзе ўжываецца палістырол і назавіце, на якіх уласцівасцях палімеру гэта заснавана.

25. На якой уласцівасці палімераў заснавана перапрацоўка іх у вырабы спосабам ліцця пад ціскам і ў чым ён заключаецца?

26. Прывядзіце структурную формулу бутадыен-стырольнага каўчуку.

27. Якімі ўласцівасцямі характарызуецца бутадыен-стырольны каўчук і для чаго ён ужываецца?

28. Якія агульныя навуковыя прынцыпы можна адзначыць у вытворчасці бутадыен-стырольнага каўчуку?

29. Суполімерызацыяй ізапрэну і ізабутылену $CH_2=\overset{CH_3}{\overset{|}{C}}-CH_3$ атрымліваюць бутылкаўчук, які характарызуецца высокай газанепранікальнасцю і хімічнай стойкасцю. Складзіце ўраўненне рэакцыі атрымання гэтага каўчуку.

Заданне

З мэтай падрыхтоўкі да вывучэння наступнага раздзела курса паўтарыце па падручніку хіміі Ю. В. Хадакова і інш., выд. 8 § 97, 99.

ПРЫРОДНЫЯ КРЫНІЦЫ ВУГЛЕВАДАРОДАЎ

Асноўныя крыніцы атрымання вуглевадародаў у прамысловасці — прыродны газ, нафта, каменны вугаль.

§ 18. ПРЫРОДНЫ ГАЗ

Гаручыя газы ў прыродзе. Першыя звесткі аб прыродных гаручых газах адносяцца да глыбокай старажытнасці. З паданняў, якія дайшлі да нас, вядома, што яшчэ за некалькі тысяч гадоў да нашай эры людзі назіралі ў розных месцах Зямлі «агні, якія вечна гараць». Гэтыя агні лічыліся праяўленнем звышнатуральнай сілы, і ім пакланяліся, як бажаству. У нас на Каўказе, у Сураханах, да гэтага часу захаваліся разваліны храма, некалі ўзведзенага вогнепаклоннікамі. У гэтым храме «вечны агонь» гарэў да канца XIX ст. Цяпер усякі ведае, што ў такіх агнях няма нічога таямнічага. «Вечныя агні» — гэта гаручыя газы, якія загарэліся (напрыклад, ад маланкі) і вырываюцца ў атмасферу з зямных нетраў. І не на пакланенне да такіх агнёў ідуць людзі: яны заключаюць прыродны газ у трубы і адводзяць яго ў гарады, на заводы, у кватэры, дзе прымушаюць служыць сваім мэтам.

Геолагамі адкрыта многа газавых месцанараджэнняў у нашай краіне. Такія месцанараджэнні, як Саратаўскае, Шэбелінскае (паблізу Харкава), Заходнеўкраінскае (Дашава), Стаўрапольскае, набылі шырокую вядомасць: яны даюць велізарныя колькасці газу ў многія гарады Савецкага Саюза. Велізарныя залежы газу адкрыты ва Узбекскай ССР. Выкарыстанне іх дае магчымасць шырока

газіфікаваць не толькі Сярэднюю Азію, але і Урал, куды пракладзен ад Бухары самы магутны ў свеце газаправод.

За дваццаціго́ддзе, к 1980 году, здабыча газу ў краіне ўзрасце ў 14—15 разоў.

Што ж нагадвае сабой прыродны газ, чаму здабычы і выкарыстанню яго надаецца так многа ўвагі?

Састаў прыродных газаў, іх паходжанне. Нам ужо вядома, што асноўную частку прыроднага газу складае метан. Акрамя метану, у ім прысутнічаюць бліжэйшыя гамолагі яго — этан, прапан, бутан. Чым вышэй малекулярная вага вуглевадароду, тым звычайна менш яго змяшчаецца ў прыродным газе (табл. 4).

Табліца 4

Састаў прыродных газаў некаторых месцанараджэнняў СССР

Месцанараджэнні	Састаў газаў (у аб'ёмных %)					
	CH_4	C_2H_6	C_3H_8	C_4H_{10} і вышэй	H_2S	N_2 і інш. газы
1. Стаўрапольскае	97,7	0,2	0,1	—	2,0	—
2. Елшанскае (Саратаўская вобл.)	95,1	0,6	0,3	0,1	0,3	3,6

Прыродныя газы сустракаюцца там, дзе залягае нафта, або яны ўтвараюць асобныя чыста газавыя месцанараджэнні. Утварыліся яны ў прыродзе ў выніку шматвяковых працэсаў раскладання без доступу паветра арганічных рэшткаў жывёльнага і расліннага паходжання. Газы, якія назапашваліся, імкнучыся знайсці выхад, пранікалі праз шчыліны і трэшчыны ў пласты порыстых матэрыялаў — пяску, пясчаніку, вапнякоў і, абкружаныя з усіх бакоў шчыльнымі горнымі пародамі, утварылі ў іх натуральныя скапленні — залежы.

У гэтых залежах газ знаходзіцца пад вялікім ціскам. І калі прабурыць да газавага пласта шчыліну, ён з сілай імкнецца на паверхню. На кожным промысле бураць некалькі дзесяткаў такіх шчылін. Газ, які паступае з іх, збіраюць у адну агульную сетку, з якой накіроўваюць яго спажыўцам.

Ужыванне прыроднага газу. Прыродны газ, як і ўсялякае газападобнае паліва, мае вялікія перавагі перад вадкім і цвёрдым палівам. Успомніце, у чым гэтыя перавагі заключаюцца.

Але прыродны газ мае перавагі і перад іншымі відамі газападобнага паліва, таму што пры згаранні яго вылучаецца асабліва многа цеплыні (табл. 5).

Табліца 5

Прыкладная цеплыня згарання розных відаў газападобнага паліва *(у ккал/м³)*

Газападобнае паліва	Цеплыня згарання
Доменны газ	900
Генератарны паветраны газ	1200
Генератарны вадзяны газ	2400
Коксавы газ	4300
Прыродны газ	8500

Значыць, для атрымання адной і той жа колькасці цеплыні прыроднага газу трэба спаліць значна менш, чым якога-небудзь газападобнага паліва.

Прыродны газ выкарыстоўваецца на вытворчасці не толькі ў звычайных топках. Ён шырока ўжываецца цяпер у прамысловых печах — шклоплавільных, доменных, мартэнаўскіх, для нагрэву стальных зліткаў перад пракаткай і г. д. Выкарыстанне прыроднага газу, напрыклад, у доменных печах дазваляе скараціць расход коксу, знізіць колькасць серы ў чыгуне і значна павысіць прадукцыйнасць агрэгата.

Але прыродны газ каштоўны не толькі як паліва. Ён важная крыніца хімічнай сыравіны для нашай прамысловасці, таму што змяшчае ў асноўным метан, а з метану, як мы ведаем, можна атрымліваць вадарод, ацэтылен, сажу, розныя хлоравытворныя.

Пытанні і практыкаванні

1. Пакажыце ў выглядзе дыяграмы састаў прыроднага газу аднаго з месцанараджэнняў.
2. Колькі грамаў вады і літраў двухвокісу вугляроду (пры н.у.) утвараецца пры згаранні кубічнага метра стаўрапольскага прыроднага газу?
3. Якія перавагі мае газападобнае паліва ў параўнанні з цвёрдым палівам? Якія перавагі ў прыроднага газу ў параўнанні з іншымі відамі газападобнага паліва?
4. Складзіце ўраўненні рэакцый атрымання з прыроднага газу (метану) вадароду, сажы, ацэтылену, хлоравытворных.
5. Раскажыце аб прамысловым спосабе атрымання ацэтылену з метану.

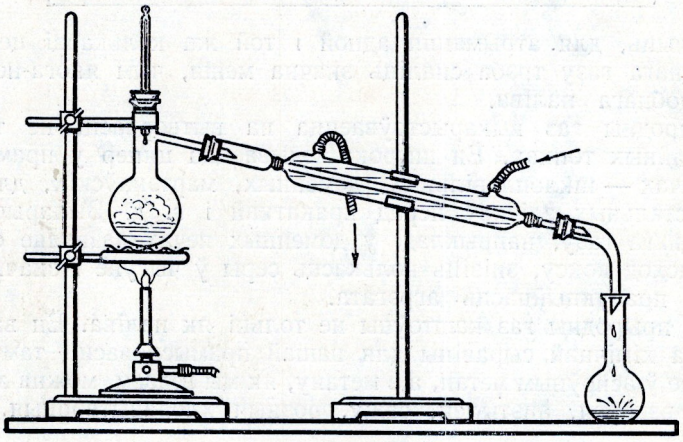
§ 19. НАФТА. НАФТАПРАДУКТЫ

Фізічныя ўласцівасці і састаў нафты. Напомнім, што нафта з'яўляецца маслістай гаручай вадкасцю звычайна цёмнага колеру са своеасаблівым пахам. Яна крыху лягчэйшая за ваду і ў вадзе не растваряецца.

Існуюць розныя тэорыі паходжання нафты. Многія вучоныя лічаць, што нафта ўтварылася ў аддаленыя эпохі шляхам рас-

кладання без доступу паветра раслінных і жывёльных арганізмаў.

У царскай Расіі нафта здабывалася амаль выключна на Каўказе (Баку, Грозны). За гады Савецкай улады разведана і ўведзена ў эксплуатацыю многа новых магутных месцанараджэнняў і адбыўся грандыёзны рост здабычы нафты. У 1958 г. здабыча яе ўзрасла больш чым у 12 разоў у параўнанні з 1913 г. і склала 113 млн. *т*. У 1963 г. было атрымана ўжо 206 млн. *т* нафты. К 1980 г. здабыча яе дасягне 690—710 млн. *т* у год.



Рыс. 19. Перагонка нафты ў лабараторыі

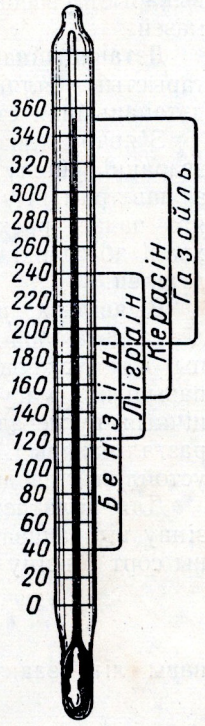
Нафта, як і прыродны газ, у асноўным — сумесь вуглевадародаў, якія толькі маюць больш высокую малекулярную вагу. Калі нафту награваць у прыладзе, паказанай на рысунку 19, то можна заўважыць, што спачатку пераганяюцца рэчывы з меншай малекулярнай вагой, якія маюць больш нізкую тэмпературу кіпення; затым пры больш высокай тэмпературы пачынаюць пераганяцца рэчывы з большай малекулярнай вагой і г. д.

Асноўную масу нафты складаюць вадкія вуглевадароды, у іх растворацы газападобныя і цвёрдыя вуглевадароды.

Састаў нафт розных месцанараджэнняў неаднолькавы. Адны нафты змяшчаюць многа *гранічных* вуглевадародаў, як напрыклад нашы грозненская і заходнеўкраінская нафты. Другія нафты складаюцца пераважна з *цыклапарафінаў* — цыклапентану, цыклагексану і іх гамолагаў; такая нафта Бакінскага і Эмбінскага раёнаў. Вядомы нафты з вялікай колькасцю *араматычных* вуглевадародаў; да іх належыць, напрыклад, чусаўская нафта. Апрача вугле-

вадародаў, у нафце ў параўнальна невялікіх колькасцях змяшчаюцца арганічныя злучэнні, якія маюць у сваім саставе кісларод, азот, серу і іншыя элементы. Ёсць і высокамалекулярныя злучэнні ў выглядзе смол і асфальтавых рэчываў.

Нафтапрадукты і іх ужыванне. Паколькі нафта — гэта сумесь вуглевадародаў з рознай малекулярнай вагой і тэмпературай кіпення (рыс. 20), то перагонкай яе раздзяляюць на асобныя фракцыі, з якіх атрымліваюць *бензін*, што змяшчае вуглевадароды, з тэмпературай кіпення ў інтэрвале ад 40 да 200° С, з колькасцю атамаў вугляроду ў малекулах ад 5 да 11; *ліграін*, што змяшчае вуглевадароды з вялікай колькасцю атамаў вугляроду, з тэмпературай кіпення ад 120 да 240° С; *керасін* з тэмпературай кіпення ад 150 да 310° С і далей *газойль*. Гэта так званыя светлыя нафтапрадукты. Пасля адгонкі з нафты гэтых прадуктаў застаецца вязкая чорная вадкасць — *мазут*.



Рыс. 20. Межы тэмператур кіпення розных нафтапрадуктаў.

Бензін прымяняецца ў якасці гаручага для рухавікоў унутранага згарання і ў залежнасці ад прызначэння падраздзяляецца на два асноўныя сарты: авіяцыйны і аўтамабільны. Межы кіпення авіяцыйнага бензіну 40—180° С, аўтамабільнага 50—200° С. Бензін выкарыстоўваецца таксама ў якасці растваральніку маслаў, каўчуку, для ачысткі тканін ад тлушчавых плям і г. д. Керасін прымяняецца як гаручае для трактараў, рэактыўных самалётаў і ракет; там, дзе няма электрычнасці, ён выкарыстоўваецца для асвятлення. Газойль ужываецца ў якасці гаручага для дызеляў.

З мазуту шляхам дадатковай перагонкі атрымліваюць *змазачныя маслы*. У залежнасці ад вуглевадародаў, якія ўваходзяць у іх, гэтыя маслы адрозніваюцца па ўласцівасцях (напрыклад, маюць розную вязкасць) і прымяняюцца ў адпаведнасці з гэтым для змазкі розных рухавікоў, прылад і механізмаў. Па свайму прызначэнню змазачныя маслы падраздзяляюцца на аўтатрактарныя, авіяцыйныя, дызельныя, індустрыяльныя і інш.

Пасля таго як з мазуту будуць адагнаны фракцыі змазачных маслаў, застаецца нелятучая цёмная маса — *гудрон*, які ідзе на асфальтаванне вуліц і дарог.

Акрамя перапрацоўкі на змазачныя маслы, мазут хімічна перапрацоўваецца на бензін (гл. далей), а таксама прымяняецца ў якасці вадкага паліва ў кацельных установках.

З некаторых сартоў нафты вылучаюць цвёрдыя вуглевадароды, так званы *парафін*; ён ідзе на выраб свечак, для насычэння паперы з мэтай надання ёй водаўстойлівасці, выкарыстоўваецца ў медыцыне. Сумесь вадкіх вуглевадародаў з цвёрдымі вядома пад назвай *вазеліну*; тэхнічны вазелін ужываецца для змазкі металічных вырабаў з мэтай захавання іх ад карозіі, ачышчаны вазелін выкарыстоўваецца ў медыцыне як аснова для прыгатавання мазей.

Дэтанацыйная стойкасць бензінаў. Адной з важнейшых характарыстык усялякага бензіну як вадкага паручага з'яўляецца яго дэтанацыйная стойкасць.

З'ява дэтанацыі заключаецца ў вельмі хуткім, выбуховым згаранні сціснутай у цыліндрах рухавіка сумесі пары бензіну з паветрам. Рухавік пры дэтанацыі перагараецца, магутнасць яго падае, расход паручага ўзрастае. Ад удару дэтанацыйнай хвалі аб сценкі цыліндра і аб поршань адбываецца заўчасны знос дэталей.

Выявілася, што адны вуглевадароды, якія ўтвараюць бензін, лёгка дэтануюць пры сцісканні, другія больш стойкія да дэтанацыі і дапускаюць больш моцнае сцісканне сумесі, што важна для павышэння магутнасці матора. Найменшую стойкасць маюць гранічныя вуглевадароды неразгалінаванай будовы; вуглевадароды разгалінаваныя, а таксама негранічныя і араматычныя больш устойлівыя да дэтанацыі.

Для колькаснай характарыстыкі дэтанацыйнай стойкасці бензінаў выпрацавана актанавая шкала. Кожны вуглевадарод і кожны сорт бензіну характарызуецца пэўным актанавым лікам. Актанавы лік ізаактану $CH_3-\underset{\underset{CH_3}{|}}{\overset{\overset{CH_3}{|}}{C}}-CH_2-\underset{\underset{CH_3}{|}}{CH}-CH_3$, які мае высокую дэтанацыйную стойкасць, прыняты на гэтай шкале за 100. Актанавы лік нармальнага гептану

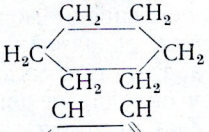
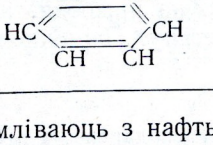
$$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3,$$

які звычайна лёгка дэтануе, прыняты за 0. Сумесі гептану і ізаактану маюць актанавыя лікі, роўныя працэнтнай колькасці ізаактану ў іх.

Карыстаючыся такой шкалой, вызначаюць актанавыя лікі бензінаў. Калі гавораць, што бензін мае актанавы лік 80, то гэта значыць, што ён дапускае такое ж сцісканне ў цыліндры без дэтанацыі, як сумесь з 80% ізаактану і 20% гептану. Ніжэй прыведзены актанавыя лікі некаторых вуглевадародаў (табл. 6).

Табліца 6

Актанавыя лікі вуглевадародаў з шасцю атамамі вугляроду ў малекуле

Назва рэчыва	Формула	Актанавы лік
Гексан	$CH_3—CH_2—CH_2—CH_2—CH_2—CH_3$	26
Ізагексан	$CH_3—CH(CH_3)—CH_2—CH_2—CH_3$	73
Гексілен	$CH_2=CH—CH_2—CH_2—CH_2—CH_3$	80
Цыклагексан		87
Бензол		96

Бензіны, якія атрымліваюць з нафты, маюць параўнальна нізкія актанавыя лікі. Прымяняючы спецыяльныя способы перапрацоўкі, з якімі мы далей пазнаёмімся, атрымліваюць бензіны з больш высокімі актанавымі лікамі. Дэтанацыйную стойкасць бензінаў павышаюць таксама шляхам дабаўлення да іх некаторых рэчываў — антыдэтанатараў.

Актанавыя лікі бензінаў даюцца ў іх маркіроўцы. Напрыклад, маркіроўка А-66, А-72, А-74 абазначае аўтамабільныя бензіны (усе яны маркіруюцца літарай А) з актанавымі лікамі 66, 72 і 74. Маркіроўка Б-70, Б-92 абазначае авіяцыйныя бензіны (яны маркіруюцца літарай Б) з актанавымі лікамі 70 і 92.

Пытанні і практыкаванні

6. Пералічыце фізічныя ўласцівасці нафты.
7. Ці можна састаў нафты паказаць адной малекулярнай формулай? Чаму?
8. Апішыце дослед перагонкі нафты.
9. На якія асноўныя групы дзеляцца нафты ў залежнасці ад пераважнай колькасці ў іх тых або іншых вуглевадародаў?
10. Назавіце важнейшыя нафтапрадукты і пакажыце галіны іх ужывання.
11. Назавіце прыкладна тэмпературныя інтэрвалы, у якіх кіпяць: а) бензін, б) керасін.
12. Што такое: а) дэтанацыя, б) актанавы лік?
13. Як будова вуглевадародаў робіць уплыў на іх дэтанацыйную стойкасць?

Практычныя заданні

1. Даведайцеся, якой маркі бензін прымяняецца на аўтамашынах вашага завода, калгаса, школы. Які яго актанавы лік?
2. Дайце характарыстыку змазачных маслаў, якія выкарыстоўваюцца вамі на вытворчасці. Калі спатрэбіцца, выкарыстайце для гэтага даведачную літаратуру.

§ 20. ПЕРАПРАЦОЎКА НАФТЫ

Спадарожныя нафтавыя газы, іх раздзяленне і выкарыстанне. Пры здабычы нафты адначасова вылучаецца з зямлі вялікая колькасць газаў. Гэта тыя газы, якія залягалі разам з нафтай, былі растворaны ў ёй і цяпер вызваляюцца ў выніку рэзкага памяншэння ціску. Такія газы называюць спадарожнымі. Раней яны не знаходзілі прымянення і спальваліся «на факел». Цяпер гэтыя газы імкнуцца ўлоўліваць, таму што яны могуць з'яўляцца і добрым палівам, і каштоўнай хімічнай сыравінай. Гэта ж найбольш лёгкія вуглевадароды, а на прыкладзе прыроднага газу мы ўжо ведаем, для чаго такія вуглевадароды могуць быць выкарыстаны.

Магчымасці выкарыстання спадарожных газаў нават значна шырэйшыя, чым прыроднага, таму што састаў іх багацейшы. У прыродным газе асноўную масу складае метан, іншых вуглевадародаў там мала. Таму перапрацоўка прыроднага газу зводзіцца па сутнасці да выкарыстання метану. Параўнайце цяпер састаў спадарожных газаў (табл. 7).

Табліца 7

Састаў спадарожных газаў некаторых нафтавых месцанараджэнняў СССР

Месцанараджэнні	Састаў газаў (у аб'ёмных %)						
	CH_4	C_2H_6	C_3H_8	C_4H_{10}	C_5H_{12} і вышэй	CO_2	N_2 і інертныя газы
Грозненскае . . .	30,8	7,5	21,5	20,4	19,8	—	—
Туймазінскае . . .	41,9	20,0	17,3	7,9	3,3	0,2	9,4

Як бачым, у спадарожных газах змяшчаецца менш метану, чым у прыродным газе, але затое ў іх значна больш іншых вуглевадародаў — этану, прапану, бутану, пентану. Таму шляхам хімічнай перапрацоўкі спадарожных газаў можна атрымаць большую колькасць рэчываў, чым з прыроднага газу.

Каб выкарыстанне спадарожнага газу было найбольш рацыянальным, яго падзяляюць на сумесі больш вузкага саставу.

Сумесь пентану, гексану і іншых вуглевадародаў, вадкіх пры звычайных умовах, утварае так званы газавы бензін (у адрозненне ад звычайнага бензіну, які атрымліваецца з нафты). Далей аддзяляецца сумесь прапану з бутанам. Пасля аддзялення газавага бензіну і прапан-бутанавай сумесі застаецца так званы сухі газ, які складаецца пераважна з метану з прымессю этану і значна ў меншай ступені іншых вуглевадародаў.

Газавы бензін, які змяшчае вельмі лятучыя вадкія вуглевадароды, прымяняецца як дабаўка да бензінаў для лепшага іх запальвання пры запуску рухавіка. Ён выкарыстоўваецца таксама

для атрымання араматычных вуглевадародаў пры дапамозе рэакцый, аб якіх мы даведаліся раней.

Прапан і бутан у выглядзе «звадкаванага газу» ўжываецца як высокакаларыйнае газападобнае паліва. Гэта імі запоўнены чырвонага колеру балоны, якія мы бачым устаноўленымі на некаторых аўтамашынах і каля жылых памяшканняў.

Сухі газ, па саставу падобны да прыроднага, выкарыстоўваецца для атрымання ацэтылену, вадароду і іншых рэчываў, а таксама ў выглядзе паліва.

Са спадарожных нафтавых газаў атрымліваюць і індывідуальныя вуглевадароды — этан, прапан, бутан і інш. Дэгідраваннем іх атрымліваюць негранічныя вуглевадароды, напрыклад этылен, прапілен, бутылен. Сутнасць гэтага працэсу вам вядома, і вы самі можаце прывесці ўраўненні рэакцый ператварэння гранічных вуглевадародаў у негранічныя.

Перагонка нафты. Пасля аддзялення спадарожнага газу нафта пераганяецца з мэтай атрымання з яе асобных нафтапрадуктаў. Перагонку нафты ў прамысловасці робяць на бесперапынна дзейнічаючых трубчастых устаноўках (рыс. 21). Устаноўка складаецца з двух асноўных збудаванняў — трубчастай печы для нагрэву нафты і рэктыфікацыйнай калоны, дзе нафта раздзяляецца на фракцыі — асобныя сумесі вуглевадародаў у адпаведнасці з іх тэмпературамі кіпення — бензінавую, ліграінавую, керасінавую і г. д.

Трубчастая печ унутры выкладзена вогнетрывалай цэглай. У ёй размешчан шматразова выгнуты доўгі стальны трубаправод. Печ абагравацца мазутам або газам, якія гараць. Па трубаправодзе бесперапынна з дапамогай помпы падаецца нафта, папярэдне падагрэтая ў цеплаабменніках за кошт цяпла прадуктаў перагонкі. У трубаправодзе нафта хутка награваецца да 300 — 325° С і ў выглядзе сумесі вадкасці і пары паступае ў рэктыфікацыйную калону.

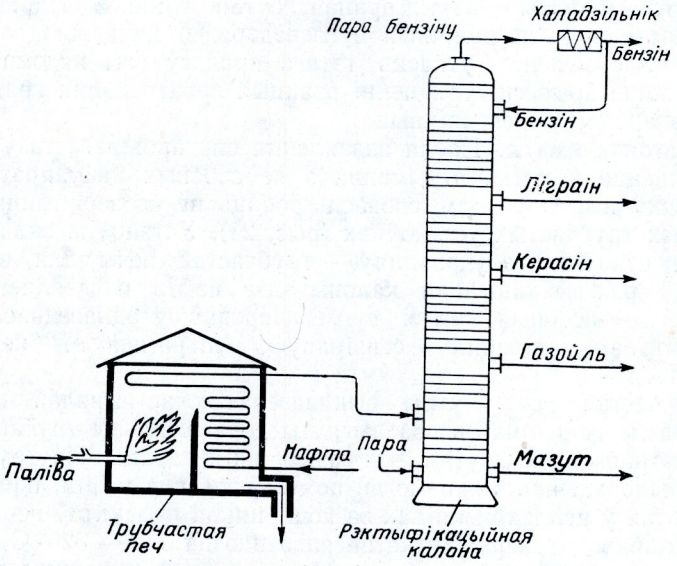
Рэктыфікацыйная калона — цыліндрычнае збудаванне вышынёй да 40 *м*. Яна мае ўнутры рад гарызантальных перагародак з адтулінамі, так званых талерак. Пара нафты, паступаючы ў калону, паднімаецца ўгору і праходзіць праз адтуліны ў талерках. Паступова ахалоджваючыся пры сваім руху ўгору, яна робіцца вадкай на тых або іншых талерках у залежнасці ад тэмператур кіпення. Вуглевадароды менш лятучыя робяцца вадкімі ўжо на першых талерках, утвараючы газойлевую фракцыю; больш лятучыя вуглевадароды збіраюцца вышэй і ўтвараюць керасінавую фракцыю; яшчэ вышэй збіраецца ліграінавая фракцыя; найбольш лятучыя вуглевадароды выходзяць у выглядзе пары з калоны і ўтвараюць бензін. Частка бензіну падаецца зноў у калону ў якасці арашэння, што садзейнічае ахаладжэнню і кандэнсацыі пары, якая паднімаецца.

Вадкая частка нафты, якая паступае ў калону, сцякае па талерках уніз, утвараючы мазут. Каб аблегчыць выпарэнне лятучых

вуглевадародаў, якія затрымліваюцца ў мазуце, знізу, насустрач сцякаючаму мазуту, падаюць перагрэтую пару.

На талерках рэктыфікацыйнай калоны адбываюцца працэсы, якія садзейнічаюць яшчэ больш дакладнаму раздзяленню нафты на фракцыі.

Будова талерак схематычна паказана на рысунку 22. Адтуліны ў талерках, праз якія праходзіць пара, што падымаецца ўгору, маюць невялікія патрубкі, пакрытыя зверху каўпачкамі з зубчастымі краямі. Праз зазоры, якія ўтвараюцца ў месцы судакра-



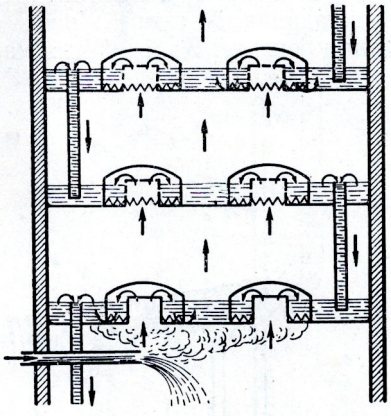
Рыс. 21. Схема трубчастай установкі для бесперапыннай перагонкі нафты.

нання каўпачка з талеркай, і праходзіць угору пара вуглевадародаў. Праходзячы праз вуглевадароды, якія ўжо скандэнсаваліся на талерцы, пара ахалоджваецца, у выніку чаго найменш лятучыя састаўныя часткі яе звадкоўваюцца, а больш лятучыя падымаюцца на наступныя талеркі. Адначасова з гэтым ідзе і другі працэс. Вадкасць, якая знаходзіцца на талерцы, награваецца праходзячай парай, у выніку чаго лятучыя вуглевадароды, якія затрымаліся на талерцы, выпараюцца і падымаюцца вышэй. Лішак вадкасці, якая збіраецца на талерцы, сцякае па ператочнай трубцы на нижэйразмешчаную талерку, дзе праходзяць аналагічныя з'явы.

Працэсы выпарэння і кандэнсацыі, якія шматразова паўтараюцца на радзе талерак, прыводзяць да больш дакладнага раздзялення нафты на фракцыі. Гэтыя фракцыі на пэўных узроўнях

выводзяцца з калоны. Праходзячы праз цеплаабменнікі, яны аддаюць сваё цяпло нафце, якая паступае ў трубчастую печ. Далей яны ачышчаюцца ад прымесей пры дапамозе сернай кіслаты, шчолачы і іншымі спосабамі, пасля чаго ў выглядзе таварных прадуктаў — бензіну, керасіну, газойлю і да т. п.— паступаюць на склад.

Мазут, які застаецца ў выніку перагонкі, з'яўляецца каштоўнай сумессю вялікай колькасці цяжкіх вуглевадародаў. Ён, як было сказана, дадаткова пераганяецца з мэтай атрымання змазачных маслаў. Каб мазут у працэсе перагонкі можна было раздзяліць на фракцыі, яго, відаць, неабходна нагрэць не да 325° С, як было пры першаснай перагонцы нафты, калі ён заставаўся вадкім, а значна вышэй. Але, як выяўляецца, малекулы вуглевадародаў, якія ўваходзяць у састаў мазуту, не вытрымліваюць такога моцнага награвання і пачынаюць раскладацца.



Рыс. 22. Схема будовы талерак рэктыфікацыйнай калоны.

Як жа ў такім выпадку зрабіць перагонку? З фізікі вядома, што тэмпературы кіпення рэчываў паніжаюцца з паніжэннем ціску. Гэты прынцып і выкарыстоўваецца ў дадзеным выпадку. Перагонку вядуць у вакуум-устаноўках пры разраджэнні да 50 *мм* рт. сл. Пры гэтых умовах вуглевадароды мазуту пераходзяць у парападобны стан пры больш нізкай тэмпературы без хімічнага разбурэння.

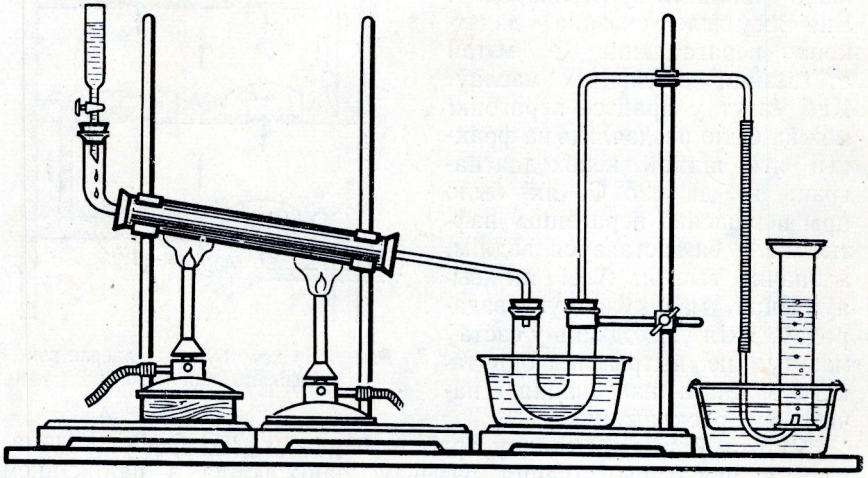
Вакуум-устаноўка па вонкаваму выгляду нагадвае ўстаноўку для першаснай перагонкі нафты. Спачатку мазут награваецца ў трубчастай печы, затым ён паступае ў рэктыфікацыйную калону з талеркамі.

У выніку працэсаў, падобных да разгледжаных раней, пара мазуту раздзяляецца ў калоне на фракцыі, якія даюць пасля ачысткі тыя або іншыя змазачныя маслы. З дна калоны адводзіцца частка мазуту, якая не пераганяецца,— гудрон. Устаноўкі першаснай і другаснай перагонак нафты часта будуюць сумесна як атмасферна-вакуумныя ўстаноўкі. На атмасфернай частцы робяць перагонку нафты, а мазут, які атрымліваецца, пераганяюць на другой, вакуумнай частцы.

Крэкінг нафтапрадуктаў. Пры перагонцы нафты выхад бензіну складае толькі 10—15%. Такая колькасць яго не можа задаволіць усё ўзрастаючы попыт на бензін з боку авіяцыі і аўтамабільнага транспарту. Перад нафтаперапрацоўчай прамысловасцю

паўстала сур'ёзная задача — знайсці дадатковыя крыніцы атрымання бензіну. Адкуль жа можа быць атрыман бензін, калі ўсе лёгкакіпячыя вуглевадароды нафты ўжо атрыманы з яе пры перагонцы?

Успомнім, што мазут нельга пераганяць пры атмасферным ціску, таму што малекулы яго пры высокай тэмпературы пачынаюць раскладацца. У гэтай з'яве і ляжыць крыніца дадатковага атрымання бензіну. Калі буйныя малекулы вуглевадародаў пры моцным



Рыс. 23. Крэкінг керасіну ў лабараторыі.

награванні раскладаюцца на больш дробныя, значыць, такім шляхам могуць быць атрыманы малекулы, якія адпавядаюць бензінавай фракцыі. Пазнаёмімся з гэтай з'явай на доследзе.

У жалезную трубку, якая награваецца на моцным полымі, будзем пускаць з лейкі па кроплях керасін або змазачнае масла (рыс. 23). Мы заўважым, што неўзабаве ў U-падобнай трубцы будзе збірацца вадкасць, а ў цыліндры над вадой — газ. Гэта адзнакі таго, што ў трубцы ідзе хімічная рэакцыя. Такі вывад можа быць пацверджаны і выпрабаваннем атрыманых прадуктаў. І вадкасць і газ абясколерваюць бромную ваду, тады як зыходны прадукт, калі ён быў дастаткова ачышчаны, бромнай вады не абясколервае.

Вынікі доследу тлумачацца тым, што пры награванні адбыўся распад вуглевадародаў, напрыклад:

$$\underset{\text{Гексадэкан}}{C_{16}H_{34}} \rightarrow \underset{\text{Актан}}{C_8H_{18}} + \underset{\text{Актылен}}{C_8H_{16}}$$

Утварылася сумесь гранічных і негранічных вуглевадародаў меншай малекулярнай вагі, якая адпавядае бензіну.

Рэчывы, якія атрымаліся, часткова могуць раскладацца далей, напрыклад:

$$\underset{\text{Актан}}{C_8H_{18}} \rightarrow \underset{\text{Бутан}}{C_4H_{10}} + \underset{\text{Бутылен}}{C_4H_8}$$

$$\underset{\text{Бутан}}{C_4H_{10}} \rightarrow \underset{\text{Этан}}{C_2H_6} + \underset{\text{Этылен}}{C_2H_4}$$

Гэтыя рэакцыі прыводзяць да ўтварэння газападобных рэчываў, якія мы таксама выявілі пры правядзенні доследу.

Працэс хімічнага раскладання вуглевадародаў нафты на больш лятучыя рэчывы называецца *крэкінгам* (крэкінг — расшчапленне). Крэкінг дае магчымасць павысіць выхад бензіну з нафты да 50% і больш.

Прамысловы крэкінг-працэс быў вынайдзены рускім інжынерам В. Г. Шухавым у 1891 г. Спачатку гэта вынаходства выкарысталі амерыканскія фірмы. У Расіі крэкінг-працэс пачаў ужывацца толькі пасля Вялікай Кастрычніцкай сацыялістычнай рэвалюцыі.

Існуюць два віды крэкінгу — тэрмічны, калі расшчапленне вуглевадародаў адбываецца пры высокай тэмпературы, і каталітычны, які ідзе пры павышанай тэмпературы з прымяненнем каталізатараў.

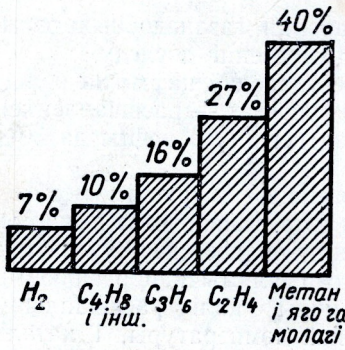
Тэрмічны крэкінг ажыццяўляюць у прамысловасці, прапускаючы нафтапрадукты, напрыклад мазут, праз трубчастую печ, дзе яны награваюцца прыкладна да 500° С пад ціскам у некалькі дзесяткаў атмасфер. Пры гэтых умовах адбываецца крэкінг вуглевадародаў. Каб раздзяліць сумесь вадкіх і газападобных рэчываў, якія ўтвараюцца, прадукты крэкінгу накіроўваюць у рэктыфікацыйную калону, з прынцыпам дзеяння якой мы ўжо знаёмы.

Бензін тэрмічнага крэкінгу істотна адрозніваецца ад бензіну прамой перагонкі тым, што змяшчае негранічныя вуглевадароды. Паколькі яны маюць больш высокія актанавыя лікі, чым граничныя, крэкінг-бензін мае большую дэтанацыйную стойкасць, чым бензін прамой перагонкі. Аднак такі бензін менш стойкі пры захоўванні, таму што негранічныя вуглевадароды ў выніку акіслення і полімерызацыі з цягам часу асмольваюцца. Гэтыя смолападобныя прадукты засмечваюць бензаправоды, утвараюць нагар на сценках цыліндраў, клапанах і іншых частках рухавіка. Каб зрабіць крэкінг-бензін больш стойкім пры захоўванні, дадаюць рэчывы — антыакісляльнікі, якія перашкаджаюць яго асмольванню.

Газы тэрмічнага крэкінгу змяшчаюць гранічныя і негранічныя вуглевадароды, што робіць іх каштоўнай сыравінай арганічнага сінтэзу (рыс. 24).

Каталітычны крэкінг праводзяць у прысутнасці прыродных або сінтэтычных алюмасілікатаў. Прымяненне каталізатара дае магчымасць весці працэс пры крыху больш нізкай тэмпературы (450° С), атрымліваць бензін з большай хуткасцю і больш высокай якасці.

Ва ўмовах каталітычнага крэкінгу ўтвараецца менш негранічных вуглевадародаў, чым пры тэрмічным крэкінгу, таму бензін больш устойлівы пры захоўванні. Акрамя таго, тут атрымліваюць развіццё рэакцыі *ізамерызацыі*, г. зн. ператварэння вуглевадародаў нармальнай будовы ў вуглевадароды разгалінаваныя. А такія злучэнні, як мы ведаем, значна павышаюць актанавы лік бензіну. Наяўнасць ізазлучэнняў у газах каталітычнага крэкінгу мае вялікую каштоўнасць для арганічнага сінтэзу.



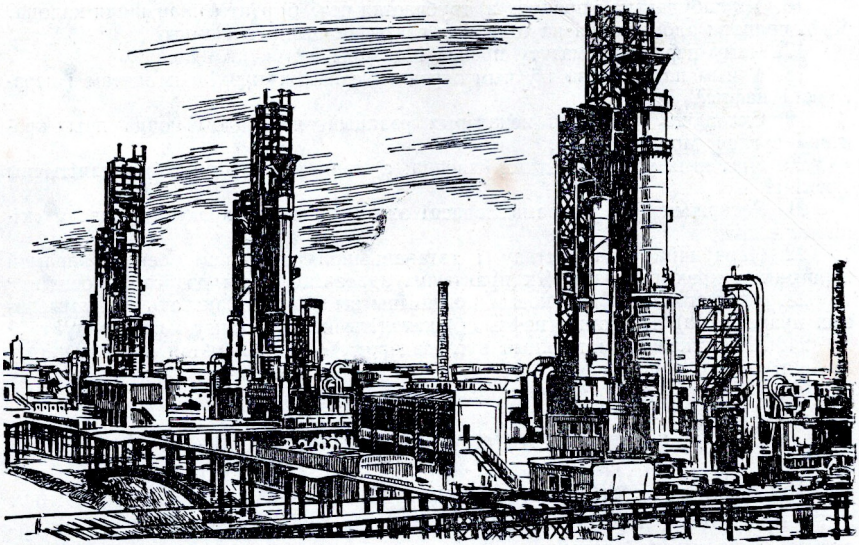
Рыс. 24. Прыкладны састаў газаў тэрмічнага крэкінгу.

Каталітычнаму крэкінгу падлягаюць пераважна керасінавая і газойлевая фракцыі нафты.

Тэхнічнае ажыццяўленне каталітычнага крэкінгу было справай вельмі складанай. Каталізатар у працэсе крэкінгу хутка пакрываўся нелятучымі прадуктамі раскладання вуглевадародаў, як гавораць, закаксоўваўся і ўжо праз некалькі мінут траціў сваю актыўнасць. Даводзілася спыняць крэкінг і аднаўляць актыўнасць каталізатара шляхам выпальвання коксу, які адклаўся.

Крэкінг-працэс, здавалася, не меў перспектыў для свайго развіцця. Але тут на дапамогу прыйшло інжынернае майстэрства. Былі сканструяваны ўстаноўкі, у якіх ажыццёўлен прынцып цыркуляцыі каталізатара — з рэактара ён бесперапынна паступае ў рэгенератар, дзе аднаўляе сваю актыўнасць, пасля чаго таксама бесперапынна зноў паступае ў рэактар. У рабоце рэактара быў прыменены таксама прынцып «кіпячага слоя». Вось як сканструяваны і працуюць устаноўкі гэтага тыпу (гл. каляровы рысунак III).

Пара сыравіны (газойлю), якая выходзіць з трубчастай печы, змешваецца з нагрэтым пылападобным каталізатарам і па трубаправодзе бесперапынна паступае ў рэактар. Паколькі ёмістасць рэактара вялікая, хуткасць патоку ў ім рэзка памяншаецца і часцінкі каталізатара ўтвараюць няшчыльны слой нібы кіпячай вадкасці, праз які ўвесь час праходзіць пара вуглевадароднай сыравіны. Тут і адбываецца асноўны працэс крэкінгу. Прадукты крэкінгу падымаюцца ў верхнюю частку рэактара, праходзяць праз ачышчальнікі, дзе вызваляюцца ад захопленых часцінак каталізатара, і паступаюць далей на рэктыфікацыю. Каталізатар, які пакрываецца ў працэсе крэкінгу прадуктамі раскладання, бесперапынна адводзіцца з рэактара ў рэгенератар; адначасова сюды паступае паветра. У рэгенератары, зноў па прынцыпу «кіпячага слоя», адбываецца выпальванне прымесей з каталізатара.



Рыс. 25. Агульны выгляд завода каталітычнага крэкінгу.

Затым ён зноў паступае ў рэактар, змешваючыся па шляху з патокам сыравіны.

На рысунку 25 паказаны агульны выгляд установак каталітычнага крэкінгу.

Акрамя каталітычнага крэкінгу, вельмі важным прамысловым каталітычным працэсам з'яўляецца *араматызацыя вуглевадародаў* — ператварэнне гранічных вуглевадародаў і цыклапарафінаў у араматычныя. Успомніце, напрыклад, рэакцыі ператварэння гексану і цыклагексану ў бензол.

Падобныя працэсы адбываюцца пры паляпшэнні (рыфармінгу) бензінаў — награванні іх у прысутнасці плаціны або вокісу малібдэну. У выніку ўтварэння пры гэтым араматычных вуглевадародаў значна ўзрастае актанавы лік гаручага. Пабочны прадукт рэакцыі — вадарод — з'яўляецца таннай сыравінай для сінтэзу аміяку і іншых злучэнняў.

Працэс араматызацыі праводзяць і з мэтай атрымання індывідуальных араматычных вуглевадародаў — бензолу, талуолу і інш. У гэтым выпадку ў якасці сыравіны бяруць адпаведныя гранічныя або цыклапарафінавыя вуглевадароды.

Каталітычныя метады перапрацоўкі нафтапрадуктаў развіваюцца цяпер асабліва хуткімі тэмпамі.

Пытанні і практыкаванні

14. Параўнайце па саставу спадарожныя нафтавыя газы і прыродны газ.

15. Якія прадукты вылучаюць са спадарожных нафтавых газаў і для чаго іх выкарыстоўваюць?

16. Як пабудавана і працуе: а) трубчастая печ, б) рэктыфікацыйная калона? Якія працэсы адбываюцца на талерках рэктыфікацыйнай калоны?

17. Чаму перагонка мазуту праводзіцца пры паніжаным ціску?

18. У чым падабенства і ў чым адрозненне паміж крэкінг-працэсам і перагонкай нафты?

19. Складзіце ўраўненні некаторых рэакцый, якія адбываюцца пры крэкінгу вуглевадароду $C_{12}H_{26}$.

20. Пры якіх умовах ажыццяўляецца: а) тэрмічны крэкінг, б) каталітычны крэкінг?

21. Раскажыце, як у прамысловасці ажыццяўляецца крэкінг-працэс у «кіпячым слоі».

22. Параўнайце па саставу і дэтанацыйнай стойкасці бензін прамой перагонкі і крэкінг-бензін. Як практычна адрозніць гэтыя два сарты бензіну?

23. Якія агульныя навуковыя прынцыпы вы можаце паказаць у прамысловых працэсах: а) перагонцы нафты, б) каталітычным крэкінгу нафтапрадуктаў?

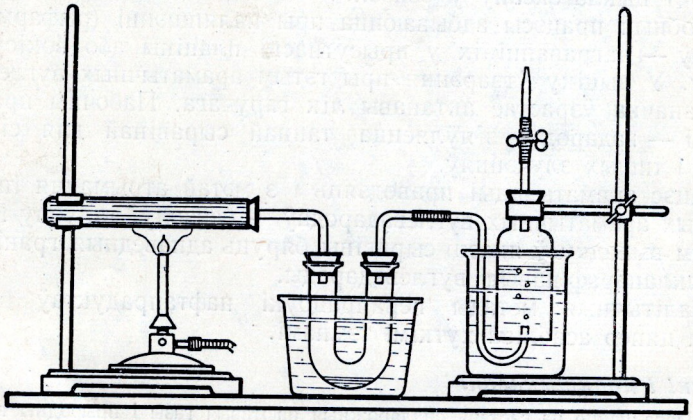
24. Што такое араматызацыя вуглевадародаў? З якой мэтай яна ажыццяўляецца?

§ 21. КОКСАХІМІЧНАЯ ВЫТВОРЧАСЦЬ

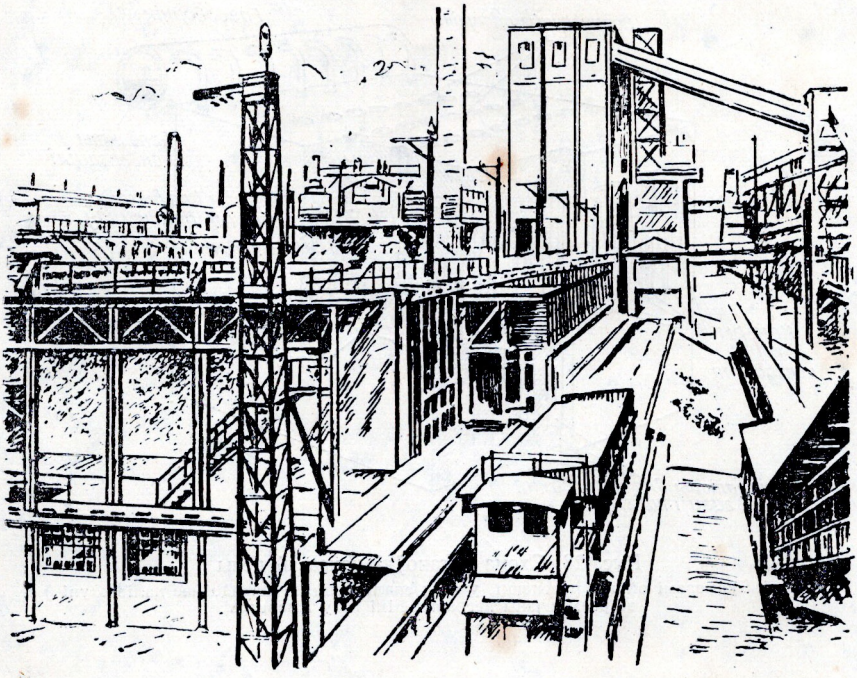
Важнейшай крыніцай прамысловага атрымання араматычных вуглевадародаў побач з перапрацоўкай нафты з'яўляецца каксаванне каменнага вугалю.

Працэс каксавання можна ажыццявіць у лабараторыі (рыс. 26). Калі каменны вугаль моцна награваць у жалезнай трубцы без доступу паветра, то праз некаторы час можна будзе назіраць вылучэнне газаў і пары. У U-падобнай трубцы кандэнсуюцца смала непрыемнага паху і зверху яе вада. Газы, якія праходзяць далей, збіраюцца ў пасудзіне над вадой.

Смала, якая ўтварылася, змяшчае многа араматычных злучэнняў, а вада, што скандэнсавалася, змяшчае аміяк, у чым можна пераканацца пры дапамозе індыкатарнай паперкі; гэта вада назы-



Рыс. 26. Каксаванне каменнага вугалю ў лабараторыі.

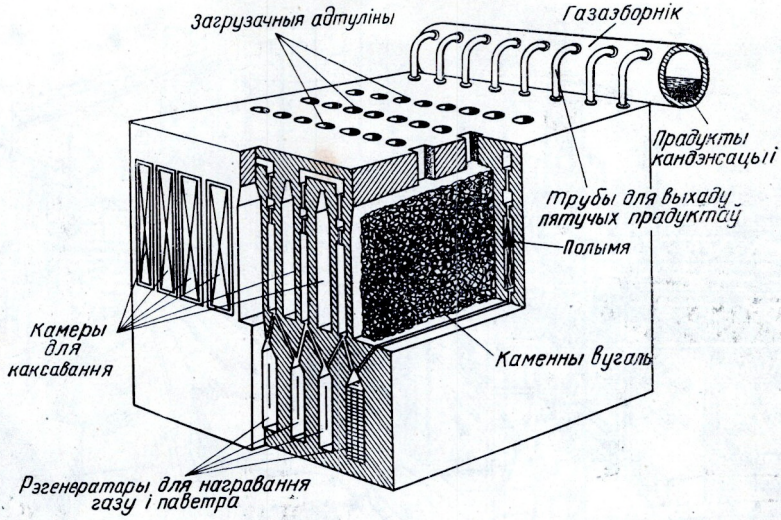


Рыс. 27. Агульны выгляд коксавай печы.

ваецца аміячнай вадой. У жалезнай трубцы пасля доследу застаецца кокс. Сабраны газ добра гарыць, яго называюць коксавым газам.

Такім чынам, пры награванні каменнага вугалю без доступу паветра ўтвараюцца чатыры асноўныя прадукты: *кокс, каменнавугальная смала, аміячная вада, коксавы газ.*

Прамысловая коксавая печ паказана на рысунку 27. Яна складаецца з некалькіх дзесяткаў доўгіх вузкіх камер, у якія зверху праз адтуліны загружаецца каменны вугаль (рыс. 28). Награванне вугалю робіцца шляхам спальвання газу ў прасценках паміж камерамі. Для дасягнення больш высокай тэмпературы гарэння газ і паветра папярэдне награваюць у рэгенератарах, размешчаных пад камерамі, як гэта робяць у мартэнаўскай вытворчасці сталі. Пры награванні да тэмпературы каля 1000° С у вугалі адбываюцца хімічныя ператварэнні, у выніку якіх утвараюцца кокс і лятучыя прадукты. Працэс каксавання працягваецца каля 14 гадзін. Пасля таго як ён закончыцца, кокс, які ўтварыўся,— «коксавы пірог» — выгружаецца з камеры ў вагон (рыс. 29) і затым гасіцца вадой; у камеру загружаецца новая порцыя вугалю, і працэс каксавання



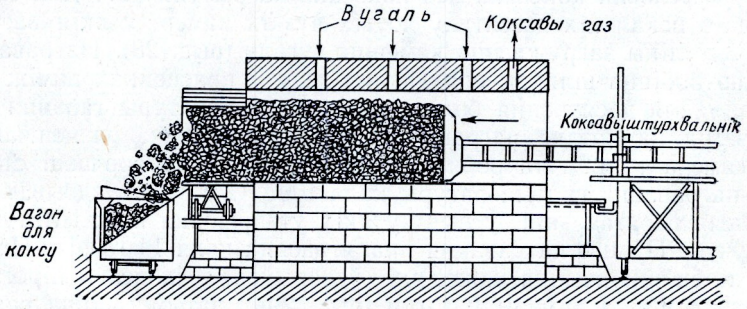
Рыс. 28. Схема ўстаноўкі коксавай печы.

Паміж камерамі відаць прасценкі, у якіх спальваецца газападобнае паліва; унізе размешчаны награвальнікі газу і паветра.

пачынаецца зноў. Пасля астывання кокс сартуюць і накіроўваюць на металургічныя заводы для доменных пячэй.

Лятучыя прадукты, якія ўтвараюцца пры каксаванні вугалю, выводзяцца праз адтуліны ў версе камер і паступаюць у агульны газазборнік, дзе з іх, як і ў нашым доследзе, кандэнсуюцца смала і аміячная вада.

Каменнавугальную смалу рэктыфікацыйна пераганяюць. З прадуктаў перагонкі атрымліваюць вуглевадароды рада бензолу,



Рыс. 29. Выгрузка «коксавага пірага» з камеры.

фенол (карболавую кіслату), нафталін і многія іншыя рэчывы. Пасля перагонкі смалы застаецца густая чорная маса — пек, якая ідзе на падрыхтаванне брыкетнага паліва з вугальнай дробязі, электродаў і дахавага толю.

Пасля аддзялення смалы і аміячнай вады коксавы газ змяшчае яшчэ многа аміяку і лёгкіх араматычных вуглевадародаў (пераважна бензолу). З мэтай атрымання гэтых рэчываў газ прапускаюць перш за ўсё праз раствор сернай кіслаты.

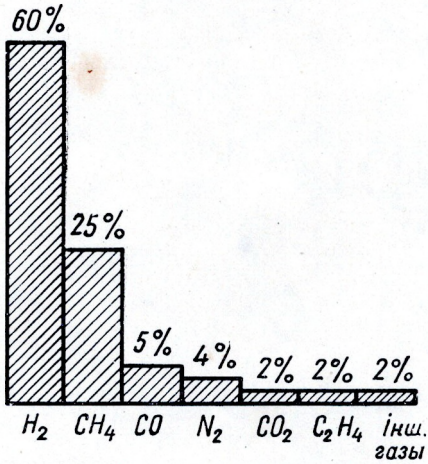
Аміяк рэагуе з кіслатой, утвараючы сульфат амонію:

$$2NH_3 + H_2SO_4 \rightarrow (NH_4)_2SO_4$$

Сульфат амонію атрымліваюць таксама пры перапрацоўцы аміячнай вады. Ён выкарыстоўваецца ў якасці азотнага ўгнаення.

Каб вылучыць араматычныя вуглевадароды, газ накіроўваюць далей у паглынальныя вежы, якія арашаюцца мінеральным маслам. Падымаючыся насустрач маслу, вуглевадароды растваряюцца ў ім. Шляхам наступнай рэктыфікацыйнай перагонкі гэтага раствору атрымліваюць бензол, талуол і іншыя рэчывы, растваральнік зноў падаюць на арашэнне вежаў.

Састаў коксавага газу пасля вылучэння з яго аміяку і лёгкіх араматычных вуглевадародаў паказаны на рысунку 30.



Рыс. 30. Прыкладны састаў коксавага газу.

Наяўнасць вялікай колькасці гаручых рэчываў абумоўлівае высокую цеплыню згарання коксавага газу (прыкладна 4300 *ккал/м*³). Таму ён ужываецца як паліва ў прамысловасці (у шклоплавільных, мартэнаўскіх печах) і ў быце. Ён выкарыстоўваецца і як сыравіна для сінтэтычнага атрымання розных рэчываў. Напрыклад, з коксавага газу вылучаюць вадарод для сінтэзу аміяку.

На коксахімічных заводах працэс каксавання вугалю ў камерах ажыццяўляецца перыядычна. Як і ўсялякі перыядычны працэс, ён мае недахопы. Асноўныя з іх вы можаце заўважыць самі. Вучоныя і тэхнолагі працуюць зараз над стварэннем бесперапыннага працэсу каксавання каменнага вугалю.

Пытанні і практыкаванні

25. Апішыце будову і работу коксавай печы. Якія асноўныя прадукты ўтвараюцца ў працэсе каксавання?

26. Якія прадукты атрымліваюцца: а) з коксавага газу, б) з каменнавугальнай смалы? Дзе яны прымяняюцца?

27. У чым, па-вашаму, заключаюцца недахопы перыядычнага працэсу каксавання каменнага вугалю?

28. Чаму пры перыядычнай рабоце камер перапрацоўку газу на коксахімічным заводзе магчыма ажыццяўляць па бесперапыннаму метаду?

29. Аміяк у аміячнай вадзе знаходзіцца як у растворaным стане, так і ў выглядзе солей. Які спосаб вы прапанавалі б для магчыма больш поўнага атрымання аміяку з аміячнай вады?

30. Ведаючы састаў коксавага газу (рыс. 30), адкажыце, для атрымання якіх арганічных рэчываў, на вашу думку, ён можа быць выкарыстаны.

31. Якія агульныя навуковыя прынцыпы можна адзначыць у коксахімічнай вытворчасці?

РАЗДЗЕЛ II

КІСЛАРОДЗМЯШЧАЮЧЫЯ АРГАНІЧНЫЯ ЗЛУЧЭННІ

СПІРТЫ І ФЕНОЛЫ

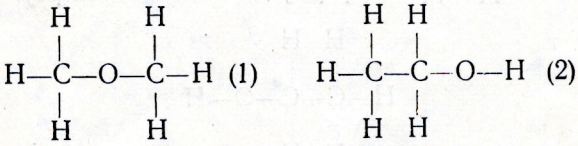
Да гэтага часу мы вывучалі арганічныя рэчывы, утвораныя двума элементамі — вугляродам і вадародам. Вядома многа рэчываў, у састаў якіх побач з гэтымі элементамі ўваходзіць кісларод. З ліку кіслародзмяшчаючых арганічных злучэнняў разгледзім перш за ўсё клас спіртоў. Шырока распаўсюджаны прадстаўнік спіртоў — этылавы спірт.

§ 22. ЭТЫЛАВЫ СПІРТ

Фізічныя ўласцівасці. Этылавы спірт C_2H_6O — бясколерная вадкасць са своеасаблівым пахам, лягчэйшая за ваду (удз. вага 0,8), кіпіць пры тэмпературы 78,3° С.

Этылавы спірт добра растваряецца ў вадзе (у любых адносінах) і сам з'яўляецца растваральнікам многіх неарганічных і арганічных рэчываў. У спірце-рэктыфікаце знаходзіцца 96% этылавага спірту і 4% вады.

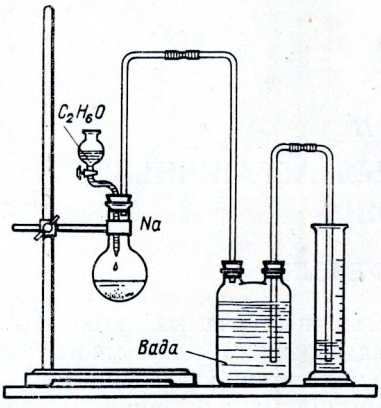
Будова малекулы этылавага спірту. Ведаючы малекулярную формулу этылавага спірту і валентнасць элементаў, паспрабуем паказаць яго будову. Мы зможам напісаць дзве структурныя формулы:



Якая ж з гэтых формул адпавядае будове малекулы этылавага спірту?

Параўноўваючы формулы, мы заўважаем, што калі правільная першая з іх, то ў малекуле спірту ўсе атамы вадароду злучаны

з атамамі вугляроду і можна дапусціць, што яны аднолькавыя па ўласцівасцях. Калі ж сапраўдная другая формула, то адзін атам вадароду ў малекуле злучаны з атамам вугляроду праз кісларод і ён, відаць, будзе адрозніваца ад іншых вадародных атамаў. Значыць, можна праверыць доследам, аднолькавыя або розныя па ўласцівасцях атамы вадароду ў спірце.

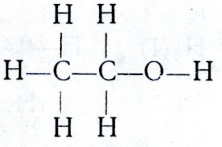


Рыс. 31. Колькасны дослед атрымання вадароду з этылавага спірту

Змесцім у прабірку са спіртам кавалачак натрыю. Мы заўважым, што адразу ж пачнецца рэакцыя, пры якой вылучаецца газ. Нацяжка ўстанавіць, што гэты газ — вадарод.

Цяпер правядзём дослед так, каб можна было вызначыць, колькі атамаў вадароду вылучаецца пры рэакцыі з кожнай малекулы спірту. У колбу з дробнымі кавалачкамі натрыю (рыс. 31) прыльём па кроплях з лейкі пэўную колькасць спірту, напрыклад 0,1 *г-моль* (4,6 *г*). Вадарод, які вылучаецца са спірту, выцесніць ваду з двухгорлай бутэлькі ў цыліндр. Аб'ём выціснутай вады ў цыліндры будзе адпавядаць аб'ёму вадароду, які вылучыўся.

Калі для доследу была ўзята 0,1 *г-моль* спірту, то вадароду ўдаецца атрымаць (у пераліку на нармальныя ўмовы) каля 1,12 *л*. Гэта азначае, што з грам-малекулы спірту натрый выцясняе 11,2 *л*, г. зн. палавіну грам-малекулы, інакш кажучы, 1 *г-атам* вадароду. Такім чынам, з кожнай малекулы спірту натрыем выцясняецца толькі адзін атам вадароду. Формула (1) не дае тлумачэння такому факту. Згодна з гэтай формулай усе атамы вадароду раўнацэнныя. Наадварот, формула (2) паказвае наяўнасць аднаго атама, які знаходзіцца ў асобым становішчы: ён злучаны з атамам вугляроду праз кісларод; можна заключыць, што іменна гэты атам вадароду звязаны менш моцна, ён больш рухомы і выцясняецца натрыем. Такім чынам, структурная формула этылавага спірту:



Мадэль малекулы этылавага спірту паказана на каляровым рысунку I.

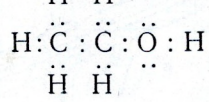
Каб падкрэсліць, што ў малекуле спірту змяшчаецца гідра-

ксільная група — ОН, злучаная з вуглевадародным радыкалам, малекулярную формулу этылавага спірту часта пішуць так:

$$CH_3—CH_2—OH \quad \text{або} \quad C_2H_5OH$$

Узнікае пытанне, чаму ж у малекуле спірту атам вадароду гідраксільнай групы з'яўляецца найбольш рухомым? Тут мы сустракаемся з наглядным прыкладам *уплыву атамаў* адзін на аднаго. Становішча рухомага атама вадароду ў малекуле адрозніваецца ад іншых атамаў толькі тым, што злучаны ён не з вугляродам, а з кіслародам. Відаць, атам кісларoду робіць уплыў на вадародны атам так, што сувязь яго з малекулай становіцца менш моцнай.

Сутнасць гэтага ўплыву мы зможам зразумець, калі звернемся да электроннай будовы малекулы спірту:



Тут кісларод, як атам-акісляльнік, у большай ступені прыцягвае да сябе электронную пару ад атама вадароду, чым вугляродныя атамы. Атам вадароду з'яўляецца як бы больш свабодным ад электронаў, менш звязаным з малекулай і таму можа параўнальна лёгка выцясняцца натрыем.

Хімічныя ўласцівасці. Этылавы спірт гарыць сіняватым, ледзь прыкметным полымем, вылучаючы многа цеплыні:

$$C_2H_5OH + 3O_2 \rightarrow 2CO_2 + 3H_2O$$

З гэтай уласцівасцю яго вы пазнаёміліся, калі карысталіся спіртовымі гарэлкамі пры выкананні хімічных доследаў.

З папярэдняга вам вядома і другая ўласцівасць спірту — узаемадзеянне з натрыем. Ведаючы будову спірту, мы можам цяпер гэту рэакцыю паказаць ураўненнем:

$$2C_2H_5OH + 2Na \rightarrow 2C_2H_5ONa + H_2$$

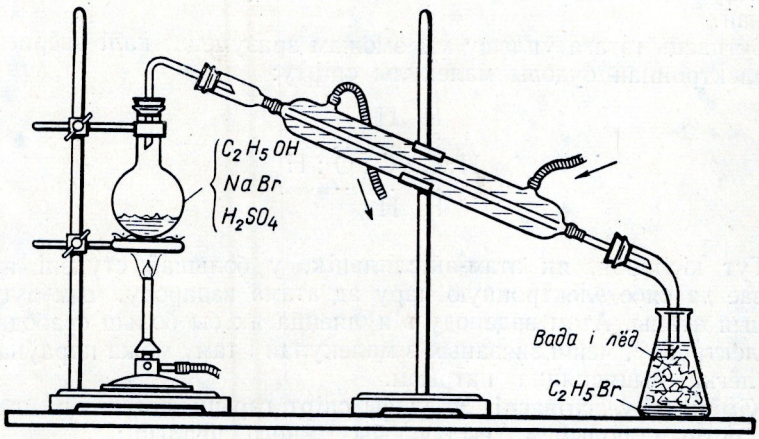
Прадукт замяшчэння вадароду ў спірце натрыем носіць назву этылату натрыю. Ён можа быць вылучаны пасля рэакцыі ў выглядзе цвёрдага рэчыва.

На падставе рэакцыі з натрыем можна меркаваць, што спірт праяўляе кіслотныя ўласцівасці. Аднак спірт не з'яўляецца электралітам, ён не змяняе афарбоўкі індыкатара і не дае самай агульнай і характэрнай рэакцыі кіслот — не рэагуе са шчолачамі. Таму спірт нельга лічыць кіслатой.

У этылавага спірту можа ўступаць у хімічныя рэакцыі не толькі гідраксільны атам вадароду, але і ўся гідраксільная група.

У колбе з далучаным да яе халадзільнікам (рыс. 32) будзем награваць этылавы спірт з галагенавадароднай кіслатой, напрыклад броміставадароднай кіслатой (для ўтварэння бромістага вадароду бяруць сумесь браміду натрыю NaBr з сернай кіслатой H_2SO_4). Праз некаторы час мы заўважым, што з колбы будзе адганяцца цяжкая вадкасць, якая збіраецца ў прыймальніку пад слоем вады. Гэта бромісты этыл C_2H_5Br:

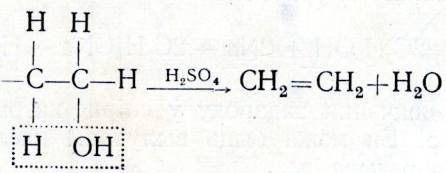
$$C_2H_5\boxed{OH + H}Br \rightarrow C_2H_5Br + H_2O$$



Рыс. 32. Атрыманне бромістага этылу з этылавага спірту.

Дадзеная рэакцыя пацвярджае структурную формулу этылавага спірту, паколькі відаць, што гідраксільныя групы для ўтварэння малекул вады дае не бромісты вадарод, а спірт.

Пры награванні з канцэнтраванай сернай кіслатой у якасці каталізатара спірт лёгка *дэгідратуецца*, г. зн. адшчапляе ваду:



Гэта рэакцыя выкарыстоўваецца, як мы бачылі раней, для атрымання этылену ў лабараторыі.

Пры больш слабым награванні спірту з сернай кіслатой (не вышэй 140° С і пры дастатковай колькасці спірту) кожная ма-

лекула вады адшчапляецца ад дзвюх малекул спірту, у выніку чаго ўтвараецца дыэтылавы эфір:

$$C_2H_5O\boxed{H+HO}C_2H_5 \xrightarrow{H_2SO_4} C_2H_5—O—C_2H_5 + H_2O$$

Дыэтылавы эфір (іншы раз называемы серным эфірам) — лятучая вадкасць, якая лёгка загараецца. Ён ужываецца ў якасці растваральніку (напрыклад, пры чыстцы тканін) і ў медыцыне для наркозу. Дыэтылавы эфір належыць да класа *простых эфіраў* — арганічных рэчываў, малекулы якіх складаюцца з двух вуглевадародных радыкалаў, злучаных пры дапамозе атама кіслароду: R—O—R.

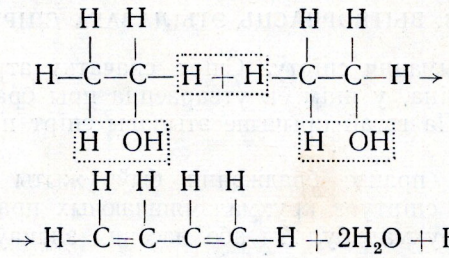
Разглядаючы хімічныя ўласцівасці этылавага спірту, мы заўважаем, што амаль усе яны звязаны з наяўнасцю ў яго малекуле гідраксільнай групы. Іменна за кошт яе ўтвараюцца характэрныя для спірту хімічныя рэакцыі.

Групы атамаў, якія абумоўліваюць характэрныя хімічныя ўласцівасці, г. зн. хімічную функцыю, называюцца *функцыянальнымі групамі*.

Гідраксільная група OH — функцыянальная група спіртоў. У малекулах гэтых рэчываў, як мы ўбачым далей, можа быць нават не адна, а некалькі гідраксільных груп. Таму спіртам можна даць такое азначэнне:

Спіртамі **называюцца арганічныя рэчывы, малекулы якіх змяшчаюць адну або некалькі гідраксільных груп, злучаных з вуглевадародным радыкалам.**

Прымяненне этылавага спірту. Этылавы спірт знаходзіць шырокае прымяненне. Вялікая колькасць яго ідзе на вытворчасць бутадыену, неабходнага для сінтэзу каўчукаў. Каб атрымаць бутадыен, пару спірту прапускаюць праз нагрэты каталізатар, які з'яўляецца адначасова і дэгідратуючым і дэгідруючым:



Са спірту атрымліваюць харчовую воцатную кіслату, штучныя «фруктовыя эсенцыі» і многія іншыя арганічныя рэчывы. Ён ідзе таксама на выраб спіртных напіткаў.

У фармацэўтычнай прамысловасці спірт выкарыстоўваюць для вырабу дыэтыленавага эфіру і лякарстваў, у тым ліку разнастайных

спіртовых настоек з лекавых траў. У парфумерыі спірт ідзе на выраб духоў і адэкалонаў. Растваряючы ў спірце смолы, падрыхтоўваюць лакі і палітуры. Як рэчыва, якое забівае мікробы, спірт ужываецца ў біялогіі для кансервавання батанічных і іншых прэпаратаў.

Высокая цеплыня згарання і дэтанацыйная стойкасць спірту абумоўліваюць ужыванне яго ў некаторых краінах у якасці гаручага для рухавікоў унутранага згарання (у сумесі з бензолам).

Этылавы спірт пры прыёме ўнутр хутка ўсмоктваецца ў кроў і робіць моцнае дзеянне на арганізм. Ён выклікае прыгнечанне цэнтральнай нервовай сістэмы, у першую чаргу кары галаўнога мозгу і цэнтраў тармажэння, якія знаходзяцца ў ёй. Ужыванне спіртных напіткаў вядзе да паслаблення памяці, хваравітых змен у органах, і ў выніку атручэння арганізма можа быць смяротны зыход. Каб спірт, які ўжываецца ў якасці гаручага, не быў прыгодны для піцця, да яго дадаюць дрэнна пахнучыя, ядавітыя і фарбуючыя рэчывы. Такі спірт вядомы пад назвай дэнатурату.

Пытанні і практыкаванні

1. Ахарактарызуйце: а) фізічныя ўласцівасці, б) хімічныя ўласцівасці, в) прымяненне этылавага спірту.
2. Як можна вывесці структурную формулу этылавага спірту?
3. Які максімальны аб'ём вадароду (вымеранага пры н. у.) можа быць выцеснены натрыем з 230 *г* этылавага спірту?
4. Акрамя натрыю, этылавы спірт рэагуе і з іншымі шчолачнымі металамі. З якімі з іх ён будзе рэагаваць больш энергічна, з якімі менш энергічна, чым з натрыем? Складзіце ўраўненне ўзаемадзеяння спірту з адным з такіх металаў.
5. Які аб'ём паветра неабходны для спальвання 23 *г* этылавага спірту? Колькі грам-малекул двухвокісу вугляроду і вады пры гэтым атрымаецца?
6. Як атрымаць хлорысты этыл, зыходзячы з этылавага спірту?
7. Як, зыходзячы з этылавага спірту, атрымаць этан? Прывядзіце ўраўненні рэакцый.

§ 23. ВЫТВОРЧАСЦЬ ЭТЫЛАВАГА СПІРТУ

Спосабы атрымання спірту. Спірт спачатку атрымлівалі шляхам перагонкі віна, у якім ён утвараецца пры браджэнні цукрыстых рэчываў. Па гэтай прычыне этылавы спірт называюць яшчэ вінным спіртам.

У далейшым працэс браджэння быў ужыты для прамысловага атрымання спірту з крухмалзмяшчаючых прадуктаў. Па гэтаму спосабу крухмал бульбы або насення злакаў ператвараюць спачатку ў цукар (мальтозу), які затым пры дапамозе дражджэй збраджваюць у спірт. Дражджавыя грыбкі выпрацоўваюць асобыя рэчывы — ферменты, якія з'яўляюцца арганічнымі каталізатарамі працэсу браджэння.

Але вытворчасць этылавага спірту пры ўсё ўзрастаючым попыце на яго з боку прамысловасці патрабуе вельмі вялікага

выдаткавання харчовай сыравіны. Таму распрацаваны і прымяняюцца іншыя спосабы атрымання спірту.

Цяпер у нас шырока развіта вытворчасць этылавага спірту з драўніны. Драўніну (цэлюлозу), як і крухмал, ператвараюць спачатку ў цукар, затым з цукру шляхам браджэння атрымліваюць спірт.

Найбольш дасканалым спосабам атрымання спірту з'яўляецца сінтэтычны. Ён заключаецца ў каталітычнай *гідратацыі* этылену вадзяной парай:

$$CH_2=CH_2 + H_2O \rightarrow CH_3—CH_2OH$$

Вытворчасць спірту гідратацыяй этылену. Вы не маглі не заўважыць, што рэакцыя атрымання спірту з этылену супрацьлеглая рэакцыі атрымання этылену са спірту. Такім чынам, гэта рэакцыя абарачальная, мае месца хімічная раўнавага:

$$C_2H_4 + H_2O \rightleftarrows C_2H_5OH$$

Каб гэту раўнавагу зрушыць управа, у бок утварэння этылавага спірту, неабходна прымяніць ціск. Каб рэакцыя ішла з дастатковай хуткасцю, неабходна, акрамя таго, выкарыстаць каталізатар і награваць рэчывы. Аднак залішне моцнае награванне вядзе да раскладання спірту, які ўтвараецца.

Устаноўлена, што аптымальнымі ўмовамі гідратацыі этылену з'яўляецца ціск 70—80 *ат* і тэмпература 280—300° С. Каталізатарам рэакцыі з'яўляецца фосфарная кіслата, асаджаная на цвёрдым носьбіце.

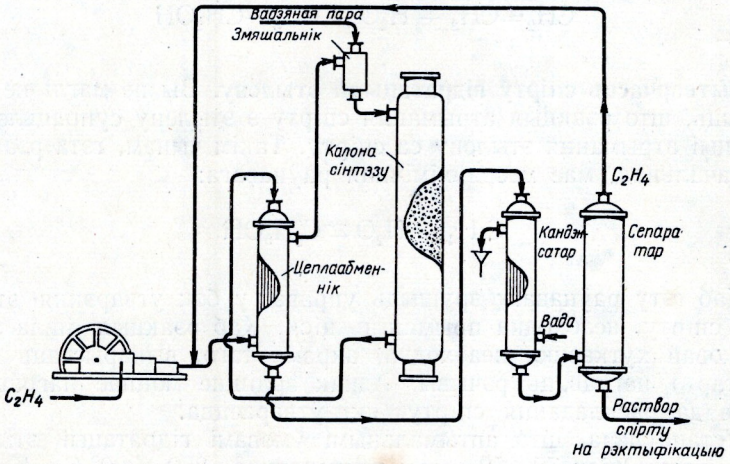
Пры гэтых умовах за адно праходжанне праз кантактны апарат каля 5% зыходнага этылену ператвараецца ў спірт. Каб зрабіць вытворчасць рэнтабельнай, неабходна, такім чынам, вылучаць спірт з прадуктаў рэакцыі і этылен зноў вяртаць на гідратацыю, г. зн. ажыццявіць цыркуляцыйны працэс. Відаць таксама, што цеплыня рэакцыі можа быць выкарыстана для награвання рэчываў, якія паступаюць на гідратацыю.

Высветліўшы навуковыя асновы працэсу, мы можам цяпер звярнуцца да разглядання яго тэхналогіі (рыс. 33). Кантактны апарат для сінтэзу этылавага спірту нагадвае цыліндрычную пустую калону вышынёй каля 10 *м*. Апарат футэраваны знутры ліставой меддзю з мэтай захавання яго ад карозіі фосфарнай кіслатой і запоўнены слоем каталізатара.

Этылен з прымессю непрарэагаваўшага газу награваецца ў цеплаабменніку прадуктамі рэакцыі да неабходнай тэмпературы, змешваецца з перагрэтай вадзяной парай і паступае ў верхнюю частку кантактнага апарата. Прадукты рэакцыі адводзяцца з ніжняй часткі апарата. У іх саставе — пара этылавага спірту, рэчы-

вы, якія непрарэагавалі, і пабочныя прадукты (дыэтылавы эфір і інш.).

Усе наступныя аперацыі накіраваны на вылучэнне чыстага этылавага спірту з гэтай сумесі. Перш за ўсё прадукты рэакцыі апрацоўваюцца шчолаччу (на схеме не паказана) з мэтай нейтралізацыі фосфарнай кіслаты, якая часткова выносіцца. Затым яны паступаюць у цеплаабменнік, дзе ахалоджваюцца, аддаючы цеплыню рэакцыі этылену, які паступае на гідратацыю.



Рыс. 33. Устаноўка прамой гідратацыі этылену.

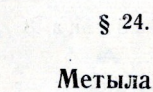
Аддзяленне этылену, які непрарэагаваў, ад вадкасці адбываецца ў сепаратары. Адсюль этылен паступае на змешванне са свежым газам, а водны раствор спірту з прымесямі ідзе на канцэнтраванне і рэктыфікацыйную перагонку.

Пытанні і практыкаванні

8. Раскажыце коратка, як развіваліся спосабы атрымання этылавага спірту.
9. Назавіце аптымальныя ўмовы працэсу гідратацыі этылену і дайце ім абгрунтаванне.
10. У прадуктах гідратацыі этылену змяшчаецца некаторая колькасць дыэтылавага эфіру. У выніку якой рэакцыі, на вашу думку, утвараецца тут дыэтылавы эфір?
11. Чаму каталізатар у вытворчасці сінтэтычнага спірту загружаецца ў кантактны апарат не ў выглядзе парашку, а ў выглядзе таблетак, хоць агульная паверхня яго ў першым выпадку была б значна большай?
12. Назавіце агульныя навуковыя прынцыпы хімічнай вытворчасці, якія маюць месца ў вырабе этылавага спірту гідратацыяй этылену.

§ 24. МЕТЫЛАВЫ СПІРТ. ГАМАЛАГІЧНЫ РАД СПІРТОЎ

Метылавы спірт. Найбольш простым па саставу спіртам з адной гідраксільнай групай у малекуле з'яўляецца метылавы спірт. Паспрабуйце скласці яго структурную формулу, ведаючы, што ў малекуле рэчыва змяшчаецца адзін атам вугляроду. Вы пераканаецеся, што ў дадзеным выпадку магчыма толькі адна будова



або CH_3OH, падобная да будовы этылавага спірту.

Метылавы спірт, як і этылавы, нагадвае бясколерную, лёгка лятучую вадкасць. Ён добра растваряецца ў вадзе і сам з'яўляецца растваральнікам многіх арганічных рэчываў. Метылавы спірт вызначаецца празмернай ядавітасцю: атручэнне нават невялікімі колькасцямі яго прыводзіць да страты зроку і часта да смерці.

Падабенства будовы метылавага і этылавага спіртоў абумоўлівае падабенства іх хімічных уласцівасцей. Метылавы спірт рэагуе з металічным натрыем. Пры гэтым вылучаецца вадарод і ўтвараецца метылат натрыю:

$$2CH_3OH + 2Na \rightarrow 2CH_3ONa + H_2$$

Пры награванні з браміставадароднай кіслатой (сумессю браміду натрыю NaBr і сернай кіслаты) метылавы спірт утварае брамісты метыл CH_3Br. Складзіце ўраўненне гэтай рэакцыі.

Пры дэгідратацыі метылавага спірту ў прысутнасці канцэнтраванай сернай кіслаты ўтвараецца газападобнае рэчыва — дыметылавы эфір

$$CH_3—O—CH_3$$

Метылавы спірт, як лятучы растваральнік, выкарыстоўваецца для атрымання лакаў і палітур. Даволі шырокае прымяненне ён знаходзіць пры сінтэзе розных арганічных рэчываў, напрыклад, у тых выпадках, калі патрэбна ўвесці ў малекулу рэчыва метыльную групу $—CH_3$. Найбольшая колькасць метылавага спірту расходуецца для атрымання фармальдэгіду, які выкарыстоўваецца пры вырабе пластмас.

Агульная характарыстыка гранічных аднаатамных спіртоў. У табліцы 8 прыведзены даныя аб гамалагічным радзе спіртоў. Усе яны змяшчаюць у сваіх малекулах функцыянальную гідраксільную групу, злучаную з вуглевадародным радыкалам, і могуць разглядацца як вытворныя гранічных вуглевадародаў, у малекуле якіх адзін атам вадароду заменены на гідраксільную групу. Такія спірты называюцца гранічнымі аднаатамнымі спіртамі.

Табліца 8

Гамалагічны рад гранічных аднаатамных спіртоў

Вуглевадароды	Спірты	Тэмпература кіпення спіртоў (у °С)
Метан CH_4	Метылавы CH_3OH	64,7
Этан C_2H_6	Этылавы C_2H_5OH	78,3
Прапан C_3H_8	Прапілавы C_3H_7OH	97,2
Бутан C_4H_{10}	Бутылавы C_4H_9OH	117,7
Пентан C_5H_{12}	Амілавы $C_5H_{11}OH$	137,8
Гексан C_6H_{14}	Гексілавы $C_6H_{13}OH$	157,2
Гептан C_7H_{16}	Гептылавы $C_7H_{15}OH$	176,3
і г. д.		

Спірты можна разглядаць і як прадукты частковага акіслення вуглевадародаў, таму што ў іх малекуле, акрамя вугляроду і вадароду, ёсць яшчэ атам кісларoду.

Няцяжка бачыць, што спірты адрозніваюцца адзін ад аднаго па саставу малекул на групу атамаў CH_2. Агульная формула рэчываў гэтага рада $C_nH_{2n+1}OH$ або R — OH (дзе R — вуглевадародны радыкал).

У адрозненне ад гамалагічных радоў гранічных і негранічных вуглевадародаў у радзе спіртоў мы не сустракаем газападобных рэчываў. Ужо першы член гэтага рада — вадкасць. Пачынаючы з дванаццатага члена — гэта цвёрдыя рэчывы.

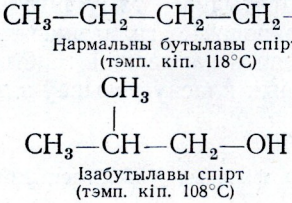
Вядома, што члены гамалагічнага рада пры падабенстве ўласцівасцей маюць і індывідуальныя адрозненні. На прыкладзе спіртоў лёгка прасачыць, як паслядоўна змяняюцца ўласцівасці асобных прадстаўнікоў у межах рада.

Калі да роўных аб'ёмаў вады ў шкляначках мы прыльём па аднолькавай колькасці (напрыклад, па 5 *мл*) метылавага, этылавага, прапілавага, бутылавага і амілавага спіртоў і перамяшаем вадкасці, то заўважым, што першыя тры спірты растваряюцца цалкам, бутылавы і асабліва амілавы спірты растваряюцца горш. Такім чынам, з павышэннем малекулярнай вагі растваральнасць іх у вадзе паніжаецца.

Нальём па 1 *мл* розных спіртоў у фарфоравыя кубкі і будзем падпальваць вадкасці. Мы заўважым, што спірты — першыя члены рада — лёгка загараюцца і гараць сіняватым полымем, якое амаль не свеціцца, спірты большай малекулярнай вагі гараць полымем, якое свеціцца, і пасля згарання іх у кубках застаецца чорны налёт. Дайце тлумачэнне гэтым з'явам.

Па-рознаму праяўляюцца ў асобных гамолагаў і агульныя хімічныя ўласцівасці. Параўноўваючы, напрыклад, узаемадзеянне спіртоў з натрыем, мы лёгка вызначым, што з павышэннем малекулярнай вагі спірту хуткасць рэакцыі памяншаецца.

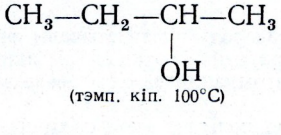
Ізамерыя спіртоў. У радзе спіртоў, як і ў іншых гамалагічных радах, мае месца ізамерыя. Тут яна абумоўліваецца ізамерыяй самой вугляроднай асновы і розным месцазнаходжаннем гідраксільнай групы. Напрыклад, у сувязі з ізамерыяй асновы ізамернымі будуць спірты — вытворныя бутану і ізабутану:



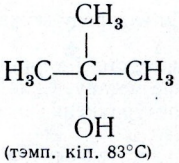
Нармальны бутылавы спірт
(тэмп. кіп. 118°С)

Ізабутылавы спірт
(тэмп. кіп. 108°С)

У залежнасці ад месцазнаходжання гідраксільнай групы магчымы яшчэ два ізамерныя спірты:



(тэмп. кіп. 100°С)



(тэмп. кіп. 83°С)

Нарэшце, тут мы сустракаемся яшчэ з адным відам ізамерыі — ізамерыяй паміж рэчывамі розных класаў.

Этылавы спірт мае малекулярную формулу C_2H_6O. Але такую ж формулу мае і дыметылавы эфір $CH_3—O—CH_3$. Аднак гэта зусім розныя па ўласцівасцях рэчывы: адно з іх вадкае, другое газападобнае, адно рэагуе з металічным натрыем, вылучаючы вадарод, другое такой рэакцыі не дае.

Таксама ў дыэтылавага эфіру ёсць ізамеры ў гамалагічным радзе спіртоў. Знайдзіце іх і параўнайце па ўласцівасцях з эфірам.

Генетычная сувязь паміж спіртамі і вуглевадародамі. Вышэй мы бачылі, што спірты могуць разглядацца як гідраксільныя вытворныя вуглевадародаў або як часткова акісленыя вуглевадароды. Непасрэдна замяніць атам вадароду на гідраксільную групу або ўкараніць атам кіслароду ў малекулу вуглевадароду даволі цяжка. Прасцей гэта ажыццявіць праз галагенавытворныя. Напрыклад, каб атрымаць этылавы спірт з этану, можна спачатку атрымаць бромісты этыл па рэакцыі:

$$C_2H_6 + Br_2 \rightarrow C_2H_5Br + HBr,$$

а затым бромісты этыл ператварыць у спірт награваннем з вадой у прысутнасці шчолачы:

$$C_2H_5Br + HOH \rightleftarrows C_2H_5OH + HBr$$

Шчолач пры гэтым патрэбна, каб нейтралізаваць бромісты вадарод, які ўтвараецца, і ўхіліць магчымасць рэакцыі яго са спіртам, г. зн. зрабіць рэакцыю неабарачальнай.

Такім жа чынам метылавы спірт можа быць атрыманы па схеме:

$$CH_4 \rightarrow CH_3Br \rightarrow CH_3OH$$

Аднак прамысловага значэння такі спосаб атрымання спіртоў не мае, ім карыстаюцца іншы раз толькі ў лабараторыях. Асноўнае ж яго значэнне тэарэтычнае, таму што ён паказвае цесную сувязь паміж вуглевадародамі, галагенавытворнымі вуглевадародаў і спіртамі. Гэту сувязь называюць генетычнай, таму што яна паказвае паходжанне адных класаў рэчываў з другіх.

Пытанні і практыкаванні

13. Ахарактарызуйце: а) фізічныя ўласцівасці, б) хімічныя ўласцівасці метылавага спірту.

14. Складзіце ўраўненне рэакцыі гарэння метылавага спірту. Вылічыце, якая колькасць спірту згарэла, калі ўтварылася пры гэтым 56 *л* вуглякіслага газу (пры н. у.).

15. Які аб'ём вадароду можа быць выцеснены натрыем з 5 *г-моль* метылавага спірту (пры н. у.)?

16. Пры прапусканні хлорыстага вадароду праз метылавы спірт утвараецца галагенавытворнае метану. Складзіце ўраўненне рэакцыі і назавіце гэта рэчыва.

17. Складзіце ўраўненне рэакцыі атрымання дыметылавага эфіру з метылавага спірту.

18. Як вы растлумачыце з'яўленне полымя, якое свеціцца, у бутылавага і амілавага спіртоў (гл. стар. 95)? Што можна папярэдне сказаць аб характары полымя ў спіртоў з больш высокай малекулярнай вагой?

19. Складзіце ўраўненні рэакцый утварэння: а) бромістага амілу, б) прапілату натрыю.

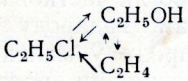
20. Складзіце структурныя формулы ўсіх ізамерных спіртоў, якія адпавядаюць формуле $C_5H_{11}OH$.

21. Пры награванні сумесі метылавага і этылавага спіртоў з канцэнтраванай сернай кіслатой утвараецца змешаны метылэтылавы эфір $CH_3—O—C_2H_5$. Складзіце ўраўненне гэтай рэакцыі. Якім спіртам гэты эфір ізамерны?

22. Напішыце ўраўненні рэакцый, пры дапамозе якіх можна атрымаць: а) метылавы спірт з метану, б) бутылавы спірт з бутану.

23. Прывядзіце два спосабы атрымання этылавага спірту, зыходзячы з этылену.

24. Складзіце ўраўненні рэакцый, пры дапамозе якіх можна ажыццявіць наступныя ператварэнні:



§ 25. МНАГААТАМНЫЯ СПІРТЫ

Мы азнаёміліся з аднаатамнымі спіртамі, якія з'яўляюцца прадуктамі замяшчэння ў вуглевадародах аднаго атама вадароду на гідраксільную групу. Мнагаатамныя спірты змяшчаюць у малекуле некалькі гідраксільных груп, злучаных з вуглевадародным радыкалам.

Калі ў малекуле вуглевадароду заменены гідраксільнымі групамі два атамы вадароду, то мы маем двухатамны спірт. Прасцейшым прадстаўніком такіх спіртоў з'яўляецца этылен-гліколь

$CH_2—CH_2$. Калі ў малекуле вуглевадароду тры атамы вадароду
| |
OH OH
заменены гідраксільнымі групамі, то атрымаецца трохатамны спірт. Прасцейшы прадстаўнік трохатамных спіртоў — гліцэрын $CH_2—CH—CH_2$.
| | |
OH OH OH
Вядомы спірты і большай атамнасці.

Ва ўсіх мнагаатамных спіртах гідраксільныя групы знаходзяцца пры розных атамах вугляроду. Атрымаць спірт, у якім хоць бы дзве гідраксільныя групы знаходзіліся пры адным вугляродным атаме, не ўдаецца: такое злучэнне з'яўляецца няўстойлівым. З няўстойлівасцю дзвюх гідраксільных груп пры адным атаме вугляроду мы сустракаліся яшчэ ў неарганічнай хіміі пры вывучэнні вугальнай кіслаты. Вядома, што гэта кіслата $O=C<^{OH}_{OH}$ існуе толькі ў растворы, пры спробе вылучыць у чыстым выглядзе яна распадаецца на двухвокіс вугляроду і ваду.

Важнейшыя прадстаўнікі мнагаатамных спіртоў — этыленгліколь і гліцэрын — з'яўляюцца бясколернымі сіропападобнымі вадкасцямі, саладкаватага смаку, якія добра растваряюцца ў вадзе. Этыленгліколь у нязначнай колькасці атрымліваўся ў нашых доследах, калі мы этылен акіслялі марганцавакіслым каліем:

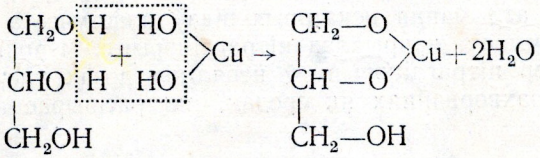
$$CH_2=CH_2+O+H_2O \rightarrow \underset{|\quad|}{\overset{OH\quad OH}{CH_2—CH_2}}$$

Этыленгліколь ядавіты. Гліцэрын мае вельмі вялікую гіграскапічнасць.

Як рэчывы, якія маюць гідраксільныя групы, этыленгліколь і гліцэрын маюць падабенства ў хімічных уласцівасцях з аднаатамнымі спіртамі. Напрыклад, натрый выцясняе з іх вадарод.

Але мнагаатамныя спірты маюць і некаторыя асаблівасці.

Калі ў прабірку з гідратам вокісу медзі $Cu(OH)_2$ (атрыманым узаемадзеяннем растваў сернакіслай медзі і шчолачы) прыліць гліцэрыну і сумесь узбоўтаць, то ўтворыцца празрысты раствор ярка-сіняга колеру. Растварэнне гідрату вокісу медзі тут адбываецца з прычыны ўтварэння растваральнага ў вадзе гліцэрату медзі. Гэту хімічную рэакцыю можна паказаць спрошчана такім ураўненнем:



Аднаатамныя спірты, як мы бачылі, не рэагуюць з асновамі.

Утварэнне ярка-сіняга раствору пры ўзаемадзеянні з гідратам вокісу медзі — характэрная рэакцыя мнагаатамных спіртоў.

На прыкладзе гліцэрыну мы зноў сустракаемся з прыкладам таго, як колькасныя змяненні пераходзяць у змяненні якасныя: вялікая колькасць гідраксільных груп у малекуле абумовіла з'яўленне новых уласцівасцей — большую рухомасць атамаў вадароду ў параўнанні з аднаатамнымі спіртамі. Гэта большая рухомасць атамаў вадароду ў мнагаатамных спіртах — вынік уплыву гідраксільных груп адна на адну.

Этыленгліколь у значных колькасцях выкарыстоўваецца для падрыхтавання антыфрызаў — водных растворaў, якія не замярзаюць пры нізкіх тэмпературах.

Кожны знаёмы з аўтасправай ведае, наколькі ўскладняецца эксплуатацыя машын у зімовых умовах, калі вада, якая ахалоджвае рухавік, можа замерзнуць і ў выніку расшырэння сур'ёзна пашкодзіць яго. Калі ў вадзе растварыць вялікую колькасць этыленгліколю, тэмпература замярзання такога раствору значна панізіцца. Напрыклад, раствор, які змяшчае 25% этыленгліколю, замярзае пры —12° С, а які змяшчае 55% этыленгліколю — толькі пры —40° С.

Няцяжка падрыхтаваць, як відаць, такі раствор этыленгліколю, які не будзе замярзаць зімой ва ўмовах дадзенай мясцовасці.

У нас ёсць антыфрызы стандартнага саставу. Напрыклад, 55-працэнтны водны раствор этыленгліколю вядомы пад маркай В2. Пры карыстанні антыфрызам неабходна памятаць аб вялікай ядавітасці этыленгліколю. Вядомы выпадкі смяротнага зыходу пры пападанні антыфрызу ў арганізм.

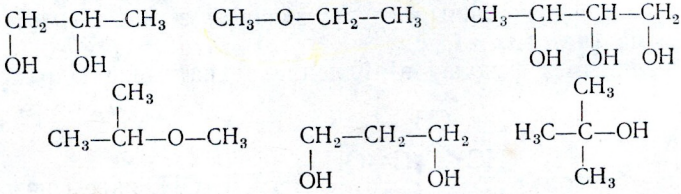
Этыленгліколь служыць і для атрымання некаторых арганічных рэчываў. У апошнія гады ён выкарыстоўваецца для вырабу валакна лаўсану.

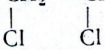
Гліцэрын, як рэчыва гіграскапічнае, выкарыстоўваецца ў медыцыне для змякчэння скуры рук і падрыхтавання мазей, у гарбарнай вытворчасці — для захавання скур ад высыхання, у тэкстыльнай прамысловасці — для апрацоўкі тканін з мэтай надання ім мяккасці і эластычнасці, у друкарскай справе — для вырабу доўга не высыхаючай фарбы, якая дае магчымасць друкаваць вялікія тыражы кніг, і г. д. Акрамя таго, гліцэрын ужываецца для атрымання некаторых відаў пластмас, а таксама выбуховых рэчываў, напрыклад нітрагліцэрыну. 1-працэнтны спіртовы раствор нітрагліцэрыну ў невялікіх дозах ужываецца пры сардэчных захворваннях як сродак, які расшырае крывяносныя сасуды.

Пытанні і практыкаванні

25. Ахарактарызуйце: а) фізічныя ўласцівасці, б) хімічныя ўласцівасці, в) прымяненне гліцэрыну і этыленгліколю.

26. Пералічыце, якія з прыведзеных ніжэй злучэнняў належаць да: а) аднаатамных, б) двухатамных, в) трохатамных спіртоў:



27. Як з дыхлорэтану  можна атрымаць этыленгліколь? Складзіце ўраўненне рэакцыі і раскажыце аб умовах яе ажыццяўлення.

28. Разлічыце, які максімальны аб'ём вадароду можа быць вылучаны натрыем з 1 *г-моль* гліцэрыну.

29. Як хімічным спосабам адрозніць гліцэрын ад этылавага спірту?

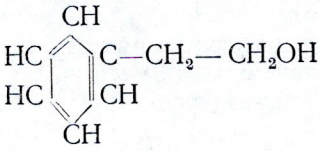
Практычнае заданне

Даведайцеся, ці ўжываюцца антыфрызы ў аўтамашынах, трактарах у вашай мясцовасці. Азнаёмцеся з іх саставам, уласцівасцямі і правіламі карыстання.

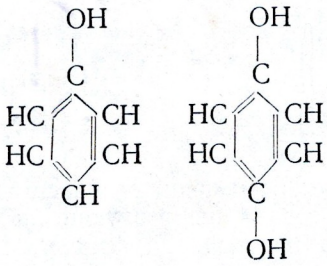
§ 26. ФЕНОЛЫ

Араматычныя спірты і фенолы. Таксама як гідраксільныя вытворныя вуглевадародаў з адкрытым ланцугом, вядомы гідраксільныя вытворныя араматычных вуглевадародаў.

Гідраксільныя групы ў гэтых злучэннях могуць знаходзіцца або каля атамаў вугляроду бакавых ланцугоў, напрыклад

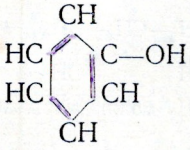


або непасрэдна каля атамаў вугляроду бензольнага ядра, напрыклад



Гідраксільныя вытворныя араматычных вуглевадародаў, якія змяшчаюць гідраксільныя групы ў бакавым ланцугу, называюцца *араматычнымі спіртамі.* Па ўласцівасцях араматычныя спірты аналагічныя звычайным спіртам.

Гідраксільныя вытворныя араматычных вуглевадародаў, у малекулах якіх гідраксільныя групы звязаны з бензольным ядром, называюцца *феноламі.*

Прасцейшым з фенолаў з'яўляецца аднаатамнае гідраксільнае вытворнае бензолу  або C_6H_5OH, якое і называюць звычайна фенолам.

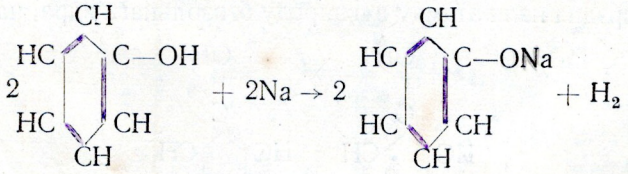
Ад назвы гэтага рэчыва атрымаў і назву радыкал феніл — C_6H_5.

Мадэль малекулы фенолу паказана на каляровым рысунку I.

На прыкладзе фенолу мы азнаёмімся з уласцівасцямі рэчываў дадзенага класа.

Фізічныя ўласцівасці. Фенол, які інакш называюць карболавай кіслатой,— крышталічнае, бясколернае рэчыва з характэрным пахам. У выніку частковага акіслення на паветры ён бывае ружовага колеру. Фенол вельмі легкаплаўкі, у чым можна пераканацца, калі прабірку з рэчывам змясціць у нагрэтую ваду: фенол пры гэтым хутка плавіцца (пункт плаўл. 42° С). Пры звычайнай тэмпературы ён мала растваральны ў вадзе, але пры награванні растваральнасць яго хутка ўзрастае, і пры 70 °С ён змешваецца з вадой у любых адносінах.

Хімічныя ўласцівасці фенолу. Узаемны ўплыў атамаў у малекуле. Наяўнасць у малекуле фенолу гідраксільнай групы, злучанай з вуглевадародным радыкалам, абумоўлівае некаторае падабенства яго па хімічных уласцівасцях са спіртамі. Так, калі фенол злёгку нагрэць (да плаўлення) і змясціць у яго металічны натрый, то адбываецца вылучэнне вадароду. Пры гэтым утвараецца феналят натрыю C_6H_5ONa:



Але ёсць і істотныя адрозненні ва ўласцівасцях фенолу і спіртоў. Спірты, як мы ведаем, не рэагуюць са шчолачамі. Калі ж мы прыльём раствор шчолачы да фенолу, то адразу заўважым

яго растварэнне. Гэта адбываецца таму, што фенол рэагуе са шчолаччу, утвараючы феналят, які ў вадзе добра растваральны:

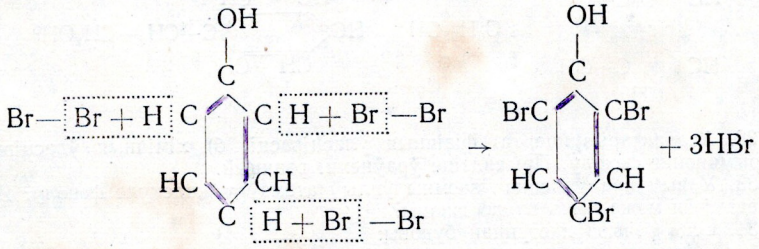
$$C_6H_5OH + NaOH \rightarrow C_6H_5ONa + H_2O$$

У гэтай рэакцыі фенол праяўляе ўласцівасці кіслаты. Адсюль і назва яго — карболавая кіслата. Аднак фенол з'яўляецца кіслатой вельмі слабай. Хоць у адрозненне ад спіртоў ён дысацыіруе ў водным растворы, але ступень дысацыяцыі яго малая. Нават вугальная кіслата з'яўляецца больш моцнай кіслатой і таму можа выцясняць фенол з феналяту.

У чым жа прычына большай рухомасці гідраксільнага атама вадароду ў феноле ў параўнанні з этылавым спіртам? Паколькі гэтыя рэчывы адрозніваюцца адно ад аднаго па саставу толькі вуглевадароднымі радыкаламі, то, відаць, араматычны радыкал феніл — C_6H_5 у адрозненне ад радыкала этылу — C_2H_5 робіць уплыў на гідраксільную групу, аслабляючы ў ёй сувязь атама вадароду з кіслародам.

Цяпер паглядзім, як паводзяць сябе атамы вадароду бензольнага ядра ў гэтым злучэнні, ці маюць яны тыя ж уласцівасці, што і ў бензоле.

Успомніце, ці рэагуе бензол з бромнай вадой. Калі ж бромную ваду мы прыльём да раствору фенолу, то заўважым утварэнне белага рэчыва, якое выпадае ў асадак,— трыбромфенолу. Тут адбываецца такая рэакцыя:



Зноў узнікае пытанне: як растлумачыць, што ў малекуле фенолу некаторыя атамы вадароду бензольнага ядра з'яўляюцца больш рухомымі і лягчэй замяшчаюцца бромам, чым у малекуле бензолу? Відаць, прычыну гэтай з'явы трэба шукаць у наяўнасці гідраксільнай групы ў малекуле фенолу, таму што ў астатнім будова фенолу і бензолу аднолькавая. Значыць, у малекуле фенолу не толькі бензольнае ядро мае ўплыў на гідраксільную групу, робячы больш рухомым у ёй атам вадароду, але і гідраксільная група мае ўплыў на бензольнае ядро, абумоўліваючы больш лёгкае замяшчэнне ў ім трох (з пяці) атамаў вадароду.

Таму гавораць аб *узаемным* уплыве атамаў у малекулах. У выніку такога ўзаемнага ўплыву і з'яўляюцца ў рэчыва зусім новыя

ўласцівасці, якія не зводзяцца да сумы ўласцівасцей элементаў, якія яго ўтвараюць.

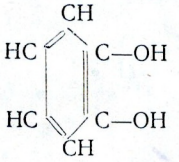
Прымяненне і атрыманне фенолу. Як рэчыва, якое забівае многія мікраарганізмы, фенол даўно выкарыстоўваецца ў выглядзе воднага раствору для дэзінфекцыі памяшканняў, мэблі, хірургічных інструментаў і да т. п. Ён ідзе на атрыманне фарбавальнікаў, многіх лекавых рэчываў, а таксама з'яўляецца сыравінай для вырабу сінтэтычнага валакна капрону. Асабліва вялікая колькасць фенолу ідзе на выраб шырока распаўсюджаных фенолфармальдэгідных пластмас.

Для прамысловых патрэб выкарыстоўваецца перш за ўсё фенол, які атрымліваецца з каменнавугальнай смалы. Аднак гэта крыніца не можа цалкам задаволіць патрэбу ў феноле. Таму ў вялікіх колькасцях фенол вырабляецца яшчэ сінтэтычнымі спосабамі з бензолу, які атрымліваецца пры каксаванні вугалю і пры перапрацоўцы нафты. Адным са спосабаў ён атрымліваецца па наступнай схеме:

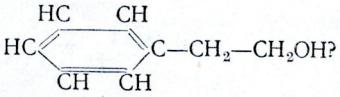
$$C_6H_6 \rightarrow C_6H_5Cl \rightarrow C_6H_5OH$$

Пытанні і практыкаванні

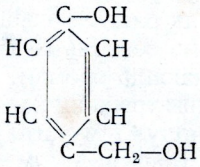
30. Ці можна фенолы назваць араматычнымі спіртамі? Чаму?
31. Да якіх класаў злучэнняў належаць наступныя рэчывы?



$C_6H_{13}OH$



32. Ахарактарызуйце: а) фізічныя ўласцівасці, б) хімічныя ўласцівасці, в) прымяненне фенолу. Прывядзіце ўраўненні рэакцый.
33. У чым праяўляецца ўзаемны ўплыў атамаў у малекуле фенолу? Якімі доследамі ён можа быць пацверджаны?
34. Ёсць рэчыва наступнай будовы:



Як яно будзе ўзаемадзейнічаць: а) з натрыем, б) з едкім натрам? Складзіце ўраўненні рэакцый.

35. Растлумачце пры дапамозе ўраўнення рэакцыі памутненне воднага раствору феналяту натрыю пры прапусканні ў яго двухвокісу вугляроду.

36. Складзіце ўраўненні рэакцый атрымання фенолу згодна са схемай, прыведзенай у канцы параграфа. Скажыце, пры якіх умовах вы прапанавалі б праводзіць кожную з іх.

АЛЬДЭГІДЫ

Прасцейшым і самым важным прадстаўніком гэтага класа кіслародзмяшчаючых злучэнняў з'яўляецца мурашыны альдэгід.

§ 27. МУРАШЫНЫ АЛЬДЭГІД

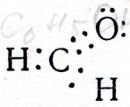
Фізічныя ўласцівасці і будова. Мурашыны альдэгід з'яўляецца бясколерным газам з рэзкім удушлівым пахам. Водны 40-працэнтны раствор яго вядомы пад назвай фармаліну.

Мурашыны альдэгід вельмі ядавіты: дзейнічаючы на бялкі клетак, ён выклікае іх згусанне.

Сваю назву гэты альдэгід атрымаў па мурашынай кіслаце, у якую ён лёгка ператвараецца пры акісленні і якая была знойдзена ў выдзяленнях мурашак значна раней, чым стаў вядомы альдэгід. Лацінская назва мурашкі — «форміка» (formica), таму мурашыны альдэгід называецца яшчэ фармальдэгідам.

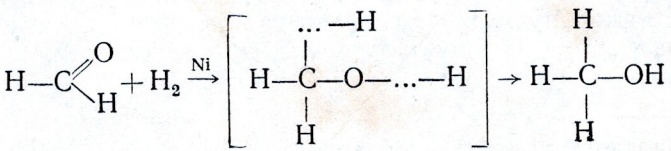
Вывучэнне саставу фармальдэгіду паказвае, што малекулярная формула яго CH_2O. На гэтай аснове лёгка прыйсці да адзіна магчымай структурнай формулы $H-C(=O)-H$

Двайная сувязь паміж атамамі вугляроду і кісларода ажыццяўляецца, як і ў этылене, дзвюма парамі электронаў. Таму электронную будову малекулы альдэгіду можна паказаць формулай



Хімічныя ўласцівасці. Хімічныя ўласцівасці мурашынага альдэгіду абумоўліваюцца перш за ўсё наяўнасцю ў яго малекуле атама кісларода, злучанага двайной сувяззю з атамам вугляроду. Гэта сувязь здольна разрывацца, і па месцы разрыву яе могуць адбывацца рэакцыі далучэння.

Калі пару фармальдэгіду разам з вадародам прапускаць над нагрэтым нікелевым каталізатарам, то адбываецца далучэнне вадароду. Фармальдэгід аднаўляецца ў метылавы спірт:



Гэта рэакцыя важна для характарыстыкі двайной сувязі ў малекуле альдэгіду, але яна не мае практычнага значэння. У прамысловасці, як мы ўбачым далей, дзейнічаюць адваротным шляхам — з метылавага спірту атрымліваюць фармальдэгід.

Фармальдэгід лёгка акісляецца. У якасці акісляльніка цікава ўзяць вокіс серабра Ag_2O. Калі ў чыстую прабірку наліць аміячны раствор вокісу серабра[1], дадаць да яго раствор фармальдэгіду і сумесь асцярожна нагрэць, то неўзабаве на сценках прабіркі з'явіцца бліскучы налёт серабра. Тут адбываецца акісленне фармальдэгіду ў мурашыную кіслату і аднаўленне серабра:

$$H-C\overset{O}{\underset{H}{<}} + Ag_2O \rightarrow H-C\overset{O}{\underset{OH}{<}} + 2Ag$$

Мурашыная кіслата

Гэта рэакцыя называецца рэакцыяй утварэння «сярэбранага люстэрка».

У якасці акісляльніка можа быць выкарыстаны таксама гідрат вокісу медзі $Cu(OH)_2$. Калі да гідрату вокісу медзі (атрыманага ўзаемадзеяннем раствору меднага купарвасу з лішкам шчолачы) дадаць раствор фармальдэгіду і сумесь нагрэць, то назіраецца ўтварэнне жоўтага асадку гідрату закісу медзі CuOH, які затым ператвараецца ў чырвоны закіс медзі Cu_2O. Тут гідрат вокісу медзі акісляе мурашыны альдэгід у мурашыную кіслату, а сам аднаўляецца ў закіс медзі:

$$H-C\overset{O}{\underset{H}{<}} + 2Cu(OH)_2 \rightarrow H-C\overset{O}{\underset{OH}{<}} + 2CuOH + H_2O$$

$$2CuOH \rightarrow Cu_2O + H_2O$$

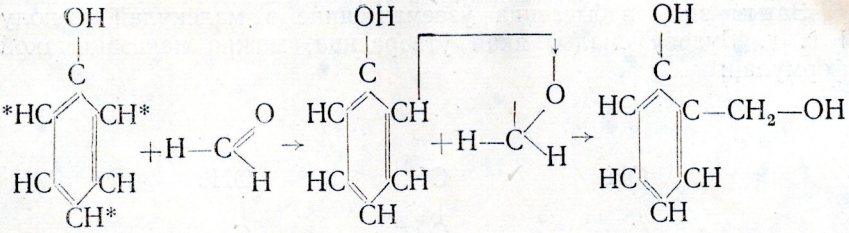
Рэакцыі з аміячным растворам вокісу серабра і гідратам вокісу медзі могуць ужывацца для выяўлення альдэгіду.

Вялікае значэнне мае рэакцыя фармальдэгіду з фенолам. Калі сумесь фармаліну і фенолу награваць у прысутнасці кіслаты або шчолачы, то неўзабаве настае бурная рэакцыя і ўтвараецца высокамалекулярны прадукт — фенолфармальдэгідная смала.

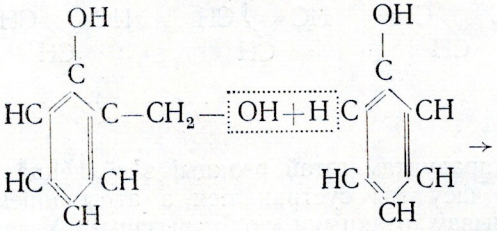
Каб зразумець гэту рэакцыю, успомнім, што ў бензольным ядры малекулы фенолу ёсць асабліва рухомыя атамы вадароду (ніжэй яны адзначаны зорачкамі), а двайная сувязь C=O у малекуле фармальдэгіду здольная да рэакцыі далучэння. Паміж малекуламі фенолу і фармальдэгіду адбываецца наступная рэакцыя:

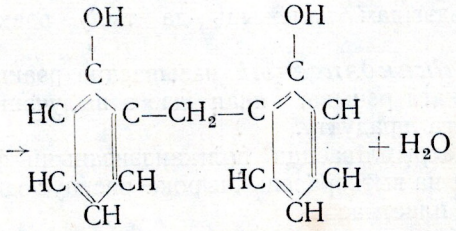
---

[1] У вадзе вокіс серабра не растваряецца.

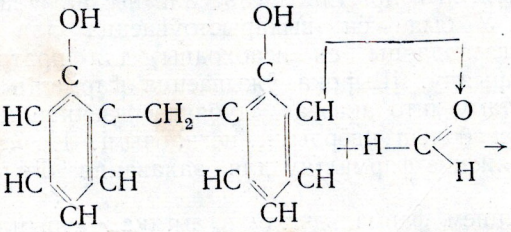


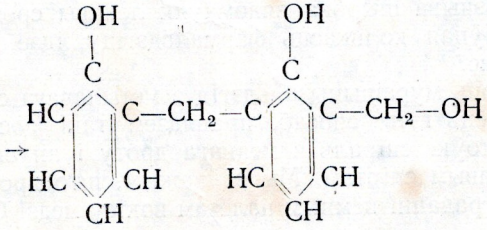
Злучэнне, якое атрымліваецца, з'яўляецца адначасова і фенолам і араматычным спіртам; яно ўступае ў рэакцыю з другой малекулай фенолу:



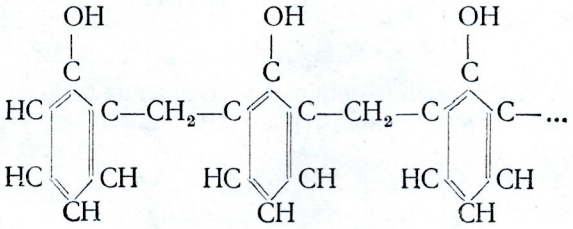


Малекула, якая атрымалася, змяшчае ўжо два бензольныя ядры і зноў злучаецца з малекулай фармальдэгіду:





Затым зноў адбываецца ўзаемадзеянне з малекулай фенолу і г. д. Будову смалы, якая ўтвараецца, можна паказаць такой формулай:



Пабочным прадуктам гэтай рэакцыі з'яўляецца вада.

Да гэтага часу мы сустракаліся з атрыманнем высокамалекулярных рэчываў рэакцыяй полімерызацыі. Узаемадзеянне фенолу з фармальдэгідам належыць да тыпу рэакцый поліканднсацыі.

Рэакцыяй *поліканднсацыі* называецца рэакцыя ўтварэння высокамалекулярнага рэчыва, якая ідзе з вылучэннем пабочнага нізкамалекулярнага прадукту.

Смала, якая атрымліваецца поліканднсацыяй фенолу з фармальдэгідам, ідзе на вытворчасць шырока распаўсюджаных фенолфармальдэгідных пластмас.

Прымяненне і атрыманне мурашынага альдэгіду. Фармальдэгід прымяняецца звычайна ў выглядзе воднага раствору — фармаліну. Многія яго прымяненні заснаваны на ўласцівасці згусаць бялкі. У быце ён выкарыстоўваецца для дэзінфекцыі. У сельскай гаспадарцы ён неабходны для пратручвання насеннага матэрыялу. Шырока ўжываецца фармалін у гарбарнай вытворчасці, таму што аказвае «дубячае» дзеянне на бялкі скуры, робячы іх больш цвёрдымі, негніючымі. На гэтым жа заснавана прымяненне фармаліну для захавання біялагічных прэпаратаў.

Узаемадзеяннем фармальдэгіду з аміякам атрымліваюць уратрапін. Гэта рэчыва шырока вядома як лекавы сродак.

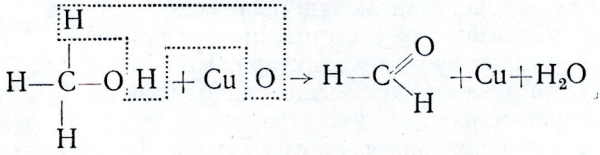
Аднак асноўная колькасць фармальдэгіду ідзе на атрыманне пластычных мас.

Атрымліваюць мурашыны альдэгід з метылавага спірту.

Каб зразумець гэты спосаб, правядзём такі дослед. Нагрэем у полымі спіртоўкі спіраль з меднага дроту і апусцім яе ў прабірку з метылавым спіртам. Мы заўважым, што дрот, які пакрываецца пры награванні цёмным налётам вокісу медзі CuO, у спірце

зноў робіцца бліскучым. Адначасова мы заўважым пах фармальдэгіду. Тут адбыліся наступныя рэакцыі:

$$2Cu + O_2 \rightarrow 2CuO$$



Такі працэс ажыццяўляюць і ў прамысловасці. Пару метылавага спірту ў сумесі з паветрам прапускаюць над нагрэтым медным каталізатарам. Медзь можна разглядаць пры гэтым як пераносчык кісларoду. Спачатку яна акісляецца кіслародам у вокіс медзі, а затым вокіс медзі акісляе спірт у альдэгід, медзь, якая пры гэтым аднаўляецца, зноў акісляецца і г. д.

У заключэнне зноў звернемся да тэрміналогіі. Што азначае слова «альдэгід»? Ператварэнне метылавага спірту ў фармальдэгід зводзіцца па сутнасці да адняцця двух атамаў вадароду ад малекулы спірту:

$$CH_4O \xrightarrow{-H_2} CH_2O$$

Пры ўтварэнні альдэгіду спірт, або *ал*каголь, *дэгід*рагенізуецца. З пачатковых літар гэтых слоў і складзена назва «альдэгід», што значыць алкаголь, пазбаўлены вадароду.

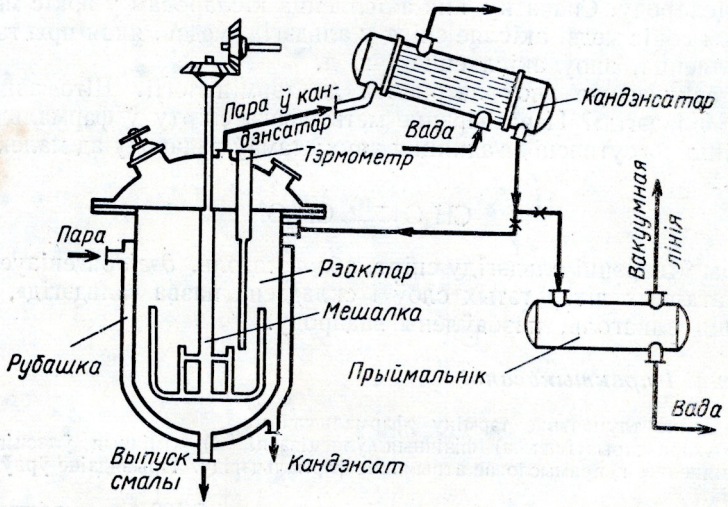
Пытанні і практыкаванні

1. Дайце тлумачэнне тэрміну «фармальдэгід».
2. Ахарактарызуйце: а) фізічныя ўласцівасці, б) хімічныя ўласцівасці, в) прымяненне, г) прамысловае атрыманне фармальдэгіду. Прывядзіце ўраўненні рэакцый.
3. Якой канцэнтрацыі атрымаецца фармалін, калі ў 100 *г* вады растварыць фармальдэгід, які ўтвараецца пры акісленні 2 *г-моль* метылавага спірту?
4. У чым падабенства і ў чым адрозненне рэакцый полімерызацыі і полікандэнсацыі?
5. Вага макрамалекулы, атрыманай рэакцыяй полімерызацыі, роўна суме вагі ўтварыўшых яе малекул. Ці пашыраецца гэта сцверджанне на рэчывы, якія атрымліваюцца полікандэнсацыяй? Адказ растлумачце.
6. Падлічыце малекулярную вагу фенолфармальдэгіднай смалы паказанай вышэй будовы для выпадку, калі ў малекуле яе змяшчаецца дзесяць фенольных звенняў. Ці ўсе макрамалекулы дадзенага ўзору смалы будуць мець гэту вагу?

§ 28. ФЕНОЛФАРМАЛЬДЭГІДНЫЯ ПЛАСТМАСЫ

Высокамалекулярныя смолы, якія атрымліваюцца полікандэнсацыяй фармальдэгіду з фенолам, з'яўляюцца асновай фенолфармальдэгідных пластмас. Гэтыя пластмасы вырабляюцца прамысловасцю ў асабліва вялікіх колькасцях.

Атрыманне фенолфармальдэгідных смол і іх перапрацоўка. У лабараторыі мы даволі проста атрымліваем фенолфармальдэгідную смалу, награваючы сумесь рэчываў у прабірцы. У прамысловых умовах гэты працэс ажыццяўляюць у стальным рэактары (рыс. 34), які забяспечан механічнай мешалкай і вымяральнымі прыладамі. Сумесь фенолу і фармаліну награваюць, прапускаючы вадзяную пару праз рубашку рэактара. Каб фармальдэгід не выпараўся, пара яго разам з парай вады ахалоджваецца ў кандэнсатары і водны раствор альдэгіду, які ўтвараецца, зноў вяртаецца ў рэактар. Пасля заканчэння рэакцыі сумесь у рэактары расслойваецца: смала збіраецца ўнізе, вада — уверсе. Ваду адганяюць,



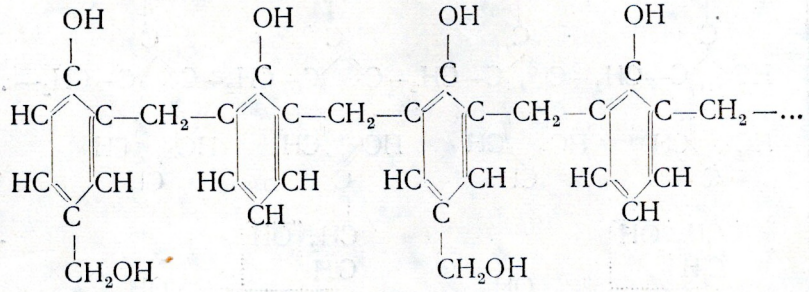
Рыс. 34. Установка для атрымання фенолфармальдэгіднай смалы.

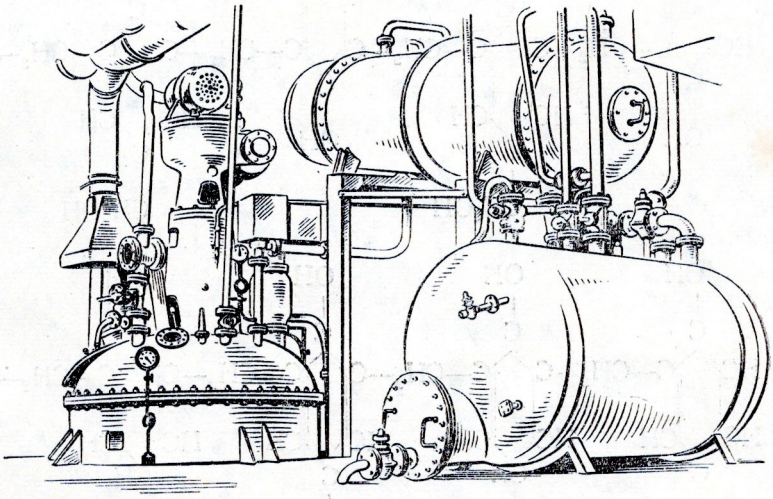
ствараючы ў апараце вакуум і выкарыстоўваючы кандэнсатар у якасці халадзільніка (гл. рыс. 34). Вызваленую ад вады смалу зліваюць з апарата праз ніжнюю адтуліну. Смала застывае ў паўпразрыстую янтарна-жоўтую масу. Агульны выгляд гэтай установкі паказан на рысунку 35.

У прамысловасці фенолфармальдэгідныя смолы атрымліваюць не толькі той будовы, якую мы разглядалі вышэй (гл. стар. 106).

Калі для рэакцыі ўзяць больш фармальдэгіду, то злучэнне яго з фенолам можа адбывацца і па месцы трэцяга рухомага атама

вадароду ў малекуле фенолу. У выніку ўтвараецца смала, будову якой можна паказаць прыкладна наступным чынам:

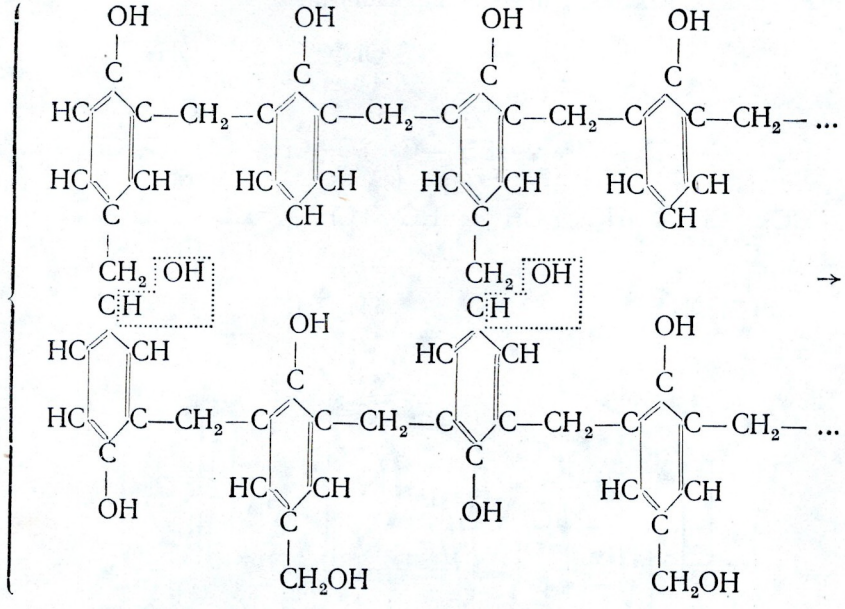


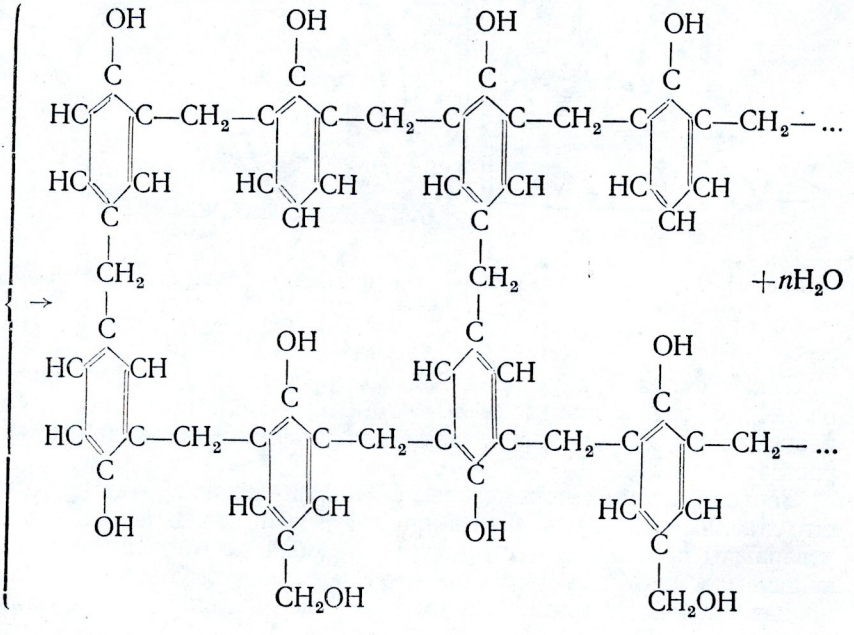


Рыс. 35. Агульны выгляд установкі для сінтэзу фенолфармальдэгіднай смалы.

Такая смала ў адрозненне ад вядомых нам тэрмапластычных палімераў мае ўласцівасць *тэрмарэактыўнасці*: пры награванні яна страчвае пластычнасць, цвярдзее, робіцца няплаўкай і нерастваральнай.

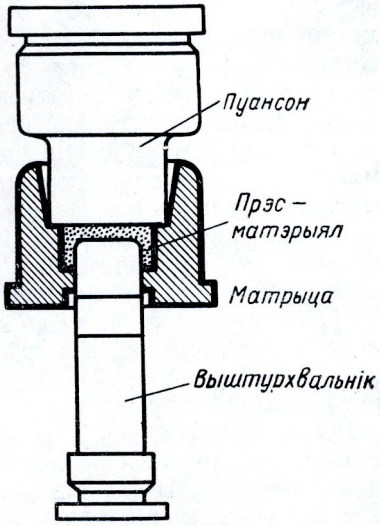
Зацвердзяванне смалы пры награванні адбываецца ў выніку таго, што лінейныя малекулы яе хімічна ўзаемадзейнічаюць адна з адной, утвараючы прасторавую структуру, падобна да таго як «сшываюцца» малекулы каўчуку пры ператварэнні яго ў рызіну. Гэты працэс можна паказаць схематычна так (даецца не для запамінання):





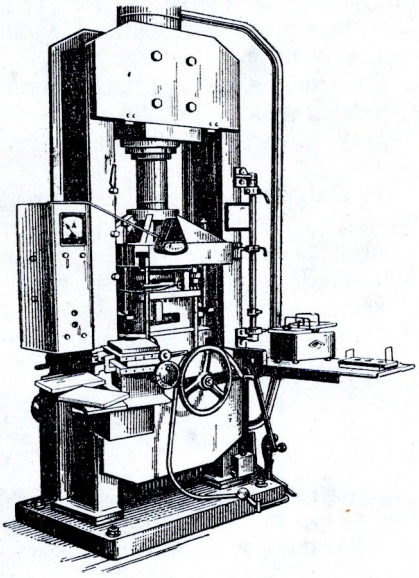
За кошт груп —CH_2OH другой лінейнай малекулы можа адбывацца далучэнне трэцяй малекулы і г. д. да ўтварэння складанай прасторавай структуры.

Тэрмарэактыўнасць фенолфармальдэгідных смол скарыстоўваецца пры атрыманні вырабаў з іх. Такія палімеры перапрацоўваюць пераважна метадам гарачага прасавання (рыс. 36). Сутнасць яго заключаецца ў наступным.



Рыс. 36. Схема гарачага прасавання.

У ніжнюю палавіну формы (матрыцу), замацаваную на нерухомай пліце прэса, загружаецца пэўная колькасць пластмасы, якая складаецца са смалы, напаўняльніка, фарбавальніка і іншых рэчываў. У якасці напаўняльніка прымяняюць драўняную муку, тканіну і да т. п., яны павышаюць механічную трываласць пластмасы і даюць магчымасць эканоміць палімер. Зверху апускаецца другая палавіна прэс-формы (пуансон) і ствараецца моцны ціск на фармуемы матэрыял. Прэс-форма адначасова абаграваецца электрычным токам. Пад уплывам нагрэву і ціску пластмаса добра запаўняе форму, паміж лінейнымі малекуламі ў ёй адбываецца хімічная рэакцыя, у выніку чаго ўтвараецца прасторавая структура, матэрыял цвярдзее, робіцца трывалым. Пасля гэтага пуансон прэса падымаюць, дастаюць гатовы выраб, а форму загружаюць новай порцыяй матэрыялу. На рысунку 37 паказаны агульны выгляд устаноўкі для гарачага прасавання.



Рыс. 37. Агульны выгляд устаноўкі для гарачага прасавання.

Прымяненне фенолфармальдэгідных пластмас. Пластмасы, якія атрымліваюць на аснове фенолфармальдэгідных смол, выкарыстоўваюць для атрымання вельмі шырокага асартыменту

вырабаў. Яны маюць добрую цеплаўстойлівасць, водаўстойлівасць, механічную трываласць і высокія электраізаляцыйныя ўласцівасці. Вырабы з фенолфармальдэгідных пластмас лёгка адрозніць па іх чорнаму або цёмна-карычневаму колеру, адсутнасці тэрмапластычнасці і па негаручасці па-за полымем.

Прымяняючы ў якасці напаўняльніка пластмасы драўняную муку, атрымліваюць так званыя *прэс-парашкі*. З прэс-парашкоў метадам гарачага прасавання робяць электрычныя выключальнікі, патроны, штэпсельныя разеткі і вілкі, дэталі для радыёпрыёмнікаў, аўтамабіляў і самалётаў, пісьмовыя прылады, попельніцы, тэлефонныя трубкі, апараты і многае іншае.

Пры выкарыстанні баваўнянай тканіны ў якасці напаўняльніка атрымліваюць вельмі трывалую пластмасу — *тэксталіт* (тэкстыльны камень). Каб атрымаць такую пластмасу, тканіну насычаюць фенолфармальдэгіднай смалой, затым сушаць яе, разразаюць на лісты, складаюць па некалькі лістоў у пачкі і апрацоўваюць гарачым прасаваннем. У выніку прасавання ўтвараюцца маналітныя пліты тэксталіту з прасторавай структурай палімеру. Тэксталіт паддаецца механічнай апрацоўцы — яго можна піліць, свідраваць, апрацоўваць на такарных і фрэзерных станках. З тэксталіту вырабляюць дэталі машын — шасцерні, укладышы падшыпнікаў, шківы і г. д. Шасцерні з тэксталіту забяспечваюць бясшумную работу машын нават пры вялікіх скорасцях. Укладышы з тэксталіту працуюць з меншым каэфіцыентам трэння, чым са звычайных антыфрыкцыйных сплаваў, і не патрабуюць змазкі, іх дастаткова ахалоджваць вадой. Тэксталіт авыя шасцерні і ўкладышы падшыпнікаў зношваюцца менш, чым металічныя.

Калі ў якасці напаўняльніка бяруць *азбест*, атрымліваецца пластмаса з вельмі высокім каэфіцыентам трэння. Яна прымяняецца для вырабу тормазных калодак вагонаў, дыскаў счаплення ў аўтамашынах і г. д.

У апошні час атрымалі пашырэнне *драўняна-слоістыя* пластыкі на аснове фенолфармальдэгіднай смалы. Атрымліваюць такія пластмасы шляхам апрацоўкі смалой драўнянага шпона — тонкіх лістоў драўніны — і наступнага прасавання іх. Драўняна-слоістыя пластмасы трывалыя, танныя і з поспехам скарыстоўваюцца ў мэблевай вытворчасці, для вырабу шасцерань і ўкладышаў падшыпнікаў у машынабудаванні і ў якасці канструкцыйных матэрыялаў.

Пытанні і практыкаванні

7. Якія палімеры называюцца тэрмарэактыўнымі? Чым растлумачыць адрозненне ва ўласцівасцях тэрмапластычных і тэрмарэактыўных пластмас?

8. Чым абумоўлена павышаная механічная трываласць палімераў прасторавай структуры?

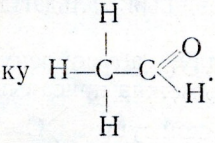
9. Чаму фенолфармальдэгідныя пластмасы перапрацоўваюць у вырабы пераважна спосабам гарачага прасавання, а не ліцця пад ціскам?

10. Раскажыце коратка аб прамысловых працэсах: а) атрымання фенолфармальдэгіднай смалы, б) атрымання вырабаў спосабам гарачага прасавання.

11. Чаму прэс-форму ліццявой машыны ў час работы ахалоджваюць, а прэс-форму пры гарачым прасаванні вырабаў награваюць?

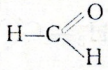
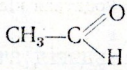
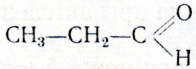
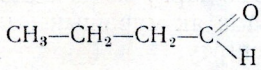
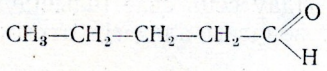
12. Ахарактарызуйце найважнейшыя пластмасы, якія атрымліваюцца з фенолфармальдэгідных смол, і пералічыце, дзе яны выкарыстоўваюцца.

§ 29. ГАМАЛАГІЧНЫ РАД АЛЬДЭГІДАЎ

Мурашыны альдэгід — першы член гамалагічнага рада альдэгідаў. Яго бліжэйшы гамолаг — воцатны альдэгід, малекулярная формула якога C_2H_4O. Паспрабуйце напісаць структурную формулу такога рэчыва. У вас атрымаецца некалькі структур, у тым ліку . Адразу ўзнікае думка, што воцатнаму альдэгіду адпавядае іменна гэта формула, паколькі яна мае найбольшае падабенства з формулай фармальдэгіду. Больш дакладнае вывучэнне будовы воцатнага альдэгіду пацвярджае гэту формулу. Аналагічную будову маюць і іншыя рэчывы гэтага рада (табл. 9).

Табліца 9

Гамалагічны рад альдэгідаў

Назва альдэгіду	Формула	Тэмпература кіпення (у °С)
Мурашыны		—19
Воцатны		+21
Праціёнавы		+50
Маслены		+75
Валяр'янавы		+102

Альдэгідамі **называюцца арганічныя рэчывы, малекулы якіх змяшчаюць функцыянальную групу атамаў** $-C\overset{O}{\underset{H}{<}}$ **, злучаную з вуглевадародным радыкалам[1].**

Агульная формула альдэгідаў: $R-C\overset{O}{\underset{H}{<}}$. Група атамаў $-C\overset{O}{<}$ называецца *карбанілам.*

Фізічныя ўласцівасці альдэгідаў у гамалагічным радзе змяняюцца заканамерна. Першы член рада — газ, затым ідуць вадкасці, вышэйшыя альдэгіды — цвёрдыя рэчывы. Ніжэйшыя члены рада растваральныя ў вадзе, з павышэннем малекулярнай вагі растваральнасць альдэгідаў змяншаецца, вышэйшыя альдэгіды ў вадзе нерастваральныя.

Агульнасць хімічных уласцівасцей альдэгідаў, абумоўленую наяўнасцю адной і той жа функцыянальнай групы, можна прасачыць на прыкладзе воцатнага альдэгіду. Па месцы двайной сувязі $>C=O$ у яго могуць адбывацца рэакцыі далучэння, напрыклад аднаўленне вадародам, пры гэтым утвараецца этылавы спірт:

$$CH_3-C\overset{O}{\underset{H}{<}} + H_2 \rightarrow H-\underset{H}{\overset{H}{C}}-\underset{H}{\overset{H}{C}}-OH$$

Альдэгід можа акісляцца кіслародам паветра або іншымі акісляльнікамі, напрыклад аміячным растворам вокісу серабра. Пры гэтым утвараецца воцатная кіслата:

$$CH_3-C\overset{O}{\underset{H}{<}} + Ag_2O \rightarrow CH_3-C\overset{O}{\underset{OH}{<}} + 2Ag$$

Воцатная кіслата

Як бачым, і ў гэтым выпадку альдэгід атрымаў сваю назву па кіслаце, у якую ён ператвараецца пры акісленні. Такое ж паходжанне назваў і іншых альдэгідаў.

Воцатны альдэгід у сваю чаргу можа быць атрыманы акісленнем адпаведнага спірту, таксама як мурашыны альдэгід атрымліваецца акісленнем метылавага спірту.

У асобных альдэгідаў ёсць свае індывідуальныя спосабы атрымання. Напрыклад, воцатны альдэгід атрымліваецца ў прамысло-

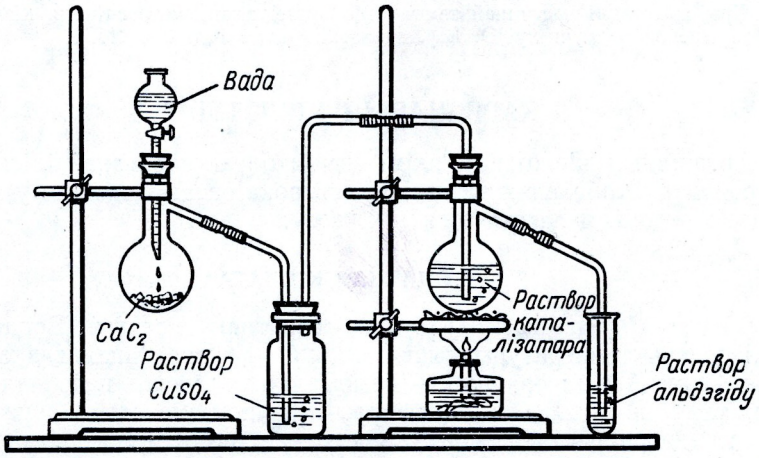
---

[1] У фармальдэгідзе функцыянальная група злучана з атамам вадароду.

васці рэакцыяй гідратацыі ацэтылену, адкрытай у 1881 годзе рускім вучоным М. Г. Кучаравым:

$$CH{\equiv}CH + H_2O \rightarrow CH_3{-}C\overset{O}{\underset{H}{<}}$$

Рэакцыю лёгка ажыццявіць і ў лабараторных умовах, прапускаючы ацэтылен пры награванні ў ваду, якая змяшчае крыху солі ртуці ($HgSO_4$) у якасці каталізатара (рыс. 38);



Рыс. 38. Атрыманне воцатнага альдэгіду гідратацыяй ацэтылену.

праз некалькі мінут у прыймальніку можна выявіць раствор альдэгіду па паху і пры дапамозе яго характэрных рэакцый.

Воцатны альдэгід у вялікіх колькасцях скарыстоўваецца для вырабу воцатнай кіслаты. Аднаўленнем альдэгіду можна атрымаць этылавы спірт.

Пытанні і практыкаванні

13. Прасачыце змяненне фізічных уласцівасцей альдэгідаў у гамалагічным радзе. Прывядзіце прыклады рэакцый, якія пацвярджаюць агульнасць хімічных уласцівасцей альдэгідаў.

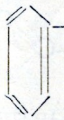
14. Разлічыце, колькі літраў ацэтылену (пры н. у.) уступае ў рэакцыю з вадой пры ўтварэнні: а) 10 *г-моль*, б) 3,3 *г* воцатнага альдэгіду.

15. Як, зыходзячы з воцатнага альдэгіду, атрымаць у дзве стадыі бромісты этыл? Складзіце ўраўненне рэакцый.

16. Складзіце ўраўненне рэакцыі «сярэбранага люстэрка» для прапіёнавага альдэгіду. Разлічыце, колькі альдэгіду акісліцца пры аднаўленні 0,01 *г-атама* серабра?

17. Як пры дапамозе гідрату вокісу медзі распазнаць гліцэрын і воцатны альдэгід? Прывядзіце ўраўненні рэакцый.

18. Як, зыходзячы з ацэтылену, атрымаць этылавы спірт двума спосабамі? Прывядзіце ўраўненні рэакцый і пералічыце ўмовы іх ажыццяўлення.

19. Араматычныя спірты могуць ператварацца ў альдэгіды таксама, як і звычайныя спірты. Складзіце формулу бензойнага альдэгіду — вытворнага бензілавага спірту  Ці могуць падобным чынам ператварацца ў альдэгіды фенолы? Адказ растлумачце.

Заданне

Пры вывучэнні наступнай тэмы трэба будзе ведаць неарганічныя кіслоты. Паўтарыце па падручніку Ю. В. Хадакова і інш., выд. 8 § 11.

КАРБОНАВЫЯ КІСЛОТЫ

Арганічныя кіслоты, з якімі мы ўжо часткова знаёміліся як з прадуктамі акіслення альдэгідаў, шырока распаўсюджаны ў прыродзе і вядомы чалавеку з даўніх часоў.

§ 30. ВОЦАТНАЯ КІСЛАТА

Фізічныя ўласцівасці і будова воцатнай кіслаты. Воцатная кіслата пры тэмпературы вышэй 16,5° С — бясколерная вадкасць. Ніжэй гэтай тэмпературы — крышталічная маса, падобная на лёд, таму яе называюць іншы раз ледзяной кіслатой. Воцатная кіслата добра раствараецца ў вадзе, мае рэзкі характэрны пах. 80-працэнтны раствор кіслаты вядомы пад назвай «воцатнай эсенцыі», 5-працэнтны водны раствор кіслаты прымяняецца ў выглядзе сталовага воцату.

Пры разгляданні ўласцівасцей альдэгіду мы ўжо сустракаліся са структурнай формулай воцатнай кіслаты $CH_3-C\overset{O}{\underset{OH}{<}}$. Ці можна пацвердзіць гэту формулу эксперыментальнымі данымі? Яшчэ з курса неарганічнай хіміі нам вядома, што некаторыя металы выцясняюць з воцатнай кіслаты вадарод. Калі дослед правесці колькасна, то можна вызначыць, што з адной грам-малекулы кіслаты выцясняецца адзін грам-атам вадароду, г. зн. з кожнай малекулы — адзін атам.

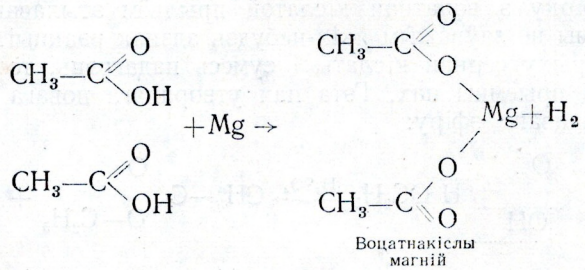
Прыведзеная вышэй формула якраз і паказвае на асаблівае становішча аднаго атама вадароду, які, відаць, і выцясняецца металам з малекулы кіслаты.

Група атамаў $-C\overset{O}{\underset{OH}{<}}$ (або скарочана —COOH) называецца *карбаксілам,* таму што складаецца з *карб*анілу $>C=O$ і гідр*аксілу* —OH. Мадэль малекулы воцатнай кіслаты паказана на каляровым рысунку I.

Хімічныя ўласцівасці. Раствор воцатнай кіслаты мае характэрны кіслы смак, афарбоўвае лакмус у чырвоны колер, праводзіць электрычны ток. Усё гэта гаворыць аб тым, што ў водным растворы воцатная кіслата дысацыіруе на іоны:

$$CH_3—COOH \rightleftarrows H^+ + CH_3COO^-$$

Воцатная кіслата ўступае ва ўсе звычайныя рэакцыі кіслот. Пры дзеянні на кіслату некаторых металаў адбываецца вылучэнне вадароду і ўтварэнне солі. Калі ўзяць двухвалентны метал, то кожны атам яго будзе рэагаваць, відавочна, з дзвюма малекуламі воцатнай кіслаты:



Воцатнакіслы магній

або больш коратка:

$$2CH_3COOH + Mg \rightarrow Mg(CH_3COO)_2 + H_2$$

Іоннае ўраўненне гэтай рэакцыі наступнае:

$$2H^+ + 2CH_3COO^- + Mg \xrightarrow{2e} Mg^{2+} + 2CH_3COO^- + H_2$$

Вылучэнне вадароду ў дадзеным выпадку ідзе больш павольна, чым пры рэакцыі металу з сернай або салянай кіслатой. Гэта тлумачыцца тым, што воцатная кіслата распадаецца на іоны параўнальна ў невялікай ступені і належыць таму да ліку слабых кіслот.

Пры ўзаемадзеянні воцатнай кіслаты з асноўнымі вокісламі і асновамі ўтвараюцца воцатнакіслыя солі і вада, напрыклад:

$$CH_3COOH + NaOH \rightarrow CH_3COONa + H_2O$$

Воцатнакіслы натрый

або ў іонным выглядзе:

$$H^+ + CH_3COO^- + Na^+ + OH^- \rightarrow H_2O + Na^+ + CH_3COO^-$$

Рэагуючы з солямі, воцатная кіслата выцясняе больш слабыя і больш лятучыя кіслоты, утвараючы пры гэтым солі воцатнай кіслаты. Так, калі на вапняк падзейнічаць растворам воцатнай

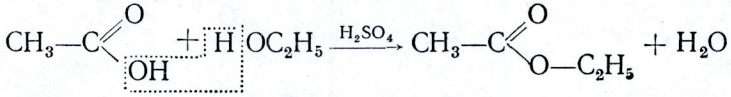
кіслаты, то адбываецца ўтварэнне двухвокісу вугляроду, якое праходзіць з «шыпеннем», як і пры дзеянні на яго некаторых неарганічных кіслот:

$$2CH_3COOH + CaCO_3 \rightarrow \underset{\text{Воцатнакіслы кальцый}}{Ca(CH_3COO)_2} + H_2O + CO_2$$

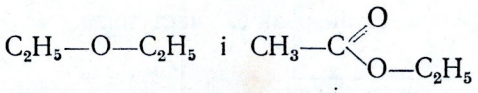
Узаемадзеяннем кіслаты з солямі, вокісламі і асновамі звычайна карыстаюцца для атрымання солей воцатнай кіслаты, якія называюцца *ацэтатамі*.

Воцатная кіслата ўступае і ў такія рэакцыі, якія мы не разглядалі ў неарганічных кіслот.

У прабірку з воцатнай кіслатой прыльём этылавага спірту. Спачатку мы не заўважым якіх-небудзь адзнак рэакцыі. Але калі дабавіць крыху сернай кіслаты і сумесь падагрэць, то неўзабаве з'яўляецца прыемны пах. Гэта пах утворанага новага рэчыва — воцатнаэтылавага эфіру:

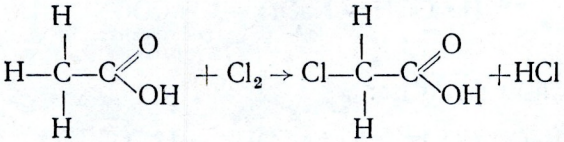


Можа ўзнікнуць пытанне, ці правільна называць атрыманае рэчыва эфірам, бо па будове яно зусім не падобна на раней вывучаныя эфіры. Параўнайце формулы і вы пераканаецеся ў гэтым:



Але ўспомнім, што эфіры, якія разглядаліся раней, называліся простымі эфірамі. Воцатнаэтылавы эфір належыць да класа *складаных эфіраў*. Простыя эфіры ўтвараюцца са спіртоў; складаныя эфіры атрымліваюцца пры ўзаемадзеянні спіртоў з кіслотамі. Воцатная кіслата ўтварае складаныя эфіры і з іншымі спіртамі.

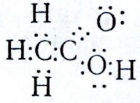
Пры пэўных умовах хімічныя рэакцыі могуць адбывацца і ў вуглевадародным радыкале воцатнай кіслаты, напрыклад замяшчэнне атамаў вадароду хлорам:



Хлорвоцатная кіслата

Узаемны ўплыў атамаў у малекуле воцатнай кіслаты. Многія ўласцівасці воцатнай кіслаты (кіслы смак, узаемадзеянне з металамі, гідратамі вокіслаў металаў) паказваюць, што гідраксільны

атам вадароду ў яе малекуле значна больш рухомы, чым у малекуле этылавага спірту. Параўноўваючы будову гэтых рэчываў, мы заўважаем, што яны адрозніваюцца адзін ад аднаго з'яўленнем у воцатнай кіслаце атама кісларoду замест двух атамаў вадароду. Відаць, пад уплывам гэтага карбанільнага атама кісларoду і змяніліся ўласцівасці вадароднага атама ў гідраксільнай групе. Але мы ўжо ведаем, што ўплыў атамаў адзін на аднаго мае электронную прыроду. Звернемся да электроннай формулы воцатнай кіслаты:



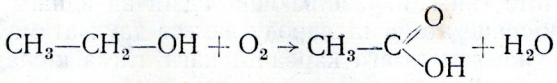
Паколькі атам вадароду гідраксільнай групы тут больш рухомы, чым у спірце, і лёгка адшчапляецца, значыць, электронная пара ўтрымлівае яго слабей, яна яшчэ больш зрушана да кісларoду. Гэта адбываецца пад уплывам карбанільнага кісларoду. Ён прыцягвае бліжэй да сябе электроны, якія звязваюць яго з вугляродным атамам; з прычыны адыходу электронаў да яго атам вугляроду набывае невялікі дадатны зарад (за кошт свайго ядра) і падцягвае бліжэй да сябе электроны гідраксільнага кісларoду. Па той жа прычыне гэты кіслародны атам прыцягвае электроны ад атама вадароду, у сувязі з чым апошні і набывае большую рухомасць.

Паколькі ўплыў атамаў узаемны, то, відаць, і гідраксільная група робіць уплыў на карбанільны атам кісларoду. Сапраўды, група —C(=O) паводзіць сябе ў кіслаце крыху інакш, чым у альдэгідах. Там яна лёгка ўступала ў рэакцыі далучэння па месцы разрыву двайной сувязі. У малекуле кіслаты двайная сувязь атрымліваецца больш трывалай, і рэакцыі далучэння тут вельмі ўскладняюцца.

Прымяненне і атрыманне кіслаты. Усім вядома, што воцатная кіслата прымяняецца ў якасці смакавага і кансервуючага сродку (прыправа да ежы, марынаванне грыбоў, агародніны і інш.). Аднак для гэтых мэт расходуецца параўнальна мала кіслаты. У вялікіх колькасцях яна ўжываецца ў вытворчасці фарбавальнікаў (напрыклад, індыга) і лекавых рэчываў (напрыклад, аспірыну). У апошні час вельмі ўзрасло спажыванне воцатнай кіслаты ў вытворчасці пластмас, штучнага валакна і неўзгаральнай кінаплёнкі. Некаторыя вытворныя воцатнай кіслаты шырока скарыстоўваюцца ў сельскай гаспадарцы для барацьбы з пустазеллем.

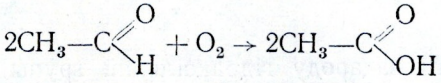
Першым спосабам, які чалавек выкарыстаў для атрымання воцатнай кіслаты, быў натуральны працэс скісання вінаграднага віна. Пад дзеяннем ферменту бактэрый, якія размнажаюцца на

яго паверхні, спірт акісляецца кіслародам паветра ў воцатную кіслату:



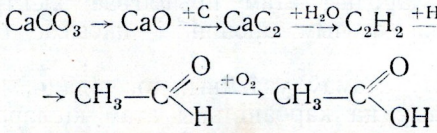
Пазней, з развіццём тэхнікі перапрацоўкі прыродных рэчываў, быў знойдзены спосаб атрымання воцатнай кіслаты з вадкіх прадуктаў сухой перагонкі драўніны.

Сучасны, сінтэтычны спосаб атрымання воцатнай кіслаты заключаецца ў акісленні воцатнага альдэгіду кіслародам паветра (у прысутнасці каталізатара):



Воцатны альдэгід для гэтай мэты атрымліваюць гідратацыяй ацэтылену па рэакцыі М. Г. Кучарава, а ацэтылен — з карбіду кальцыю або з метану.

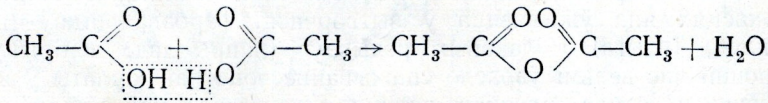
У выпадку скарыстання карбіднага ацэтылену ўвесь працэс сінтэзу воцатнай кіслаты, зыходзячы з прыродных рэчываў, можа быць паказаны такой схемай:



Складзіце падобную схему сінтэзу воцатнай кіслаты, калі зыходным прыродным рэчывам з'яўляецца метан.

Воцатны ангідрыд. Як і неарганічныя кіслоты, воцатная кіслата ўтварае ангідрыд.

Успомніце, як у неарганічнай хіміі мы знаходзілі формулу ангідрыду па формуле кіслаты. Паколькі воцатная кіслата аднаасноўная, то кожная малекула вады тут адшчапляецца ад дзвюх малекул кіслаты. Гэта можна паказаць наступным чынам:



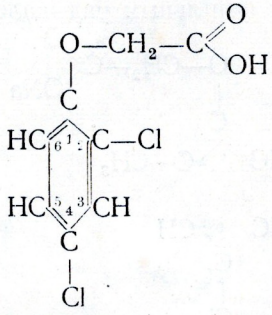
Практычна воцатны ангідрыд атрымліваюць не шляхам адшчаплення вады ад кіслаты, а іншымі, больш даступнымі спосабамі.

Воцатны ангідрыд — бясколерная вадкасць, крыху цяжэйшая за ваду; пры награванні рэагуе з вадой, утвараючы воцатную кіслату (складзіце ўраўненне гэтай рэакцыі). Воцатны ангідрыд

у вялікіх колькасцях скарыстоўваецца пры атрыманні палімерных матэрыялаў, напрыклад ацэтатнага валакна (гл. стар. 154).

Вытворныя воцатнай кіслаты, якія прымяняюцца для барацьбы з пустазеллем. У ліку вытворных воцатнай кіслаты ёсць рэчывы, якія згубна дзейнічаюць на некаторыя раслінныя арганізмы. Такія рэчывы скарыстоўваюцца ў сельскай гаспадарцы для барацьбы з пустазеллем, для так званай «хімічнай праполкі». Яны называюцца *гербіцыдамі* (ад лац. herba — трава, caedo — забіваю).

Шырока вядомы гербіцыды, якія атрымліваюцца на аснове 2,4-дыхлорфеноксівоцатнай кіслаты (2,4-Д); яна мае наступную будову:

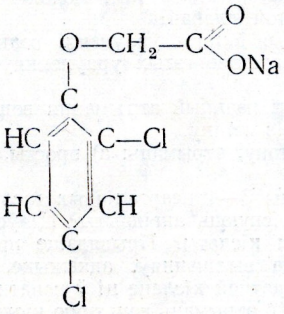


2,4-дыхлорфеноксівоцатная кіслата

Гэта рэчыва можна разглядаць як вытворнае воцатнай кіслаты, у якой адзін вадародны атам у радыкале замешчаны атамам кіслароду з фенільным радыкалам; у гэтым апошнім два атамы вадароду замешчаны хлорам.

Спалучэнне фенілу з кіслародам C_6H_5—O— называецца феноксігрупай. Калі ўлічыць, што ў феноксігрупе знаходзяцца два атамы хлору, якія замясцілі атамы вадароду ў становішчах 2 і 4, то стане зразумелай назва 2,4-дыхлорфеноксівоцатная кіслата.

У якасці гербіцыдаў выкарыстоўваюцца солі і іншыя вытворныя гэтай кіслаты, напрыклад:

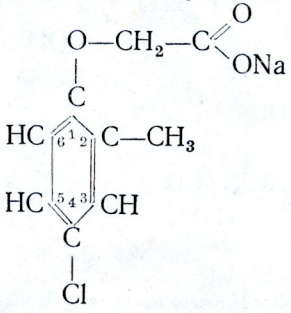


Натрыевая соль 2,4-дыхлорфеноксівоцатнай кіслаты

Гэтыя рэчывы часцей за ўсё прымяняюцца для знішчэння двухдольнага пустазелля ў пасевах збожжавых культур, на якія яны ў пэўных дозах не дзейнічаюць, а таксама для знішчэння зараснікаў асобных відаў пустазелля.

З гэтай мэтай рэчывы растваряюць у вадзе і, прытрымліваючыся пэўных норм расходу, робяць апырскванне наземнымі сродкамі або пры дапамозе авіяцыі.

Да ліку вядомых гербіцыдаў належыць таксама прэпарат 2М-4Х. Гэта — натрыевая соль 2-метыл-4-хлорфеноксівоцатнай кіслаты, якая адрозніваецца па будове ад натрыевай солі 2,4-дыхлорфеноксівоцатнай кіслаты наяўнасцю метыльнай групы замест аднаго атама хлору ў фенільным радыкале:



Натрыевая соль 2-метыл-4-хлорфеноксівоцатнай кіслаты

Раствор гэтага рэчыва выкарыстоўваюць для праполкі пасеваў ільну і, падобна папярэднім гербіцыдам, для барацьбы з двухдольным пустазеллем у пасевах збожжавых культур.

Для барацьбы з пустазеллем у сельскай гаспадарцы ўжываюцца і іншыя гербіцыды.

Пытанні і практыкаванні

1. Ахарактарызуйце: а) фізічныя ўласцівасці, б) хімічныя ўласцівасці, в) прымяненне воцатнай кіслаты. Напішыце ўраўненні рэакцый.

2. Якімі эксперыментальнымі фактамі можна пацвердзіць, што воцатная кіслата з'яўляецца кіслатой слабай?

3. Складзіце скарочаныя іонныя ўраўненні рэакцый, дадзеных на старонцы 119. Ці можна на падставе гэтых ураўненняў сказаць, з якой кіслатой рэагуюць метал, шчолач?

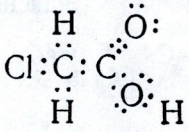
4. Складзіце ўраўненні рэакцый атрымання воцатнай кіслаты, зыходзячы: а) з карбанату кальцыю, б) з метану.

5. Як, зыходзячы з этану, атрымаць: а) просты, б) складаны эфір? Прывядзіце ўраўненні рэакцый.

6. Прывядзіце формулы 3—4 неарганічных кіслот і іх ангідрыдаў. Ці ва ўсіх неарганічных кіслот існуюць ангідрыды? Ці ўсе неарганічныя ангідрыды гідратуюцца з утварэннем кіслаты? Прывядзіце прыклады.

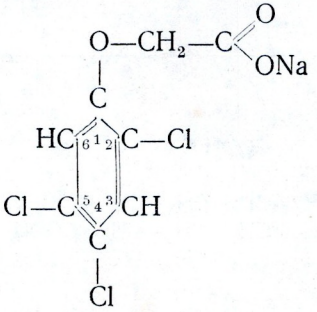
7. Не звяртаючыся да вылічэнняў, адкажыце, дзе большая працэнтная колькасць кіслароду: у воцатнай кіслаце ці ў воцатным ангідрыдзе.

8. Як вы прапанавалі б атрымаць воцатную кіслату на аснове скарыстання этылену? Прывядзіце ўраўненні рэакцый.

9. Хлорвоцатная кіслата  больш моцная, чым воцатная.

Як можна растлумачыць гэту з'яву на аснове электронных уяўленняў аб узаемным уплыве атамаў у малекулах?

10. Дайце хімічную назву гербіцыду, які скарыстоўваецца для знішчэння хмызняковай расліннасці і мае наступную будову:



11. Для барацьбы з пустазеллем з сям'і злакаў у пасевах тэхнічных, агародніннх і пладова-ягадных культур прымяняецца натрыевая соль трыхлорвоцатнай кіслаты. Складзіце структурную формулу гэтай солі.

Практычныя заданні

1. Прарабіце дома ўсе даступныя доследы з воцатнай кіслатой (захоўваючы неабходныя меры засцярогі), напрыклад:

а) праверце дзеянне яе на мел, соду, некаторыя металы;

б) выявіце, ці змяняе яна афарбоўку некаторых раслінных сокаў;

в) вызначце, пры якім разбаўленні адчуваецца яшчэ кіслы смак воцату.

2. Азнаёмцеся з гербіцыдамі, якія прымяняюцца ў сельскай гаспадарцы вашай мясцовасці. Вызначце іх састаў, уласцівасці, спосабы выкарыстання і да т. п.

§ 31. ГАМАЛАГІЧНЫ РАД АДНААСНОЎНЫХ КАРБОНАВЫХ КІСЛОТ

Апрача воцатнай кіслаты, вядома многа іншых арганічных кіслот, якія называюцца карбонавымі (carboneum — вуглярод). Усе яны характарызуюцца наяўнасцю ў малекулах функцыянальных карбаксільных груп —COOH і ў сувязі з гэтым агульнасцю хімічных уласцівасцей. У малекуле кіслаты можа быць не адна, а некалькі карбаксільных груп і, значыць, некалькі атамаў вадароду, якія замяшчаюцца металам. У адпаведнасці з гэтым таксама, як неарганічныя кіслоты, адрозніваюць карбонавыя кіслоты аднаасноўныя, двухасноўныя і г. д.

Карбонавымі кіслотамі **называюцца арганічныя рэчывы, малекулы якіх змяшчаюць адну або некалькі карбаксільных груп** $-C\overset{O}{\underset{OH}{<}}$**, злучаных з вуглевадародным радыкалам.**

Разгледзім гамалагічны рад аднаасноўных карбонавых кіслот агульнай формулы $R—C\begin{matrix}O\\OH\end{matrix}$ (табл. 10).

Табліца 10

Гамалагічны рад аднаасноўных карбонавых кіслот

Назва кіслот	Формула	Тэмпература кіпення (у °С)
Мурашыная	H—COOH	101
Воцатная	CH_3—COOH	118
Прапіёнавая	CH_3—CH_2—COOH	141
Масленая	CH_3—CH_2—CH_2—COOH	163
Валяр'янавая	CH_3—CH_2—CH_2—CH_2—COOH	186
Капронавая	CH_3—CH_2—CH_2—CH_2—CH_2—COOH	205
Энантавая	CH_3—CH_2—CH_2—CH_2—CH_2—CH_2—COOH	223
. . . . .		
Пальмітынавая	CH_3—$(CH_2)_{14}$—COOH	Цвёрдае рэчыва, тэмп. пл. 64
. . . . .		
Стэарынавая	CH_3—$(CH_2)_{16}$—COOH	Цвёрдае рэчыва, тэмп. пл. 70

Пачатковым членам гэтага рада з'яўляецца кіслата з адным вугляродным атамам у малекуле — мурашыная кіслата $H—C\begin{matrix}O\\OH\end{matrix}$. Яна крыху адрозніваецца па саставу ад іншых кіслот: R у ёй азначае не вуглевадародны радыкал, а атам вадароду.

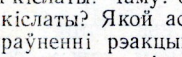
Усе гэтыя кіслоты могуць разглядацца як прадукты акіслення адпаведных альдэгідаў.

Карбонавыя кіслоты ўступаюць у рэакцыі таксама, як і воцатная кіслата. Аднак ступень хімічнай актыўнасці ў іх розная. Найбольш моцная з кіслот дадзенага рада — мурашыная. Па меры павышэння малекулярнай вагі ступень дысацыяцыі і хімічная актыўнасць кіслот паніжаюцца.

Мурашыная кіслата не толькі самая моцная, яна мае і іншыя асаблівасці. Прыгледзьцеся да яе будовы. Калі крыху інакш напісаць структурную формулу, то лёгка можна заўважыць у кіслаце альдэгідную групу $HO—C\begin{matrix}O\\H\end{matrix}$. І сапраўды, мурашыная кіслата побач з тыповымі ўласцівасцямі кіслот праяўляе ўласцівасці альдэгідаў. Яна, напрыклад, лёгка акісляецца аміячным растворам вокісу серабра. Якія рэчывы ўтвараюцца пры гэтай рэакцыі?

Пытанні і практыкаванні

12. Прасачыце змяненне фізічных уласцівасцей у гамалагічным радзе грачных аднаасноўных кіслот.

13. Прасцейшым прадстаўніком двухасноўных кіслот з'яўляецца шчаўевая (йдзеная ў шчаўі) . а) Ці можна лічыць шчаўевую кіслату лагам мурашынай кіслаты? Чаму? б) Складзіце формулу кіслаты, якая была б лагам шчаўевай кіслаты? Якой асноўнасці будзе гэта кіслата?

14. Напішыце ўраўненні рэакцый акіслення альдэгідаў: а) мурашынага, прапіёнавага — да адпаведных кіслот.

15. Складзіце ўраўненні рэакцый мурашынай кіслаты: а) з цынкам, б) з едкім алі, в) з содай. Па якіх адзнаках можна меркаваць аб праходжанні рэакцыі кожным выпадку?

16. Складзіце формулы: а) мурашынага, б) прапіёнавага ангідрыдаў.

17. На нейтралізацыю 0,1 *г-моль* карбонавай кіслаты затрачана 8 *г* едкага натру: а) вызначце асноўнасць кіслаты, б) складзіце структурную формулу кіслаты, ведаючы, што малекулярная вага яе 104.

Практычнае заданне

Прарабіце дома даступныя доследы з мурашынай кіслатой (раствор яе прадаецца ў аптэцы пад недакладнай назвай мурашынага спірту).

§ 32. СТЭАРЫНАВАЯ КІСЛАТА

З гамалагічнага рада карбонавых кіслот разгледзім крыху больш падрабязна стэарынавую кіслату, таму што веданне яе спатрэбіцца далей пры азнаямленні з мыючымі рэчывамі і тлушчамі.

Стэарынавая кіслата $CH_3—(CH_2)_{16}—C(=O)OH$ або $C_{17}H_{35}COOH$ — цвёрдае рэчыва, нерастваральнае ў вадзе. Раней яна ў выглядзе тэхнічнага прадукту — стэарыну — ішла на выраб стэарынавых свечак; цяпер свечкі робяцца пераважна з парафіну.

Стэарынавая кіслата, як і іншыя карбонавыя кіслоты, уступае ў рэакцыі солеўтварэння, напрыклад са шчолаччу і содай:

$$C_{17}H_{35}COOH + NaOH \rightarrow C_{17}H_{35}COONa + H_2O$$

$$2C_{17}H_{35}COOH + Na_2CO_3 \rightarrow 2C_{17}H_{35}COONa + H_2O + CO_2$$

Натрыевая соль стэарынавай кіслаты мае мыючае дзеянне і побач з солямі іншых вышэйшых кіслот складае асноўную частку звычайнага цвёрдага мыла. Каліевая соль утварае вадкае мыла, якое часта ўжываецца ў медыцыне.

Са стэарынавакіслага натрыю, які змяшчаецца ў мыле, можн зноў атрымаць стэарынавую кіслату, калі дзейнічаць на водн раствор мыла моцнай кіслатой:

$$2C_{17}H_{35}COONa + H_2SO_4 \rightarrow 2C_{17}H_{35}COOH + Na_2SO_4$$

Стэарынавая кіслата, як нерастваральная ў вадзе, пры гэ усплывае наверх.

Кальцыевыя і магніевыя солі вышэйшых карбонавых кіс у вадзе нерастваральны. Утварэннем гэтых солей тлумачы чаму мыла траціць мыючае дзеянне ў жорсткай вадзе. Складз формулы нерастваральных солей стэарынавай кіслаты па анал гіі з формуламі прыведзеных вышэй солей.

Стэарынавая кіслата і яе натрыевыя і каліевыя солі (мыла да апошняга часу атрымліваліся пераважна пры перапрацоўцы тлушчаў. Цяпер стэарынавую і іншыя вышэйшыя кіслоты ў вялікай колькасці атрымліваюць шляхам акіслення вуглевадародаў.

Пытанні і практыкаванні

18. Ахарактарызуйце: а) фізічныя, б) хімічныя ўласцівасці стэарынавай кіслаты.

19. Побач са стэарынавай кіслатой з тлушчаў можа быць вылучана пальмітынавая кіслата. Натрыевая соль гэтай кіслаты таксама ўваходзіць у састаў мыла. Складзіце формулу гэтай солі, карыстаючыся данымі табліцы гамалагічнага рада кіслот.

20. Напішыце іонныя ўраўненні рэакцый: а) стэарынавакіслага натрыю з сернай кіслатой, б) пальмітынавакіслага натрыю з гідракарбанатам кальцыю. Якую з'яву тлумачыць апошняя рэакцыя?

21. Як павысіць мыючае дзеянне мыла ў жорсткай вадзе? Адказ растлумачце.

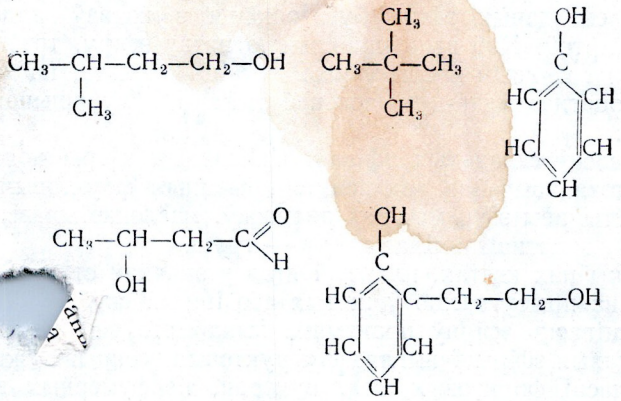
§ 33. АЛЕІНАВАЯ КІСЛАТА

Алеінавая кіслата $C_{17}H_{33}—C\begin{matrix}O\\OH\end{matrix}$ з'яўляецца прадстаўніком негранічных карбонавых кіслот. Ад вывучаных раней кіслот яна адрозніваецца тым, што ў вуглевадародным радыкале яе змяшчаецца адна двайная сувязь:

$$CH_3—(CH_2)_7—CH=CH—(CH_2)_7—C\begin{matrix}O\\OH\end{matrix}$$

У малекуле алеінавай кіслаты з прычыны гэтага на два атамы вадароду менш, чым у адпаведнай ёй па колькасці атамаў вугляроду стэарынавай кіслаце. У адрозненне ад апошняй яна пры звычайных умовах — вадкасць.

Паколькі алеінавая кіслата побач з карбаксільнай групай мае ў малекуле двайную сувязь паміж атамамі вугляроду, то яна дае



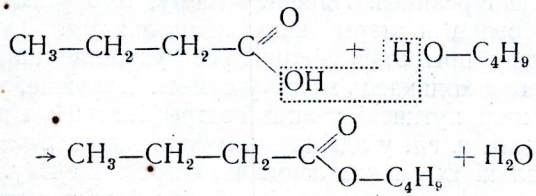
СКЛАДАНЫЯ ЭФІРЫ. ТЛУШЧЫ

Пры вывучэнні кіслот мы коратка азнаёміліся з адным прадстаўніком складаных эфіраў. Разгледзім гэты клас злучэнняў больш падрабязна, бо да яго належаць такія біялагічна важныя рэчывы, як тлушчы.

§ 35. СКЛАДАНЫЯ ЭФІРЫ

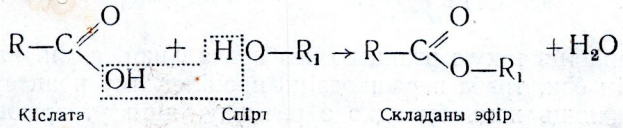
Атрыманне і будова складаных эфіраў. Успомніце, як мы атрымлівалі воцатнаэтылавы эфір. Падобным спосабам могуць сінтэзавацца і іншыя складаныя эфіры.

Напрыклад, пры награванні сумесі масленай кіслаты і бутылавага спірту ўтвараецца масленабутылавы эфір:



Рэакцыі кіслот са спіртамі, якія вядуць да ўтварэння складаных эфіраў, называюцца рэакцыямі *этэрыфікацыі* (aether — эфір).

На падставе разгледжаных рэакцый атрымання воцатнаэтылавага і масленабутылавага эфіраў мы можам у агульным выглядзе паказаць ураўненне рэакцыі этэрыфікацыі, абазначыўшы вуглевадародныя радыкалы ў кіслаце і спірце праз R і R_1:



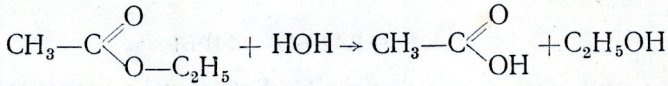
Кіслата Спірт Складаны эфір

Назвы складаных эфіраў утвараюцца з назваў адпаведных кіслот і спіртоў. Каб даць правільную назву эфіру, трэба запомніць, што на першым месцы ў назве стаіць кіслата, на другім — спірт (воцатнаэтылавы, масленабутылавы, мурашынапрапілавы і г. д.).

Уласцівасці складаных эфіраў. Складаныя эфіры карбонавых кіслот — гэта звычайна вадкасці з прыемным фруктовым пахам. Масленабутылавы эфір мае пах ананасаў, масленаэтылавы эфір — абрыкосаў, воцатнаізаамілавы эфір — груш.

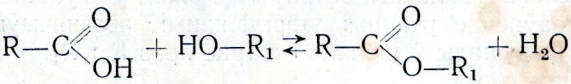
Прыемны пах кветак, пладоў і ягад у значнай ступені абумоўлены іменна прысутнасцю ў іх тых або іншых склад[illegible]раў. Гэта ўласцівасць эфіраў практычна выкарыстоўваецца. Сінтэтычныя складаныя эфіры ў выглядзе «фруктовых эсенцый» ужываюцца ў вытворчасці фруктовых вод, цукерак, парфумерных вырабаў. Некаторыя складаныя эфіры (напрыклад, воцатнаэтылавы) выкарыстоўваюцца ў якасці растваральнікаў.

Вельмі важнай уласцівасцю складаных эфіраў з'яўляецца ўзаемадзеянне іх з вадой. Калі воцатнаэтылавы эфір награваць з вадой у прысутнасці якой-небудзь кіслаты ў якасці каталізатара, то ўтвараюцца воцатная кіслата і этылавы спірт:



Такая рэакцыя называецца *гідролізам*. Яна процілеглая рэакцыі ўтварэння складанага эфіру. Таму калі награваць сумесь спірту і карбонавай кіслаты, то адбываецца не толькі рэакцыя этэрыфікацыі, але і рэакцыя гідролізу эфіру, што ўтвараецца. Гэта значыць, што рэакцыя этэрыфікацыі *абарачальная*. Хуткасць зваротнага працэсу пры этэрыфікацыі ўсё ўзрастае па меры таго, як павялічваецца колькасць эфіру ў сумесі. Нарэшце, надыходзіць такі момант, калі хуткасці рэакцый этэрыфікацыі і гідролізу становяцца роўнымі, г. зн. у адзінку часу ўтвараецца столькі ж малекул эфіру, колькі іх раскладаецца на спірт і кіслату. Настае *хімічная раўнавага*, і колькасць эфіру ў сумесі практычна больш не павялічваецца.

Абарачальнасць працэсу этэрыфікацыі паказваюць ва ўраўненнях стрэлкамі:



Каб зрабіць такую рэакцыю неабарачальнай, г. зн. накіраваць яе ў адзін бок, трэба перашкодзіць процілегламу працэсу, напрыклад выдаляць хоць бы адно з рэчываў, якія ўтвараюцца. Так,

напрыклад, калі патрэбна атрымаць больш поўны выхад эфіру, то яго па меры ўтварэння адганяюць ад рэагуючай сумесі рэчываў. Калі патрэбна гідралізаваць эфір, праводзяць рэакцыю ў прысутнасці шчолачы, каб яна ператварала кіслату ў соль і, такім чынам, выключала магчымасць яе рэакцыі са спіртам.

Пытанні і практыкаванні

1. Ахарактарызуйце: а) фізічныя ўласцівасці, б) хімічныя ўласцівасці, в) прымяненне складаных эфіраў.

2. Складзіце ўраўненні рэакцый утварэння: а) масленаэтылавага эфіру, б) воцатнаізаамілавага эфіру (ізаамілавы спірт мае формулу $CH_3—\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}}—CH_2—CH_2OH$). Што можна сказаць пра ўласцівасці гэтых эфіраў?

3. Дайце назвы наступным эфірам: а) $C_2H_5—C\begin{matrix}=O\\ -O-C_2H_5\end{matrix}$, б) $HCOOC_3H_7$. Складзіце ўраўненні рэакцый гідролізу гэтых эфіраў.

4. Складзіце ўраўненні рэакцый атрымання: а) мурашына-метылавага эфіру, зыходзячы з метану, б) воцатнаэтылавага эфіру, зыходзячы з этылену.

5. Для барацьбы з пустазеллем у пасевах збожжавых культур ужываецца бутылавы эфір 2,4-дыхлорфеноксівоцатнай кіслаты. Складзіце структурную формулу гэтага гербіцыду.

6. Метылавы эфір метылакрылавай кіслаты $CH_2=\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{C}}—C\begin{matrix}=O\\ -O—CH_3\end{matrix}$ лёгка палімерызуецца ў высокамалекулярны прадукт, вядомы пад назвай арганічнага шкла. Складзіце: а) ураўненне рэакцыі атрымання дадзенага эфіру, зыходзячы з метылакрылавай кіслаты $CH_2=\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{C}}—C\begin{matrix}=O\\ -OH\end{matrix}$ і метылавага спірту, б) ураўненне рэакцыі палімерызацыі эфіру, ведаючы, што палімерызацыя ідзе па месцы двайной сувязі паміж атамамі вугляроду.

7. Раней мы сустракаліся з ізамерыяй паміж спіртамі і простымі эфірамі. Таксама існуе ізамерыя паміж карбонавымі кіслотамі і складанымі эфірамі (пры аднолькавай колькасці атамаў вугляроду ў малекуле). Складзіце формулы ўсіх ізамерных кіслот і складаных эфіраў, якія адпавядаюць формуле $C_5H_{10}O_2$.

8. Ёсць два ізамерныя рэчывы, шчыльнасць пары якіх па вадароду роўна 30. Адно з іх пры гідролізе дае два кіслародзмяшчаючыя рэчывы, другое лёгка ўступае са спіртамі ў рэакцыю этэрыфікацыі. Напішыце структурныя формулы гэтых рэчываў і ўраўненні рэакцый, аб якіх тут ідзе гутарка.

9. Рэчыва з'яўляецца бясколернай вадкасцю і мае малекулярную формулу $C_3H_6O_2$. З металічным натрыем яно не рэагуе, але пры награванні з растворам едкага натру дае соль — воцатнакіслы натрый. Да якога класа злучэнняў гэта рэчыва належыць? Складзіце яго структурную формулу і ўраўненні рэакцый атрымання з яго воцатнакіслага натрыю.

Заданне

З мэтай падрыхтоўкі да вывучэння наступнага параграфа паўтарыце па падручніку Р. Б. Гарыб'яна і М. Г. Маркава «Анатомія і фізіялогія чалавека» § 27 і 34.

§ 36. ТЛУШЧЫ

Тлушчы ў прыродзе. Фізічныя ўласцівасці. Тлушчы шырока распаўсюджаны ў прыродзе. Побач з вугляводамі і бялкамі яны ўваходзяць у састаў усіх раслінных і жывёльных арганізмаў і складаюць адну з асноўных частак нашай ежы.

Адрозніваюць тлушчы жывёльнага і раслінnага паходжання. У жывёл тлушчавыя рэчывы адкладаюцца галоўным чынам на ўнутраных органах і ў падскурнай тканцы (клятчатцы); значная колькасць тлушчаў змяшчаецца ў малацэ млекакормячых. У раслінах яны збіраюцца больш за ўсё ў насенні і пладах. Напрыклад, у насенні сланечніку іх змяшчаецца да 45%, у насенні льну — да 47%.



Марселен Бертэла (1827—1907).

Жывёльныя тлушчы, як правіла,— цвёрдыя рэчывы. Раслінныя тлушчы часцей бываюць вадкімі, іх называюць яшчэ алеем[1].

Усе тлушчы лягчэйшыя за ваду. У вадзе яны нерастваральныя. Гэта ўласцівасць добра вядома кожнаму, хто спрабаваў вымыць халоднай вадой сталовую пасуду або мыць тлустыя рукі без мыла. Тлушчы добра растваряюцца ў многіх арганічных растваральніках — дыхлорэтане, бензіне і інш. Растваральнасцю іх у арганічных рэчывах карыстаюцца пры выдаленні тлустых плям з адзення і пры здабыванні алею з насення раслін.

Будова тлушчаў. Будова тлушчаў была выяўлена дзякуючы працам французскіх хімікаў Шаўроля і Бертэла. Награваючы тлушчы з вадой (у прысутнасці шчолачы), Шаўроль у пачатку XIX ст. выявіў, што, далучаючы ваду, яны раскладаюцца на гліцэрын і карбонавыя кіслоты — стэарынавую, алеінавую і іншыя. Бертэла (1854) ажыццявіў зваротную рэакцыю. Ён награваў сумесь гліцэрыну з кіслотамі і атрымаў пры гэтым рэчывы, аналагічныя тлушчам. На падставе гэтых даных лёгка прыйсці да вываду аб будове тлушчаў.

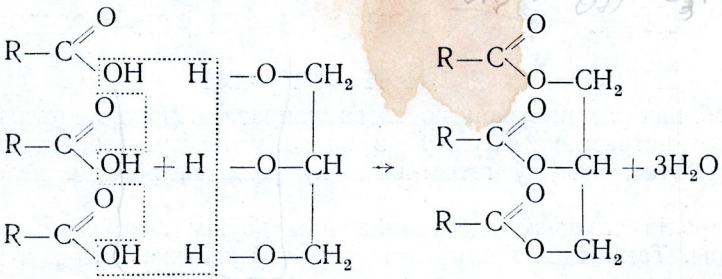
Відаць, Шаўроль правёў рэакцыю гідролізу складанага эфіру, а Бертэла ажыццявіў рэакцыю этэрыфікацыі, г. зн. сінтэзу складанага эфіру.

---

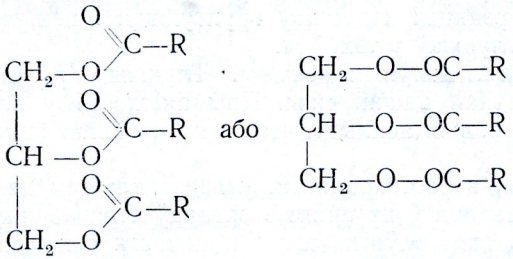
[1] Вядомы, аднак, як вадкія тлушчы жывёльнага паходжання (напрыклад, рыбін тлушч), так і цвёрдыя раслінныя тлушчы (напрыклад, какосавы алей).

Тлушчы **— гэта складаныя эфіры трохатамнага спірту, гліцэрыну і карбонавых кіслот.**

Рэакцыю ўтварэння складанага эфіру з гліцэрыну і кіслот можна паказаць наступным чынам:



Часта структурную формулу тлушчаў пішуць у адваротным парадку, пачынаючы з вугляроднага шкілета гліцэрыну:



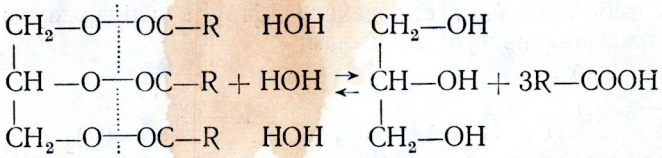
У састаў такога складанага эфіру часцей за ўсё ўваходзяць астаткі не якой-небудзь адной кіслаты, а розных кіслот.

У большасці выпадкаў тлушчы ўтвораны вышэйшымі граніцнымі і негранічнымі карбонавымі кіслотамі, галоўным чынам стэарынавай $C_{17}H_{35}COOH$, пальмітынавай $C_{15}H_{31}COOH$ і алеінавай $C_{17}H_{33}COOH$. У меншай ступені ва ўтварэнні тлушчаў удзельнічаюць ніжэйшыя кіслоты. Сустракаюцца, напрыклад, масленая кіслата C_3H_7COOH (у сметанковым масле), капронавая кіслата $C_5H_{11}COOH$ і іншыя.

Нам вядома, што граніцныя вышэйшыя кіслоты цвёрдыя, а негранічныя — вадкасці. Тлушчы, утвораныя пераважна граніцнымі кіслотамі, таксама з'яўляюцца цвёрдымі (лой). З павелічэннем колькасці суадносін негранічных кіслот пункт плаўлення паніжаецца, яны робяцца больш легкаплаўкімі (свіное сала, сметанковае масла). Вадкія тлушчы ўтвораны галоўным чынам негранічнымі кіслотамі (ільняны, сланечнікавы алеі і іншыя).

Хімічныя ўласцівасці. Хімічныя ўласцівасці тлушчаў вызначаюцца прыналежнасцю іх да класа складаных эфіраў. Таму найбольш характэрная рэакцыя для іх — гідроліз. Ажыццявіўшы іменна гэту рэакцыю, Шаўроль змог падысці да высвятлення пытання аб тым, чым з'яўляюцца тлушчы.

Рэакцыя гідролізу тлушчаў, як і іншых складаных эфіраў, абарачальная:



Каб накіраваць рэакцыю злева направа, гідроліз праводзяць шляхам награвання тлушчу з вадой у прысутнасці шчолачы. Растлумачце, чаму ў гэтым выпадку рэакцыя робіцца неабарачальнай.

Гідроліз тлушчаў адбываецца пры доўгім захоўванні іх на паветры. Так званае прагарканне тлушчаў звязана іменна з гэтай з'явай, якая адбываецца пад уплывам ферментаў, што змяшчаюцца ў тлушчы.

Рэакцыя гідролізу мае месца пры засваенні тлушчаў ежы арганізмамі. На рэакцыі гідролізу грунтуюцца і некаторыя выпадкі скарыстання тлушчаў у тэхніцы.

Тлушчы як пажыўныя рэчывы. Тлушчы з'яўляюцца важнай састаўной часткай нашай ежы. Пры акісленні ў арганізме яны даюць значна больш цеплыні, чым такія ж колькасці бялкоў і вугляводаў.

Як рэчывы, нерастваральныя ў вадзе, тлушчы не могуць непасрэдна ўсмоктвацца ў арганізм з органаў страваванння. Пад уплывам ферменту падстраўнікавага і кішачнага соку яны папярэдне расшчапляюцца ў тонкіх кішках на гліцэрын і кіслоты. Гэтыя прадукты гідролізу ўсмоктваюцца сценкамі страўніка, у іх яны зноў утвараюць тлушч, уласцівы ўжо дадзенаму арганізму. Сінтэзаваны тлушч па лімфатычнай сістэме паступае ў кроў і пераносіцца ёю ў тлушчавую тканку. Адсюль тлушчы паступаюць у іншыя органы і тканкі арганізма, дзе ў працэсе пастаяннага абмену рэчываў у клетках зноў гідралізуюцца і затым паступова акісляюцца. У канчатковым выніку яны акісляюцца да двухвокісу вугляроду і вады. Гэтыя экзатэрмічныя рэакцыі даюць арганізму энергію, неабходную для яго жыццядзейнасці. Расход тлушчаў у тлушчавай тканцы папаўняецца ў працэсе жыўлення арганізма.

Пытанні і практыкаванні

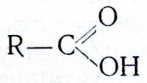
10. Ахарактарызуйце: а) фізічныя ўласцівасці, б) хімічныя ўласцівасці, в) біялагічнае значэнне тлушчаў.
11. Як была вызначана будова тлушчаў?
12. Якое адрозненне існуе ў саставе цвёрдых і вадкіх тлушчаў?
13. Напішыце структурныя формулы эфіраў, утвораных гліцэрынам і: а) масленай кіслатой, б) алеінавай кіслатой.
14. Складзіце ўраўненні: а) гідролізу, б) поўнага акіслення складанага эфіру, утворанага гліцэрынам і масленай кіслатой.
15. Як хімічным спосабам адрозніць ільняны алей ад змазачнага машыннага масла, якое атрымліваецца пры перагонцы нафты?

§ 37. ПЕРАПРАЦОЎКА ТЛУШЧАЎ

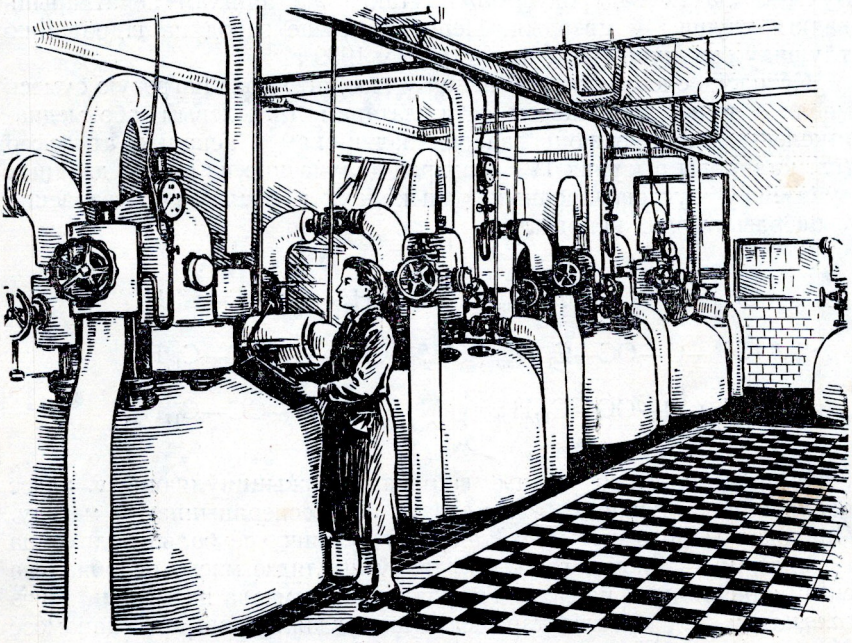
Гідроліз тлушчаў у тэхніцы. Атрыманне мыла. Рэакцыя гідролізу скарыстоўваецца ў тэхніцы для атрымання з тлушчаў гліцэрыну, карбонавых кіслот, мыла.

Гліцэрын і кіслоты атрымліваюць таксама, як апісана раней,— шляхам награвання тлушчу з вадой у прысутнасці каталізатара. У апошні час гэты працэс пачалі праводзіць без каталізатара, награваючы рэчыва да 220°С пад павышаным ціскам (25 *am*). Агульны выгляд аўтаклаваў для расшчаплення тлушчаў паказаны на рысунку 39.

Каб атрымаць мыла, кіслоты апрацоўваюць содай пры награванні. Складзіце ўраўненне рэакцыі, якая пры гэтым адбываецца, паказаўшы формулу кіслаты ў агульным выглядзе:



Мыла, якое ўтвараецца, знаходзіцца ў растворы. Каб вылучыць яго, у раствор дабаўляюць спажыўную соль. У канцэнтраваным растворы солі мыла не растваряецца і ўсплывае наверх у выглядзе



Рыс. 39. У цэху гідролізу тлушчаў (на рысунку відаць верхняя частка аўтаклаваў).

шчыльнага слоя — ядра. З гэтай масы рыхтуюць так званае ядравае мыла. Гэта звычайныя сарты гаспадарчага мыла, напрыклад 60-працэнтнага, 72-працэнтнага. Працэнты тут паказваюць на тое, колькі змяшчаецца кіслот у мыле (у выглядзе солей). Астатнюю частку складае вада (з прымесямі).

Для атрымання туалетнага мыла ядравае мыла высушваюць, змешваюць з фарбуючымі і духмянымі рэчывамі, пластычна апрацоўваюць і штампуюць у кавалкі патрэбнай формы. Існуюць і бесперапынныя спосабы атрымання туалетнага мыла з кіслот.

Іншы раз у мыла ўводзяць спецыяльныя дабаўкі. Так, карболавае мыла, якое мае дэзінфіцыруючае дзеянне, змяшчае 0,5% фенолу, дзягцярнае мыла — да 5% бяроставага дзёгцю і г. д.

Гідраванне тлушчаў. Для атрымання мыла і іншых рэчываў патрэбны пераважна цвёрдыя тлушчы. Між тым яны з'яўляюцца вельмі каштоўным прадуктам харчавання. Таму даўно ўзнікла думка ператвараць больш танны алей у цвёрды тлушч, які затым можна было б пэўным чынам тэхнічна апрацаваць.

Успомнім, што вадкія тлушчы адрозніваюцца ад цвёрдых толькі негранічнасцю свайго саставу — наяўнасцю двайных сувязей у вуглевадародных радыкалах. Значыць, таксама як вадкія негранічныя кіслоты могуць быць ператвораны ў цвёрдыя шляхам далучэння да іх вадароду, можна такім жа шляхам ператварыць вадкія тлушчы ў цвёрдыя. Першы ў свеце завод па гідраванню тлушчаў быў пушчаны ў нас у Расіі ў 1909 г.

Сутнасць спосабу заключаецца ў тым, што праз нагрэтую сумесь масла з тонка здробненым каталізатарам (нікелевым або меднанікелевым) прапускаюць вадарод пад ціскам у некалькі атмасфер (гл. каляровы рысунак IV). Вадарод далучаецца па месцы двайных сувязей у вуглевадародных радыкалах, і масла ператвараецца ў цвёрды тлушч, напрыклад:

$$\begin{array}{l} CH_2—O—OC—C_{17}H_{33} \\ | \\ CH—O—OC—C_{17}H_{33} \\ | \\ CH_2—O—OC—C_{17}H_{33} \end{array} + 3H_2 \rightarrow \begin{array}{l} CH_2—O—OC—C_{17}H_{35} \\ | \\ CH—O—OC—C_{17}H_{35} \\ | \\ CH_2—O—OC—C_{17}H_{35} \end{array}$$

У прамысловасці працэс гідравання ажыццяўляюць у радзе паслядоўна злучаных аўтаклаваў па бесперапыннаму метаду. Праходзячы праз сістэму аўтаклаваў, тлушч усё больш гідруецца і выходзіць з апошняга аўтаклава ў выглядзе масы, падобнай па сваёй кансістэнцыі на сала. Таму гідраванае масла называюць яшчэ *саламасам*. Ад каталізатара саламас аддзяляецца пры дапамозе фільтравання. Гідраваны тлушч — паўнацэнны прадукт для вырабу мыла, а ў выпадку скарыстання пэўных сартоў масла — і для ўжывання ў ежу, напрыклад у саставе маргарыну.

Маргарын — тонкая сумесь (эмульсія) саламасу, раслiннага або жывёльнага тлушчу, сквашанага малака з дабаўкай цукру, солі і іншых рэчываў. Па сваёй пажыўнасці і засваяльнасці арганізмам маргарын не ўступае сметанковаму маслу. Маргарын значна пашырае магчымасці харчовага прымянення раслінных тлушчаў. Характэрна, што ў нашай краіне ўжыванне маргарыну ў якасці харчовага прадукту не азначае зніжэння спажывання іншых тлушчаў, у тым ліку сметанковага масла: вытворчасць і спажыванне гэтых тлушчаў з кожным годам узрастае.

Высыхаючыя і невысыхаючыя алеі. Вадкія тлушчы (алеі) з прычыны наяўнасці кратных сувязей у малекулах не толькі далучаюць вадарод; яны могуць акісляцца і полімерызавацца. Гэтыя ўласцівасці таксама прыводзяць да важных практычных вынікаў.

Калі на працягу доўгага часу назіраць за алеямі, налітымі на пласцінкі ў выглядзе тонкага слоя, то можна заўважыць наступнае: адны з іх праз некалькі дзён робяцца цвёрдымі, як кажуць, высыхаюць, утвараючы эластычную плеўку, якая шчыльна прыстае да прадмета; другія высыхаюць больш павольна, трэція не высыхаюць зусім. Да добра высыхаючых алеяў належаць ільняны, канапляны і некаторыя іншыя, да невысыхаючых — аліўкавы і касторавы алеі.

У аснове высыхання алеяў ляжаць рэакцыі акіслення і полімерызацыі. Хутчэй высыхаюць алеі высокай негранічнасці, якія змяшчаюць па некалькі двайных сувязей у вуглевадародных радыкалах.

Працэс высыхання можна каталізаваць. Каталізатарамі з'яўляюцца солі некаторых цяжкіх металаў, якія называюцца сікатывамі (siccativus — высыхаючы).

На гэтай з'яве заснавана выкарыстанне *аліфы*. Аліфу атрымліваюць награваннем высыхаючага алею (звычайна льнянога) у прысутнасці солей марганцу, свінцу або кобальту. Прымяняецца яна для развядзення густацёртых масленых фарбаў з мэтай пакрыцця імі розных прадметаў. Гэта — адзін з асноўных спосабаў засцярогі матэрыялаў ад разбурэння, у тым ліку жалеза ад іржаўлення. Ахоўнае дзеянне масленай фарбы належыць перш за ўсё аліфе. Пасля нанясення на паверхню прадмета ў ёй пад дзеяннем каталізатараў адбываюцца працэсы акіслення і полімерызацыі, у выніку чаго на прадмеце ўтвараецца шчыльная плеўка, якая засцерагае яго ад атмасферных уздзеянняў.

Сінтэтычныя мыючыя рэчывы. Асабліва многа тлушчаў — гэтых каштоўных прадуктаў харчавання — расходуецца, як мы бачылі, на вытворчасць мыла. Каб зберагчы тлушчы для народнага спажывання, трэба мыла атрымліваць з нехарчовай сыравіны. Арганічная хімія дае такія магчымасці. Зараз з кожным годам мы атрымліваем усё больш сінтэтычных мыючых сродкаў вельмі добрай якасці.

Успомнім, што такое звычайнае мыла. У асноўным гэта солі вышэйшых карбонавых кіслот. Зараз такія кіслоты пачалі атрымліваць не толькі гідролізам тлушчаў, але і акісленнем вуглевадародаў нафты. Выяўляецца, што калі праз расплаўлены парафін, які змяшчае злучэнні марганцу ў якасці каталізатара, пры тэмпературы каля 120° С прапускаць паветра, то адбываецца разрыў, як бы крэкінг, малекул вуглевадароду і акісленне ўтвораных канцавых груп у карбаксільныя, напрыклад:

$$2CH_3—(CH_2)_{14}—CH_2—CH_2—(CH_2)_{14}—CH_3 + 5O_2 \rightarrow$$

$$\rightarrow 4CH_3—(CH_2)_{14}—C\begin{matrix}O\\OH\end{matrix} + 2H_2O$$

Нейтралізацыяй утвораных кіслот атрымліваюць солі:

$$CH_3—(CH_2)_{14}—C\begin{matrix}O\\OH\end{matrix} + NaOH \rightarrow CH_3—(CH_2)_{14}—C\begin{matrix}O\\ONa\end{matrix} + H_2O$$

Такія солі ўжо шырока выкарыстоўваюцца ў саставе некаторых сартоў мыла.

Для выкарыстання ў якасці мыючых сродкаў зараз сінтэзуюць ужо не толькі вышэйшыя карбонавыя кіслоты (іх солі), але і цэлы рад іншых арганічных рэчываў. Гэтыя сінтэтычныя рэчывы ўваходзяць у састаў шырока вядомых парашкоў «Новость», «Эра», «Астра» і іншых.

У адрозненне ад звычайнага мыла, парашкі тыпу «Новость» добра мыюць у жорсткай і халоднай вадзе, не трацяць мыючых уласцівасцей у кіслым асяроддзі, не зніжаюць якасці шарсцяных і шаўковых тканін.

Пытанні і практыкаванні

16. Якія прадукты атрымліваюць у прамысловасці перапрацоўкай тлушчаў?
17. Што такое ядравае мыла? Як яго атрымліваюць? Як з ядравага мыла атрымліваюць туалетнае?
18. Што такое саламас, як ён атрымліваецца і для чаго прымяняецца?
19. Што такое аліфа? На якіх хімічных з'явах грунтуецца яе прымяненне? З якой мэтай уводзяцца ў яе сікатывы?
20. Складзіце ўраўненне рэакцыі акіслення трыякантану $C_{30}H_{62}$, лічачы, што пры гэтым утвараецца аднаасноўная гранічная кіслата з 15 атамамі вугляроду ў малекуле.

Практычнае заданне

Прарабіце дома доследы з ліку наступных: а) выведзіце тлустыя плямы з адзення бензінам, б) параўнайце пенаўтварэнне звычайнага мыла і мыючага парашку «Новость» у жорсткай вадзе, змякчыце ваду дабаўленнем соды або кіпячэннем і праверце вынікі, в) параўнайце хуткасці высыхання тонкіх слаёў аліфы і алею (без сікатыву), г) падрыхтуйце сумесь фарбы з аліфай і пафарбуйце прадметы, якія маюць у гэтым патрэбу.

ВУГЛЯВОДЫ

Вугляводы вельмі распаўсюджаны ў прыродзе і адыгрываюць важную ролю ў жыцці чалавека. Адны з іх, напрыклад крухмал, належаць да асноўных пажыўных рэчываў; другія (цэлюлоза, або клятчатка) ідуць на выраб тканін, паперы, штучнага валакна і г. д.

Назва «вугляводы» ўзнікла таму, што першыя вывучаныя прадстаўнікі гэтага класа злучэнняў складаліся як бы з вугляроду і вады — яны мелі састаў, які можна паказаць агульнай формулай $C_n(H_2O)_m$. Пазней, аднак, былі знойдзены вугляводы, якія не адпавядаюць гэтай формуле.

Адным з прасцейшых вугляводаў з'яўляецца глюкоза.

§ 38. ГЛЮКОЗА

Фізічныя ўласцівасці і знаходжанне ў прыродзе. Глюкоза — белае крышталічнае рэчыва, добра растваральнае ў вадзе, салодкае на смак («глюкас» — салодкі). Па салодкасці яна крыху ўступае звычайнаму бураковаму цукру.

Глюкоза сустракаецца амаль ва ўсіх органах раслін: у пладах, карэннях, лісцях, кветках. Асабліва многа яе ў вінаградным соку (адсюль другая назва глюкозы — вінаградны цукар) і ў спелых фруктах, ягадах. Разам з другім вугляводам, фруктозай, яна складае асноўную частку пчалінага мёду.

Глюкоза ёсць і ў жывёльных арганізмах. Напрыклад, у крыві чалавека змяшчаецца каля 0,1% глюкозы.

Будова глюкозы. Састаў глюкозы паказваецца формулай $C_6H_{12}O_6$.

Паспрабуем высветліць будову гэтага вугляводу.

Паколькі ў саставе глюкозы ёсць кісларод, то ўзнікае пытанне, ці не змяшчае яна ўжо вядомыя нам функцыянальныя групы атамаў.

У сувязі з тым што ў малекуле глюкозы параўнальна многа кіслародных атамаў, можна выказаць меркаванне перш за ўсё аб прыналежнасці яе да мнагаатамных спіртоў. Калі раствор глюкозы прыліць да свежаасаджанага гідрату вокісу медзі, утвараецца ярка-сіні раствор, як гэта мы назіралі і ў выпадку гліцэрыну. Дослед, такім чынам, пацвярджае прыналежнасць глюкозы да мнагаатамных спіртоў.

Але тады ўзнікае пытанне, колькі ж гідраксільных груп змяшчаецца ў малекуле.

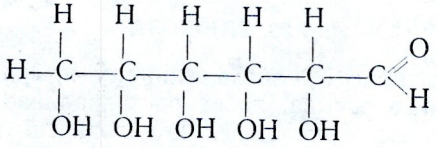
Вядомы складаны эфір глюкозы, у малекуле якога змяшчаецца пяць астаткаў воцатнай кіслаты. З гэтага вынікае, што ў малекуле глюкозы пяць гідраксільных груп.

Застаецца высветліць характар яшчэ аднаго кіслароднага атама. Калі раствор глюкозы нагрэць з аміячным растворам вокісу серабра, то атрымаецца характэрнае «сярэбранае люстэрка». Значыць,

шосты атам кісларoду ў малекуле глюкозы ўваходзіць у састаў альдэгіднай групы.

Каб скласці поўнае ўяўленне аб будове глюкозы, трэба ведаць, як пабудаваны шкілет малекулы. Паколькі ўсе шэсць атамаў кісларoду ўваходзяць у састаў функцыянальных груп, значыць, атамы вугляроду, якія ўтвараюць шкілет, злучаны адзін з адным непасрэдна. Вызначана, што ланцуг вугляродных атамаў прамы, а не разгалінаваны. Нарэшце, улічым, што альдэгідная група можа знаходзіцца толькі ў канцы вугляроднага ланцуга (чаму?) і што гідраксільныя групы могуць быць устойлівыя, знаходзячыся толькі ў розных атамаў вугляроду.

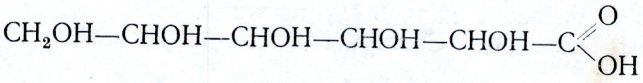
На падставе ўсіх гэтых даных мы прыходзім да наступнай структурнай формулы глюкозы:



Хімічныя ўласцівасці. Як паказвае будова, глюкоза — рэчыва з дваістай хімічнай функцыяй: яна з'яўляецца альдэгідаспіртам і мае хімічныя ўласцівасці і спіртоў і альдэгідаў.

Як спірт глюкоза ўтварае складаныя эфіры.

Як альдэгід яна можа акісляцца ў спіртакіслату



і іншыя прадукты. Апрача аміячнага раствору вокісу серабра, акісляльнікам альдэгіднай групы можа з'яўляцца гідрат вокісу медзі.

Да свежаасаджанага гідрату вокісу медзі прыльём раствор глюкозы і сумесь нагрэем. У выніку рада ператварэнняў мы выявім утварэнне чырвонага закісу медзі. Складзіце ўраўненне рэакцыі акіслення глюкозы па аналогіі з тым, як мы пісалі яго для альдэгідаў.

Альдэгідная група глюкозы можа быць адноўлена. Тады ўтворыцца шасціатамны спірт.

Важнай хімічнай уласцівасцю глюкозы з'яўляецца браджэнне яе пад дзеяннем арганічных каталізатараў — ферментаў, якія выпрацоўваюцца мікраарганізмамі.

Вядома некалькі відаў браджэння. З адным з іх — а л к а г о л ь н ы м, або с п і р т о в ы м, б р а д ж э н н е м — мы часткова знаёміліся, калі разглядалі спосабы атрымання этылавага спірту. Успомніце, з якога зыходнага прадукту атрымліваецца

спірт браджэннем і ў прысутнасці якіх мікраарганізмаў гэты працэс адбываецца.

Спіртовае браджэнне можна назіраць на доследзе. Колбу з растворам глюкозы і невялікай колькасцю расцёртых дражджэй ставяць у цёплае месца. Праз некаторы час назіраецца вылучэнне з раствору пузыркоў газу. Каб даведацца, які газ утвараецца пры браджэнні, можна прапусціць яго праз вапнавую ваду. Памутненне вапнавай вады паказвае на вылучэнне двухвокісу вугляроду. У колбе можна выявіць з'яўленне этылавага спірту.

Хімізм браджэння глюкозы вельмі складаны. У сумарным выглядзе ён выражаецца наступным ураўненнем:

$$C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2$$

Пад дзеяннем ферменту малочнакіслых бактэрый адбываецца малочнакіслае браджэнне глюкозы. Яно можа быць паказана ўраўненнем:

$$C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2CH_3 - \underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{CH}} - C\overset{\displaystyle O}{\overset{\|}{\diagdown}}\!\!\diagup OH$$

Рэчыва, якое пры гэтым утвараецца,— малочная кіслата — з'яўляецца злучэннем з дваістай хімічнай функцыяй; у ёй спалучаюцца ўласцівасці спірту і карбонавай кіслаты. Як вы думаеце, у якія рэакцыі яна ў такім выпадку павінна ўступаць?

Працэс утварэння малочнай кіслаты адбываецца пры скісанні малака. Бактэрыі, якія выклікаюць гэты працэс, трапляюць у малако з паветра, дзе заўсёды ёсць іх зародкі. З'яўленне кіслаты ў малацэ можна ўстанавіць пры дапамозе лакмусу.

Малочнакіслае браджэнне мае вялікае значэнне ў перапрацоўцы сельскагаспадарчых прадуктаў. З ім звязана атрыманне цэлага рада малочных прадуктаў — сыраквашы, тварагу, смятаны, сыру.

Малочная кіслата ўтвараецца ў працэсе квашання капусты, сіласавання кармоў і выконвае пры гэтым кансервуючую ролю. Збіраючыся ў шчыльна ўложанай сіласуемай масе, яна садзейнічае стварэнню кіслотнага асяроддзя, у якім не могуць развівацца працэсы гніення бялкоў і іншыя шкодныя хімічныя ператварэнні; гэта прыводзіць да атрымання дабраякаснага высокапажыўнага сакавітага корму для жывёлы.

Прымяненне і атрыманне. Глюкоза — каштоўнае пажыўнае рэчыва. Як мы неўзабаве даведаемся, вугляводы, якія прымаюцца намі з ежай, у стрававальным тракце ператвараюцца ў глюкозу, якая крывёю разносіцца па ўсіх тканках арганізма. Энергію, неабходную для мышачнай работы, наш арганізм атрымлівае пера-

важна за кошт паслядоўнага акіслення глюкозы. Сумарна гэты працэс паказваецца ўраўненнем:

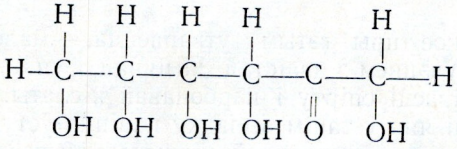
$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O$$

Канчатковымі прадуктамі акіслення глюкозы, як і тлушчаў, з'яўляюцца двухвокіс вугляроду і вада.

З прычыны высокай пажыўнасці глюкоза непасрэдна прымяняецца як умацавальны лячэбны сродак: яе прапісваюць слабым хворым у выглядзе таблетак або ўнутрывенных уліванняў. Яна скарыстоўваецца ў кандытарскай справе (у саставе патакі) пры вырабе мармеладу, карамелі, пернікаў і г. д. У тэкстыльнай прамысловасці глюкоза ўжываецца для апрацоўкі тканін. Як аднаўляльнік яна прымяняецца ў вырабе люстэрак і ёлачных цацак (серабрэнне). Браджэннем глюкозы могуць быць атрыманы малочная кіслата і іншыя прадукты.

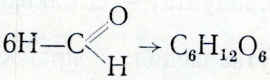
У тэхніцы глюкозу атрымліваюць з больш складаных вугляводаў, пераважна з крухмалу.

Фруктоза як ізамер глюкозы. Вядомы рад іншых вугляводаў з малекулярнай формулай $C_6H_{12}O_6$. Ізамерам глюкозы з'яўляецца, напрыклад, фруктоза, якая мае будову:



Фруктоза змяшчаецца звычайна ў салодкіх пладах і ў мёдзе разам з глюкозай. Яна саладзейшая за глюкозу і звычайны цукар.

Упершыню вугляавод саставу $C_6H_{12}O_6$ быў штучна атрыманы А. М. Бутлеравым у 1861 г. полімерызацыяй фармальдэгіду ў вапнавым растворы:



Гэта быў першы ў гісторыі хіміі сінтэз вугляводу. Побач з сінтэзамі Вёлера і Бертэла адкрыццё Бутлерава мела вялікае значэнне для абвяржэння віталістычнай тэорыі.

Пытанні і практыкаванні

1. Ахарактарызуйце: а) фізічныя ўласцівасці, б) хімічныя ўласцівасці, в) знаходжанне ў прыродзе, г) прымяненне глюкозы.
2. На падставе якіх доследаў можна зрабіць вывад аб будове глюкозы? Апішыце іх.

3. Складзіце ўраўненні рэакцый: а) акіслення глюкозы вокісам серабра, лічачы, што пры гэтым утвараецца кіслата паказанай вышэй будовы (у сапраўднасці рэакцыя ідзе больш складана), б) амылення воцатнакіслага эфіру глюкозы, в) аднаўлення глюкозы ў шасціатамны спірт.

4. Колькі грамаў карбанату кальцыю атрымаецца, калі двухвокіс вугляроду, што ўтвараецца пры браджэнні 0,1 *г-моль* глюкозы, паглынуць вапнавай вадой?

5. Складзіце ўраўненне поўнага акіслення глюкозы. Які аб'ём двухвокісу вугляроду ўтвараецца ў гэтым выпадку з 1 *г-моль* глюкозы?

6. Як пры дапамозе гідрату вокісу медзі распазнаць: а) гліцэрын, б) альдэгід, в) воцатную кіслату, г) глюкозу? Адказ пацвердзіце ўраўненнямі рэакцый.

7. Улічваючы, што малочная кіслата мае ўласцівасці спірту і кіслаты, складзіце ўраўненні рэакцый яе: а) з натрыем, б) з едкім натрам.

§ 39. ЦУКРОЗА

Фізічныя ўласцівасці цукрозы і знаходжанне ў прыродзе. Цукроза добра вядома нам у выглядзе звычайнага цукру. Гэта крышталічнае рэчыва белага колеру, салодкага смаку, вельмі добра растваральнае ў вадзе. Тэмпература плаўлення цукрозы 160°С; пры застыванні расплаўленай цукрозы ўтвараецца аморфная празрыстая маса — карамель.

Цукроза змяшчаецца ў многіх раслінах — у соку бярозы, клёну, у моркве, дыні. Асабліва многа яе ў карэннях цукровых буракоў і цукровым трыснягу. З гэтых раслін і атрымліваюць цукрозу. Таму яна называецца яшчэ бураковым або трысняговым цукрам.

Састаў і хімічныя ўласцівасці. Малекулярная формула цукрозы $C_{12}H_{22}O_{11}$.

У сувязі з ускладненнем саставу цукроза мае і больш складаную будову, чым глюкоза.

Перш за ўсё неабходна праверыць, ці змяшчае цукроза тыя функцыянальныя групы, якія мы выявілі ў глюкозе.

Наяўнасць гідраксільных груп у малекуле цукрозы лёгка пацвярджаецца рэакцыяй з гідратамі вокіслаў металаў. Калі да воднай суспензіі гідрату вокісу кальцыю («вапнавага малака») дадаць раствор цукрозы і сумесь узбоўтаць, то назіраецца растварэнне асадку, таму што адбываецца ўтварэнне растваральнага ў вадзе цукарату кальцыю, падобна таму як мы раней назіралі ўтварэнне гліцэрату медзі.

Наяўнасць альдэгіднай групы ў цукрозе выявіць не ўдаецца: пры награванні з аміячным растворам вокісу серабра яна не дае «сярэбранага люстэрка», пры награванні з гідратам вокісу медзі не ўтварае чырвонага закісу медзі. Такім чынам, цукроза ў адрозненне ад глюкозы не з'яўляецца альдэгідаспіртам.

Важныя даныя для меркавання аб будове цукрозы можна атрымаць на аснове вывучэння яе рэакцыі з вадой. Пракіпяціць раствор цукрозы з некалькімі кроплямі салянай або сернай кіслаты. Затым нейтралізуем кіслату шчолаччу і нагрэем раствор з гідратам вокісу медзі. Утвараецца чырвоны асадак. Відаць, пры кіпячэнні

раствору цукрозы з'явіліся малекулы з альдэгіднымі групамі, якія і аднавілі гідрат вокісу медзі да закісу медзі.

Вывучэнне гэтай рэакцыі паказвае, што цукроза пры каталітычным дзеянні кіслаты гідралізуецца, у выніку чаго ўтвараюцца глюкоза і фруктоза:

$$C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O \rightarrow \underset{\text{Глюкоза}}{C_6H_{12}O_6} + \underset{\text{Фруктоза}}{C_6H_{12}O_6}$$

Такім чынам, можна лічыць, што малекула цукрозы складаецца са злучаных адзін з адным астаткаў глюкозы і фруктозы, прычым у астатку глюкозы не захоўваецца альдэгіднай групы.

Атрыманне цукру з буракоў. У нашай краіне цукар атрымліваюць з цукровых буракоў.

Атрыманне цукру мае адно істотнае адрозненне ад вывучаных намі раней хімічных вытворчасцей. Мы разглядалі такія вытворчасці, калі мэтавы прадукт атрымліваецца шляхам хімічнага ператварэння зыходных рэчываў. Цукрозу (цукар) не трэба атрымліваць хімічна, яна ёсць у бураках, і яе неабходна толькі вылучыць адтуль. Хімічныя працэсы і накіраваны тут на тое, каб вылучыць цукрозу ў магчыма больш чыстым выглядзе.

Першая задача заключаецца ў тым, каб найбольш поўна здабыць цукар з буракоў вадой. Для гэтай мэты буракі рэжуць механічным спосабам у тонкую стружку, якую загружаюць у рад паслядоўна злучаных апаратаў — дыфузараў.

Праз дыфузары прапускаюць гарачую ваду. Пераходзячы з апарата ў апарат, вада з прычыны дыфузіі соку ўсё больш узбагачаецца цукрам.

З атрыманага раствору яшчэ нельга здабыць цукар, таму што непазбежныя прымесі, якія паступаюць з буракоў,— арганічныя кіслоты, бялкі, фарбуючыя рэчывы і г. д.— вельмі забруджваюць яго і перашкаджаюць крышталізацыі.

Таму далей паўстае найбольш складаная задача: вызваліць раствор цукрозы ад прымесей. Для гэтага яго апрацоўваюць вапнавым малаком. Пад дзеяннем гідрату вокісу кальцыю арганічныя кіслоты і іншыя прымесі асаджваюцца з раствору. Цукроза ж застаецца ў растворы, таму што дае з гідратам вокісу кальцыю растваральны цукарат.

З цукарату, відаць, трэба зноў вылучыць цукрозу. Гэта дасягаецца шляхам апрацоўкі раствору двухвокісам вугляроду, які асаджае кальцый у выглядзе карбанату, вызваляючы тым самым цукрозу. Вызвалены ад асадку раствор выпарваюць і крышталізуюць. Так атрымліваецца цукар-пясок. Частка цукру-пяску пасля дадатковай ачысткі ідзе на вытворчасць рафінаду.

Вапну і двухвокіс вугляроду, якія расходуюцца ў вялікіх колькасцях пры здабыванні цукру з буракоў, атрымліваюць на тым жа заводзе шляхам абпальвання вапняку. Успомніце ўраўненне гэтай рэакцыі і як працуе вапнаабпальная печ.

СССР мае высокаразвітую цукровую прамысловасць. У нас працуюць сотні заводаў па атрыманню цукру з буракоў. Вялікая ўвага надаецца вырошчванню цукровых буракоў і павышэнню іх цукрыстасці.

Пытанні і практыкаванні

8. Ахарактарызуйце: а) фізічныя ўласцівасці, б) хімічныя ўласцівасці цукрозы.
9. У розных прабірках змяшчаюцца растворы глюкозы і цукрозы. Як даведацца, у якой прабірцы знаходзіцца тое ці іншае рэчыва?
10. Як праверыць, ці гідралізуецца цукроза ў шклянцы салодкага чаю?
11. З якой мэтай у працэсе атрымання цукру з буракоў раствор іх апрацоўваюць: а) вапнавым малаком, б) двухвокісам вугляроду?
12. У якім апараце вы прапанавалі б ажыццявіць у выглядзе бесперапыннага працэсу апрацоўку цукровага раствору вапнавым малаком? Нарысуйце схему гэтага апарата і дайце да яе тлумачэнне.
13. Які прадукт атрымліваецца ў выглядзе адходу ў вытворчасці цукру і як вы прапанавалі б выкарыстаць яго ў гэтай жа вытворчасці?

Практычнае заданне

Прарабіце дома наступныя доследы: а) прасачыце за змяненнямі цукру пры награванні, б) вызначце растваральнасць цукру ў вадзе пры хатняй тэмпературы.

§ 40. КРУХМАЛ

Фізічныя ўласцівасці крухмалу, знаходжанне ў прыродзе. Крухмал — гэта белы парашок, нерастваральны ў вадзе. Пры расціранні бульбянога крухмалу чуецца характэрны хруст. У гарачай вадзе крухмал набракае і ўтварае калоідны раствор — клейстар.

Крухмал з'яўляецца прадуктам засваення двухвокісу вугляроду зялёнымі (якія змяшчаюць хларафіл) клеткамі раслін і таму надзвычай распаўсюджаны ў раслінным свеце. Часта ён у вялікіх колькасцях адкладаецца ў клубнях і насенні ў выглядзе зярнят. Клубні бульбы змяшчаюць каля 20% крухмалу, зярняты пшаніцы і кукурузы — каля 70%, рысу — каля 80%. Крухмал — адно з важнейшых пажыўных рэчываў для чалавека.

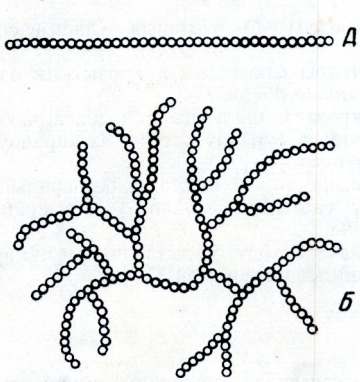
Будова крухмалу. Крухмал — прыроднае высокамалекулярнае рэчыва.

Аналіз паказвае, што малекулы яго складаюцца з элементарных звенняў $C_6H_{10}O_5$. Малекулярная формула крухмалу $(C_6H_{10}O_5)_n$. Як і ў іншых высокамалекулярных рэчывах, малекулы ў крухмале неаднолькавыя па велічыні: у іх уваходзіць розная колькасць звенняў — ад некалькіх соцень да некалькіх тысяч. Таму можна гаварыць аб некаторым сярэднім значэнні n у формуле крухмалу і аб сярэдняй малекулярнай вазе яго.

У адрозненне ад многіх іншых высокамалекулярных злучэнняў малекулы крухмалу адрозніваюцца не толькі колькасцю элемен-

тарных звенняў, але і сваёй структурай. Побач з малекуламі лінейнай структуры, сярэдняя вага якіх некалькі дзесяткаў тысяч, ёсць малекулы разгалінаванай структуры з сярэдняй малекулярнай вагой у сотні тысяч (рыс. 40).

Хімічныя ўласцівасці. З адной з хімічных уласцівасцей крухмалу — здольнасцю даваць сінюю афарбоўку пры ўзаемадзеянні з ёдам — мы пазнаёміліся пры вывучэнні галагенаў. Гэту афарбоўку лёгка назіраць, калі змясціць кроплю раствору ёду на зрэз бульбы або лустачку белага хлеба.



Рыс. 40. Схема будовы малекул крухмалу ў выглядзе прамых (*А*) і разгалінаваных (*Б*) ланцужкоў.

Ці мае крухмал уласцівасці толькі што вывучаных вугляводаў?

Нагрэем крухмальны клейстар з гідратам вокісу медзі. Мы не выявім утварэння чырвонага асадку закісу медзі. Значыць, крухмал не мае аднаўленчых уласцівасцей глюкозы.

Тады праверым, ці мае ён уласцівасць цукрозы, іменна здольнасць гідралізавацца. Пракіпяцім крухмальны клейстар з невялікай колькасцю сернай кіслаты, затым нейтралізуем раствор і ў асобнай пробе выпрабуем яго растворам ёду. Сіняя афарбоўка не назіраецца. У другой пробе правядзём рэакцыю з гідратам вокісу медзі. Утвараецца характэрны асадак закісу медзі.

З досведу можна зрабіць вывад: пры награванні з вадой у прысутнасці кіслаты крухмал гідралізуецца, у прадуктах гідролізу змяшчаецца рэчыва, якое аднаўляе гідрат вокісу медзі ў закіс медзі.

Як вызначана, пры гідролізе крухмалу ў адрозненне ад цукрозы атрымліваецца толькі адно рэчыва — глюкоза.

Працэс гідролізу схематычна можна паказаць так:

$$\ldots - \underset{\text{H}-}{\overset{}{\underset{|}{\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5}}} - \underset{\text{H}-}{\overset{}{\underset{|}{\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5}}} - \underset{\text{H}-}{\overset{}{\underset{|}{\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5}}} - \underset{\text{H}-}{\overset{}{\underset{|}{\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5}}} - \ldots \rightarrow n\underset{\text{Глюкоза}}{\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6}$$
$$\text{OH} \quad \text{OH} \quad \text{OH} \quad \text{OH}$$

або карацей:

$$(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n + n\text{H}_2\text{O} \rightarrow n\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$$

У сапраўднасці працэс расшчаплення макрамалекул крухмалу вадой ідзе паступова. Спачатку ўтвараюцца прамежкавыя

прадукты з меншай малекулярнай вагой, чым у крухмалу,— дэкстрыны, канчатковы прадукт гідролізу — глюкоза.

Рэакцыю ператварэння крухмалу ў глюкозу пры каталітычным дзеянні сернай кіслаты адкрыў у 1811 г. рускі вучоны Канстанцін Кірхгоф. Распрацаваны ім спосаб атрымання глюкозы ў прынцыпе выкарыстоўваецца і цяпер.

Крухмал як пажыўнае рэчыва. Крухмал з'яўляецца асноўным вугляводам нашай ежы. Аднак непасрэдна ён не можа засвойвацца арганізмам. Таксама як тлушч, ён спачатку гідралізуецца. Гэты працэс пачынаецца ўжо пры перажоўванні ежы ў роце пад дзеяннем ферменту, што змяшчаецца ў сліне. Далей гідроліз крухмалу працягваецца ў кішэчніку. Глюкоза, якая ўтвараецца, усмоктваецца праз сценкі кішэчніка ў кроў і паступае ў печань, а адтуль — на жыўленне ўсіх тканак арганізма. Лішак глюкозы адкладаецца ў печані ў выглядзе высокамалекулярнага вугляводу — глікагену. Гэты запасны глікаген зноў ператвараецца ў глюкозу па меры расходавання яе арганізмам.

Ператварэнне глюкозы ў клетках і роля яе як крыніцы энергіі намі былі разгледжаны раней. Успомніце, якія канчатковыя прадукты ўтвараюцца пры акісленні глюкозы ў арганізме.

Прамежкавыя прадукты гідролізу крухмалу (дэкстрыны) засвойваюцца лягчэй, чым сам крухмал, бо складаюцца з меншых па размерах малекул і лепш растваряюцца ў вадзе. Прыгатаванне ежы часта звязана іменна з ператварэннем крухмалу ў дэкстрыны. Частковы гідроліз крухмалу адбываецца, напрыклад, пры варцы бульбы, выпечцы хлеба. Утварэннем клейкіх дэкстрынаў тлумачыцца, у прыватнасці, з'яўленне скарынкі на хлебе і смажанай бульбе.

Прымяненне крухмалу і атрыманне яго з крухмалзмяшчаючых прадуктаў. Крухмал выкарыстоўваецца не толькі як прадукт харчавання. У харчовай прамысловасці з яго падрыхтоўваюць глюкозу і патаку.

Для атрымання глюкозы крухмал награваюць з разбаўленай сернай кіслатой на працягу некалькіх гадзін. Калі працэс гідролізу закончыцца, кіслату нейтралізуюць мелам; асадак сернакіслага кальцыю, што ўтвараецца, адфільтроўваюць і раствор упарваюць. Пры ахаладжэнні раствору ўтвараецца крышталічная глюкоза.

Калі працэс гідролізу да канца не давесці, то ў выніку атрымліваецца густая салодкая маса — сумесь дэкстрынаў і глюкозы — патака. Яна прымяняецца ў кандытарскай справе пры вырабе некаторых сартоў цукерак, мармеладу, пернікаў і да т. п.

Дэкстрыны, якія атрымліваюцца з крухмалу, ужываюцца ў якасці клею і для загушчэння фарбаў пры нанясенні рысункаў на тканіну. Крухмал прымяняецца, як вядома, для крухмалення бялізны: пад дзеяннем награвання гарачым прасам ён ператвараецца ў дэкстрыны, якія склейваюць валокны тканіны і ўтвараюць

шчыльную плеўку. Апошняя засцерагае тканіну ад хуткага забруджвання. У тэкстыльнай прамысловасці ён скарыстоўваецца для шліхтавання — насычэння нітак асновы з мэтай павышэння іх трываласці ў працэсе ткацтва.

Крухмал (у выглядзе зярнят збожжа і бульбы) ідзе на выраб этылавага спірту. Яго пры гэтым працэсе спачатку гідралізуюць пад дзеяннем ферменту, які змяшчаецца ў соладзе, а прадукт гідролізу затым збраджваюць у прысутнасці дражджэй у спірт. Этылавы спірт, які ідзе на прамысловыя патрэбы (сінтэз каўчуку), атрымліваюць сінтэтычным шляхам з этылену і гідролізам іншага вугляводу — цэлюлозы (гл. стар. 152).

Крухмал атрымліваюць часцей за ўсё з бульбы. Бульбу мыюць, затым здрабняюць на механічных цёрках і здробненую масу прамываюць на сітах вадой. Дробныя зярняты крухмалу, якія вызваліліся з клетак клубня, праходзяць з вадой праз сіта і асядаюць на дне чана. Крухмал старанна прамываюць, аддзяляюць ад вады і сушаць.

Утварэнне крухмалу ў раслінах (фотасінтэз). Штучным шляхам крухмал не атрыманы. Увесь спажываемы намі крухмал з'яўляецца прадуктам фотасінтэзу. Ён утвараецца ў раслінах з двухвокісу вугляроду і вады. У вывучэнні працэсу фотасінтэзу выдатную ролю адыграў К. А. Ціміразеў. Ён вызначыў, што для фотасінтэзу выкарыстоўваецца энергія сонечнага святла, паглынаемая зялёным пігментам лістоў — хларафілам, і што гэты працэс адбываецца ў поўнай адпаведнасці з законам захавання энергіі.

Каб скласці сумарнае ўраўненне рэакцыі ўтварэння крухмалу ў расліне, напішам яго спачатку для аднаго элементарнага звяна макрамалекулы — глюкознага астатку $C_6H_{10}O_5$:

$$6CO_2 + 5H_2O \rightarrow C_6H_{10}O_5 + 6O_2$$

Паколькі такіх звенняў сінтэзуецца многа для кожнай макрамалекулы, то, відаць, неабходна ўнесці ва ўраўненне каэфіцыент. Тады яно прыме наступны выгляд:

$$6nCO_2 + 5nH_2O \rightarrow (C_6H_{10}O_5)_n + 6nO_2$$

Як відаць, пры засваенні (асіміляцыі) раслінамі двухвокісу вугляроду адначасова адбываецца вылучэнне кісларoду. Так папаўняецца ў атмасферы кісларод, які расходуецца на працэсы дыхання арганізмаў, на рэакцыі гарэння, павольнага акіслення і г. д.

Крухмал, які збіраецца ў лістах, затым гідралізуецца. Глюкоза, што ўтвараецца пры гэтым, як рэчыва растваральнае, разносіцца раслінными сокамі ў іншыя органы расліны і з'яўляецца тым матэрыялам, з якога сінтэзуюцца ў ёй іншыя арганічныя рэчывы (тлушчы, бялкі і г. д.), будуюцца ўсе клеткі і тканкі. У клубнях, насенні глюкоза зноў утварае крухмал. Гэтым запасам крухмалу жывіцца парастак, пакуль у яго няма лістоў і карэнняў.

Фотасінтэз адыгрывае вялікую ролю ў сельскай гаспадарцы. Атрыманне высокіх ураджаяў звязана з сінтэзам арганічных рэчываў у раслінах, развіццё жывёлагадоўлі патрабуе кармоў — прадуктаў таго ж фотасінтэзу. Таму кіраванне фотасінтэзам, стымуляванне яго мае велізарнае значэнне для развіцця сельскай гаспадаркі. Там, дзе шляхам ужывання перадавой агратэхнікі, угнаенняў, стымулятараў росту, сродкаў аховы раслін ствараюцца найлепшыя ўмовы для фотасінтэтычнай дзейнасці раслін, дасягаюцца і высокія ўраджаі.

Арганічныя рэчывы, якія ўтвараюцца ў працэсе фотасінтэзу, з прычыны паглынання энергіі сонечных праменняў маюць большы запас энергіі, чым зыходныя рэчывы — двухвокіс вугляроду і вада. Таму ў працэсе росту раслін адбываецца назапашванне (акумуліраванне) велізарных запасаў сонечнай энергіі. За кошт гэтай энергіі, якая зноў вылучаецца пры акісленні арганічных рэчываў, ажыццяўляецца жыццядзейнасць арганізмаў. Гэта ж акумуліраваная сонечная энергія вылучаецца ў выглядзе цяпла пры спальванні драўніны, каменнага вугалю, нафты і г. д. Такім чынам, адбываецца кругаварот энергіі на зямлі дзякуючы фотасінтэзу.

Пытанні і практыкаванні

14. Ахарактарызуйце: а) фізічныя ўласцівасці, б) хімічныя ўласцівасці, в) знаходжанне ў прыродзе, г) біялагічнае значэнне крухмалу.

15. Дайце характарыстыку крухмалу як высокамалекулярнага прадукту. Якая структура малекул крухмалу?

16. Калі ўлічыць, што ўвесь крухмал пры гідролізе ператвараецца ў глюкозу, то больш ці менш па вазе ўтвараецца глюкозы ў параўнанні з зыходным крухмалам? Дайце абгрунтаваны адказ.

17. Як растлумачыць клеячае дзеянне варанай бульбы?

18. Складзіце ўраўненні рэакцый атрымання этылавага спірту з крухмалу:

$$(C_6H_{10}O_5)_n \xrightarrow{(1)} C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{(2)} C_2H_5OH$$

Як называюцца рэакцыі (1) і (2)?

19. Сок зялёнага яблыка дае рэакцыю з ёдам. Сок спелага яблыка аднаўляе аміячны раствор вокісу серабра. Як растлумачыць гэтыя з'явы?

20. Да фізічных ці хімічных працэсаў трэба аднесці атрыманне крухмалу з бульбы? Чаму?

21. У чым сутнасць і значэнне фотасінтэзу?

22. Як адбываецца кругаварот: а) вугляроду, б) кісларoду ў прыродзе?

Практычнае заданне

Прарабіце дома наступныя доследы: а) разбаўце ў 10 разоў вадой крыху ёднай настойкі і атрыманым растворам выпрабуйце на прысутнасць крухмалу вараную бульбу, белы хлеб, бульбяную муку, здробнены рыс, пудру, зубны парашок і г. д.; б) паназірайце за варкай кісялю; в) падрыхтуйце крухмальны клейстар і прасачыце за змяненнем афарбоўкі яго з ёдам пры награванні і ахаладжэнні; г) накрухмальце кавалачак тканіны.

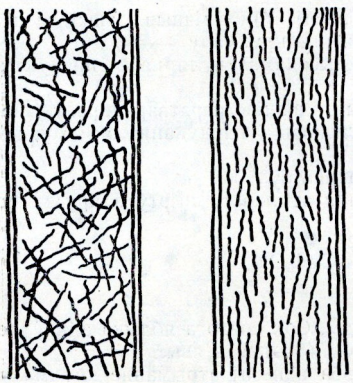
§ 41. ЦЭЛЮЛОЗА

Знаходжанне ў прыродзе. Фізічныя ўласцівасці. Цэлюлоза, або клятчатка, уваходзіць у састаў усіх раслін, утвараючы ў іх абалонкі клетак. Адсюль паходзіць і яе назва («цэлула» — клетка). Цэлюлоза надае раслінам неабходную трываласць, эластычнасць і з'яўляецца як бы іх шкілетам.

Валокны бавоўны змяшчаюць звыш 90% цэлюлозы; валокны льну і канапель таксама ў асноўным складаюцца з цэлюлозы; у драўніне яна складае каля 50%. Папера, баваўняныя тканіны — гэта вырабы з цэлюлозы. Асабліва чыстымі ўзорамі цэлюлозы з'яўляюцца вата, атрыманая з ачышчанай бавоўны, і фільтравальная (непраклееная) папера.

Вылучаная з прыродных матэрыялаў цэлюлоза — гэта цвёрдае валакністае рэчыва, якое не растваряецца ні ў вадзе, ні ў звычайных арганічных растваральніках.

Будова цэлюлозы. Цэлюлоза, як і крухмал, з'яўляецца прыродным высокамалекулярным злучэннем (палімерам). Выявілася, што гэтыя рэчывы маюць нават аднолькавыя элементарныя звенні $C_6H_{10}O_5$ і, значыць, адну і тую ж малекулярную формулу $(C_6H_{10}O_5)_n$. Але тады ўзнікае пытанне: ад чаго ж залежыць адрозненне ўласцівасцей гэтых двух несумненна розных рэчываў?



Рыс. 41. Размяшчэнне лінейных малекул:
злева — бязладнае, *справа* — упарадкаванае, арыентаванае ўдоўж восі валакна.

Можна дапусціць, што малекулы крухмалу і цэлюлозы адрозніваюцца па ступені полімерызацыі або па сваёй структуры.

Сапраўды, ступень полімерызацыі ў цэлюлозы звычайна вышэйшая, чым у крухмалу. У сувязі з гэтым сярэдняя малекулярная вага яе большая — яна дасягае ў некаторых выпадках некалькіх мільёнаў.

Асноўнае ж адрозненне паміж крухмалам і цэлюлозай — у структуры іх малекул. Малекулы крухмалу, як мы памятаем, маюць лінейную і разгалінаваную структуру, малекулы ж цэлюлозы — толькі лінейную структуру. Гэтым тлумачыцца ўтварэнне цэлюлозай такіх валакністых матэрыялаў, як бавоўна, лён, пянька і г. д. У прыродных валаконцах макрамалекулы цэлюлозы размяшчаюцца ў адным напрамку: яны, як кажуць, арыентаваны ўдоўж восі валакна (рыс. 41). Вялікія міжмалекулярныя сілы, якія пры гэтым узнікаюць, абумоўліваюць высокую механічную трываласць такіх валаконцаў. У працэсе прадзення бавоўны, ільну і г. д. гэтыя элемен-

тарныя валаконцы сплятаюцца ў больш доўгія і трывалыя ніткі.

З цэлюлозы драўніны, як вядома, не прадуць нітак. Гэта тлумачыцца тым, што малекулы ў ёй, хоць і маюць лінейную структуру, але размешчаны бязладна, не арыентаваны ў адным напрамку.

Хімічныя ўласцівасці і прымяненне. Спальваючы дровы, мы назіраем праяўленне адной з хімічных уласцівасцей цэлюлозы — здольнасць яе гарэць.

Калі награваюць драўніну без доступу паветра, адбываецца тэрмічнае раскладанне цэлюлозы. Пры гэтым утвараюцца лятучыя арганічныя рэчывы, вада і драўняны вугаль. У ліку арганічных прадуктаў раскладання драўніны — метылавы спірт, воцатная кіслата.

Паколькі макрамалекулы цэлюлозы складаюцца з тых жа элементарных звенняў, што і малекулы крухмалу, узнікае думка аб падабенстве іх хімічных уласцівасцей. Паспрабуем ажыццявіць гідроліз цэлюлозы. Для гэтага кавалкі фільтравальнай паперы разатром у фарфоравай ступцы з канцэнтраванай сернай кіслатой. Атрыманую кашку разбавім вадой, нейтралізуем кіслату шчолаччу і, як у выпадку з крухмалам, выпрабуем раствор на рэакцыю з гідратам вокісу медзі. Мы выявім з'яўленне закісу медзі. Значыць, цэлюлоза, як і крухмал, гідралізуецца. Серная кіслата — каталізатар гэтай рэакцыі.

Працэс гідролізу, як і ў выпадку крухмалу, праходзіць па ступеньках. Тут той жа канчатковы прадукт гідролізу — глюкоза. Такім чынам, сумарна гідроліз цэлюлозы можа быць паказаны тым жа ўраўненнем, што і гідроліз крухмалу:

$$(C_6H_{10}O_5)_n + nH_2O \rightarrow nC_6H_{12}O_6$$

Элементарныя звенні макрамалекулы цэлюлозы (астаткі глюкозы) змяшчаюць па тры гідраксільныя групы, іх часам вылучаюць у формуле: $C_6H_7O_2(OH)_3$. За кошт гэтых груп цэлюлоза можа даваць простыя і складаныя эфіры. Вельмі важным, як мы ўбачым далей, з'яўляецца няпоўны воцатнакіслы эфір цэлюлозы, так званая дыацэтылцэлюлоза[1]:

$$\left[C_6H_7O_2(O{-}OC{-}CH_3)_2(OH) \right]_n$$

[1] Ацэтылам называецца група атамаў (частка малекулы воцатнай кіслаты) $CH_3{-}C{\overset{O}{\diagdown}}$.

Дыацэтылцэлюлоза — цвёрдае рэчыва, па вонкаваму выгляду падобнае на цэлюлозу.

Цэлюлоза мае самае разнастайнае прымяненне. У выглядзе драўніны яна ідзе на пабудовы і шматлікія вырабы, часткова ўжываецца ў якасці паліва. Цэлюлоза, вылучаная з драўніны (вызваленая ад рэчываў, якія ёй спадарожнічаюць), ідзе на выраб паперы. З валокнаў бавоўны, ільну, канапель вырабляюць ніткі, тканіны, вяроўкі. Шляхам гідролізу цэлюлозы і браджэння глюкозы, што ўтвараецца пры гэтым, атрымліваюць этылавы спірт.

З цэлюлозы атрымліваюць штучныя валокны, напрыклад віскознае і ацэтатнае, негаручую кінаплёнку і г. д.

Пытанні і практыкаванні

23. Ахарактарызуйце: а) фізічныя ўласцівасці, б) хімічныя ўласцівасці, в) знаходжанне ў прыродзе, г) прымяненне цэлюлозы.

24. У чым падобны і чым адрозніваюцца адзін ад аднаго цэлюлоза і крухмал?

25. Разлічыце, колькі звенняў $C_6H_{10}O_5$ змяшчаецца ў малекуле цэлюлозы (чаму роўны лік n у малекулярнай формуле): а) ільнянога валакна (M=5 900 000), б) баваўнянага валакна (M = 1 750 000).

26. Чаму з цэлюлозы атрымліваюць валокны, а з крухмалу іх атрымаць немагчыма?

27. Якую агульную хімічную ўласцівасць маюць цукроза, крухмал і цэлюлоза? Адказ пацвердзіце ўраўненнямі рэакцый.

28. Складзіце ўраўненні рэакцый, якія вядуць да атрымання этылавага спірту з цэлюлозы.

§ 42. АТРЫМАННЕ АЦЭТАТНАГА ВАЛАКНА

З даўніх часоў чалавек шырока выкарыстоўвае прыродныя валакністыя матэрыялы для вырабу адзення і розных прадметаў хатняга ўжытку. Адны з гэтых матэрыялаў маюць раслінае паходжанне і складаюцца з цэлюлозы, як напрыклад лён, бавоўна, другія — жывёльнага паходжання і складаюцца з бялкоў — шэрсць, шоўк.

Па меры павелічэння патрэб насельніцтва і тэхнікі, якая развіваецца, у тканінах стаў адчувацца востры недахоп валакністых матэрыялаў. Узнікла неабходнасць штучнага атрымання валокнаў.

Каб стварыць валокны штучна, трэба, відаць, лінейныя малекулы якога-небудзь палімернага рэчыва ўлажыць паралельна ў доўгія тонкія ніці.

У якасці зыходнага рэчыва можна ўзяць драўняную цэлюлозу або баваўняны пух, які застаецца на насенні бавоўніку пасля таго, як з яго знімуць валаконцы бавоўны.

Каб лінейныя малекулы зыходнага палімеру маглі размясціцца ўдоўж восі ўтвараемага валакна, трэба іх перш за ўсё аддзяліць адну ад адной, зрабіць рухомымі, здольнымі да перамяшчэння. Гэтага можна дасягнуць расплаўленнем палімеру або яго растварэннем. Расплавіць цэлюлозу, як мы бачылі, немагчыма: пры награванні яна разбураецца. Трэба, значыць, шукаць магчымасці яе растварэння.

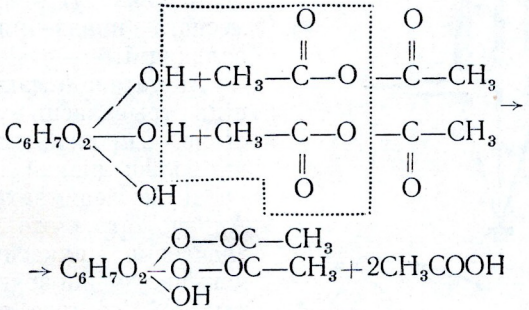
Калі цэлюлозу хімічна апрацаваць, то можна атрымаць раствараль-ныя высокамалекулярныя вытворныя яе і тады з'явіцца магчымасць перабудоўваць размяшчэнне малекул палімеру.

У залежнасці ад характару апрацоўкі цэлюлозы існуюць розныя спосабы атрымання штучных валокнаў. Найбольшай вядомасцю сярод такіх валокнаў карыстаюцца віскознае і ацэтатнае. Віскознае валакно найбольш таннае, але ў яго зніжаецца трываласць у вільготным стане; яно вельмі збягаецца і параўнальна дрэнна захоўвае цяпло.

Хуткімі тэмпамі цяпер развіваецца вытворчасць ацэтатнага валакна, якое мае больш высокія якасці. Разгледзім вытворчасць гэтага валакна.

Каб атрымаць растваральны палімер, прыродную цэлюлозу (баваўняны пух) ператвараюць у дыацэтылцэлюлозу. Для гэтай мэты яе апрацоўваюць не воцатнай кіслатой, як можна было б меркаваць, а воцатным ангідрыдам, які з'яўляецца больш моцным этэрыфікуючым сродкам, чым кіслата.

Для асобнага звяна макрамалекулы гэты працэс можна паказаць так:

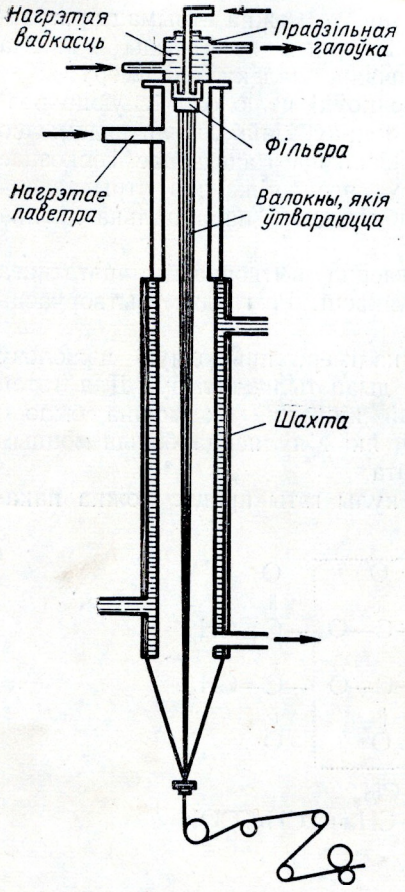


Прадукт этэрыфікацыі — дыацэтылцэлюлозу — растваряюць у ацэтоне[1]. Утвараецца вязкі раствор, у якім малекулы палімеру ўжо могуць перамяшчацца і прымаць той ці іншы патрэбны парадак.

Наступная задача заключаецца ў тым, каб з гэтага раствору атрымаць валакно з упарадкаваным размяшчэннем макрамалекул.

З гэтай мэтай раствор палімеру праціскаюць праз тонкія адтуліны маленькіх металічных каўпачкоў — фільер. Праходзячы праз такія адтуліны, малекулы палімеру, як бярвенні пры сплаве па вузкай рацэ, да некаторай ступені ўжо выстройваюцца ўдоўж струменя раствору. Каб тонкі вадкі струмень ператварыць у валакно, трэба выдаліць з яго растваральнік. Для гэтага струмені

[1] Пры этэрыфікацыі цэлюлозы воцатным ангідрыдам атрымліваецца трыацэтылцэлюлоза. З прычыны дрэннай растваральнасці яе часткова гідралізуюць да ўтварэння дыацэтылцэлюлозы, якая добра раствараецца ў ацэтоне.



Рыс. 42. Схема фармавання ацэтатнага валакна.

раствору дыацэтылцэлюлозы з фільеры паступаюць у вертыкальную шахту вышынёй каля 3,5 *м*, праз якую праходзіць нагрэтае паветра (рыс. 42). Пад дзеяннем цеплыні ацэтон выпараецца і малекулы ацэтылцэлюлозы дзякуючы дзеянню міжмалекулярных сіл утвараюць тонкія доўгія валаконцы, якія апускаюцца ў ніз шахты. Далей яны скручваюцца ў адно агульнае валакно.

Часта штучныя валокны выкарыстоўваюцца не ў выглядзе доўгіх нітак (шоўку), а ў выглядзе штапелю — рэзаных някручаных валокнаў даўжынёй у некалькі сантыметраў. Штапель можа ўжывацца для сумеснага прадзення з іншымі валокнамі.

Ацэтатнае валакно менш траціць трываласць у вільготным стане, чым віскознае. З прычыны больш нізкай цеплаправоднасці яно лепш захоўвае цяпло. Апрача таго, гэта валакно вызначаецца мяккасцю, мала камечыцца, менш збягаецца ў час мыцця. Усё гэта робіць тканіны з ацэтатнага валакна асабліва каштоўным тэкстыльным матэрыялам.

Ацэтылцэлюлоза ўжываецца не толькі для атрымання штучнага валакна. З яе атрымліваюць негаручую і, значыць, нявогненебяспечную кінаплёнку. З ацэтылцэлюлозы можна рабіць шыбы для акон і парнікоў, якія прапускаюць ультрафіялетавыя праменні, і г. д.

Пытанні і практыкаванні

29. З якіх асноўных стадый складаецца вытворчасць ацэтатнага валакна? Як ажыццяўляецца фармаванне валакна?

30. Якія важнейшыя ўласцівасці ацэтатнага валакна і яго прымяненне?

Заданне

Перш чым пачаць вывучэнне наступнага раздзела курса, паўтарыце па падручніку хіміі Ю. В. Хадакова і інш., выд. 8 § 73.

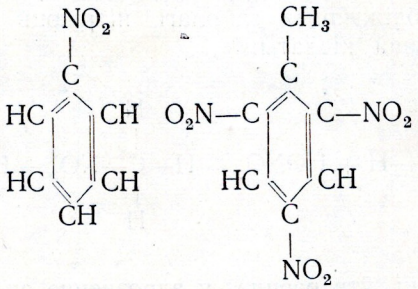
РАЗДЗЕЛ III

АЗОТЗМЯШЧАЮЧЫЯ АРГАНІЧНЫЯ ЗЛУЧЭННІ

Вядома многа арганічных рэчываў, у састаў якіх, побач з іншымі элементамі, уваходзіць азот. З групы азотзмяшчаючых рэчываў разгледзім перш за ўсё нітразлучэнні.

§ 43. НІТРАЗЛУЧЭННІ

Мы ўжо знаёміліся часткова з прадстаўнікамі нітразлучэнняў — нітрабензолам і трынітраталуолам:



Нітрабензол Трынітраталуол

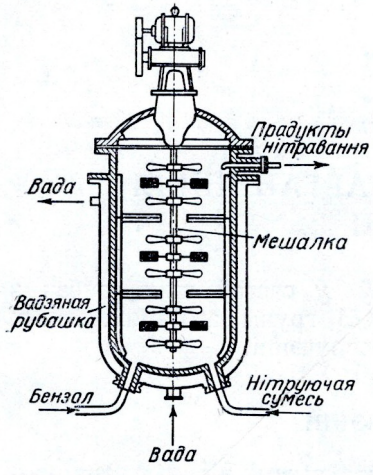
Нітрабензол — жаўтаватая вадкасць, цяжэйшая за ваду, з пахам горкага міндалю. Трынітраталуол — цвёрдае рэчыва, якое мае моцныя выбуховыя ўласцівасці.

Арганічныя рэчывы, малекулы якіх змяшчаюць адну або некалькі нітрагруп —NO_2, злучаных з вуглевадародным радыкалам, называюцца *нітразлучэннямі.*

Вядомы нітравытворныя і для вуглевадародаў з адкрытым ланцугом атамаў. Напрыклад, нітраметан $CH_3—NO_2$, нітраэтан $CH_3—CH_2—NO_2$, нітрапрапан $CH_3—CH_2—CH_2—NO_2$ і г. д.

Нітразлучэнні могуць быць атрыманы дзеяннем азотнай кіслаты на вуглевадароды. З гэтай рэакцыяй мы знаёміліся пры вывучэнні бензолу:

$$C_6H_6 + HONO_2 \rightarrow \underset{\text{Нітрабензол}}{C_6H_5NO_2} + H_2O$$

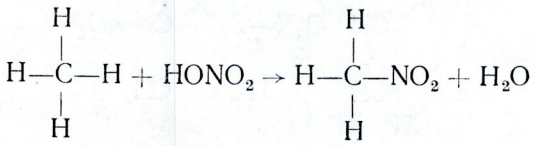


Рыс. 43. Схема нітратара бесперапыннага дзеяння.

Успомніце, як праводзіўся доследнітраванне.

У прамысловасці падобны працэс ажыццяўляюць у бесперапынна дзеючых апаратах — нітратарах (рыс. 43). Знізу ў апарат паступаюць вуглевадарод і нітруючая сумесь (азотная і серная кіслоты). Вадкасці рухаюцца знізу ўверх (па прынцыпу праматоку) і перамешваюцца мешалкай. Прадукты рэакцыі адводзяцца з верхняй часткі нітратара. Нітразлучэнне аддзяляецца ў адстойніках ад непрарэагаваўшых кіслот і прамываецца. Нітратар мае звонку вадзяную рубашку для адвядзення цяпла, што вылучаецца пры рэакцыі.

Метан і яго бліжэйшыя гамолагі нітруюць у газападобным стане парай азотнай кіслаты:



Нітраметан, які ўтвараецца, у адрозненне ад метану — вадкі прадукт.

Нітразлучэнні выкарыстоўваюцца для атрымання з іх амінаў і іншых арганічных злучэнняў.

Пытанні і практыкаванні

1. Складзіце ўраўненне рэакцыі атрымання: а) нітраэтану, б) трынітратолуолу, зыходзячы з адпаведных вуглевадародаў.
2. Ці могуць быць ізамеры: а) у нітраэтану, б) у нітрапрапану, в) у нітрабутану? Прывядзіце іх структурныя формулы.
3. Як атрымліваюць нітразлучэнні ў прамысловасці?

§ 44. АМІНЫ

Будова амінаў. Азот можа змяшчацца ў арганічных злучэннях не толькі ў выглядзе астатку азотнай кіслаты, але і ў іншых формах, напрыклад у выглядзе аднавалентнага астатку аміяку —NH_2, называемага *амінагрупай*. Амінагрупа можа ўваходзіць як у састаў злучэнняў з адкрытым ланцугом, так і араматычных, напрыклад:

$CH_3—NH_2$ Метыламін $C_4H_9—NH_2$ Бутыламін $C_6H_5—NH_2$ Феніламін або анілін

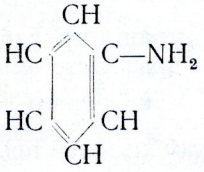
Арганічныя рэчывы, у малекулах якіх змяшчаюцца амінагрупы — NH_2, злучаныя з вуглевадародным радыкалам, належаць да класа *амінаў* [1].

Аміны, што змяшчаюць групу—NH_2, можна разглядаць як арганічныя вытворныя аміяку, у малекуле якіх адзін атам вадароду заменены вуглевадародным радыкалам.

Падабенства амінаў з аміякам не толькі фармальнае. Яны маюць і некаторыя агульныя ўласцівасці.

Ніжэйшыя члены амінаў гранічнага рада газападобныя і маюць пах аміяку. Іх спачатку і прымалі за аміяк, пакуль не выявілася, што ў адрозненне ад яго яны гараць на паветры.

Больш падрабязна з уласцівасцямі амінаў і падабенствам іх з аміякам азнаёмімся на прыкладзе араматычнага аміну — аніліну.



Анілін — бясколерная маслістая вадкасць, ён мала растваральны ў вадзе, вельмі ядавіты і звычайна бурага колеру з прычыны частковага акіслення на паветры. На каляровым рысунку I паказана мадэль малекулы аніліну.

Анілін, як і аміяк, мае ўласцівасці асноў. Праўда, гэтыя ўласцівасці ў аніліну праяўляюцца настолькі слаба, што ён не змяняе афарбоўкі лакмусу, але з кіслотамі анілін рэагуе, утвараючы солі падобна аміяку:

$$NH_3 + HCl \rightarrow [NH_4]Cl$$

$$C_6H_5NH_2 + HCl \rightarrow [C_6H_5NH_3]Cl$$

Успомніце, як праводзіцца першая рэакцыя. Каб ажыццявіць другую рэакцыю, трэба да аніліну прыліць канцэнтраваную кіслату. Узаемадзеянне рэчываў ідзе з вылучэннем цеплыні. Пасля ахаладжэння сумесі ўтвораная соль вылучаецца ў цвёрдым выглядзе.

[1] Да класа амінаў належаць і некаторыя іншыя рэчывы, якія змяшчаюць азот не ў выглядзе групы —NH_2. Тут яны не разглядаюцца.



Мікалай Мікалаевіч Зінін (1812—1880).

Формулы солей амінаў часта пішуць, адасабляючы кропкай формулы аміну і кіслаты. Атрыманая соль аніліну можа быць паказана формулай $C_6H_5—NH_2 \cdot HCl$ і названа ў такім выпадку хлорыставадародным анілінам.

Калі на раствор хлорыставадароднага аніліну падзейнічаць растворам шчолачы, то, як і ў выпадку солі амонію, зноў вылучыцца анілін:

$$NH_4Cl + NaOH \rightarrow$$
$$\rightarrow NaCl + H_2O + NH_3$$

$$C_6H_5NH_2 \cdot HCl + NaOH \rightarrow$$
$$\rightarrow NaCl + H_2O + C_6H_5NH_2$$

Цікава, што аміны — вытворныя гранічных вуглевадародаў — з'яўляюцца больш моцнымі асновамі, чым анілін. Напрыклад, растворы метыламіну і этыламіну, таксама як шчолачы, афарбоўваюць лакмус у сіні колер.

Аслабленне асноўных уласцівасцей у аніліну адбылося таму, што бензольнае ядро, як мы бачылі на прыкладзе фенолу, узмацняе кіслотныя ўласцівасці рэчыва; таму яно як бы часткова нейтралізуе асноўныя ўласцівасці аніліну.

Анілін — адзін з важнейшых прадуктаў хімічнай прамысловасці. Ён ужываецца пры атрыманні так званых анілінавых фарбавальнікаў, многіх лекавых і духмяных рэчываў, высокамалекулярных злучэнняў і г. д.

Таму вялікае значэнне для развіцця хіміі і прамысловага арганічнага сінтэзу мела адкрыццё прафесарам Казанскага універсітэта М. М. Зініным (1842) даступнага спосабу атрымання аніліну. Ён знайшоў, што анілін можна атрымліваць аднаўленнем нітрабензолу. Схематычна такі працэс можа быць паказаны ўраўненнем:

$$C_6H_5NO_2 + 6H \rightarrow C_6H_5NH_2 + 2H_2O$$

Гэта рэакцыя мае назву рэакцыі Зініна. У прамысловасці яе ажыццяўляюць у спецыяльных рэактарах, куды загружаюць нітрабензол, саляную кіслату і чыгунныя стружкі. Жалеза, што змяшчаецца ў чыгуне, выцясняе з кіслаты і вады вадарод, які, знаходзячыся ў атамарным стане, аднаўляе нітрабензол у анілін.

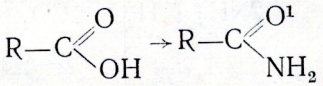
Пытанні і практыкаванні

4. Складзіце формулы ўсіх ізамераў бутыламіну.
5. Складзіце ўраўненне рэакцыі гарэння этыламіну, лічачы, што азот пры гэтым вылучаецца ў свабодным стане.
6. Метыламін пры растварэнні ў вадзе рэагуе з ёй, як аміяк. Складзіце ўраўненне рэакцыі. Растлумачце з'яўленне шчолачных уласцівасцей у злучэнні, якое ўтварылася пры рэакцыі.
7. Пералічыце: а) фізічныя ўласцівасці, б) хімічныя ўласцівасці, в) прымяненне аніліну.
8. Колькі грамаў аніліну можа быць атрымана з 246 *г* нітрабензолу пры 80% выхадзе?
9. Складзіце ўраўненне рэакцыі аднаўлення: а) нітраэтану, б) нітраталуолу $CH_3C_6H_4NO_2$ у адпаведныя аміны.
10. Як растлумачыць, што араматычныя аміны маюць больш слабыя асноўныя ўласцівасці, чым аміны гранічнага рада?
11. Як атрымаць анілін, маючы ў якасці зыходнага рэчыва карбід кальцыю? Прывядзіце схему ператварэнняў і ўкажыце ўмовы рэакцый.
12. Назавіце хімічныя спосабы раздзялення наступных сумесей: а) этылавага спірту і воцатнай кіслаты, б) бутылавага спірту і фенолу, в) бензолу і аніліну.

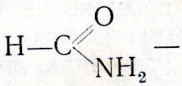
§ 45. АМІДЫ КІСЛОТ. КАРБАМІД

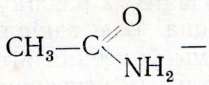
Амідыкіслот. Амінагрупа —NH_2 утварае не толькі аміны, з якімі мы азнаёміліся, яна ўваходзіць таксама ў састаў амідаў кіслот.

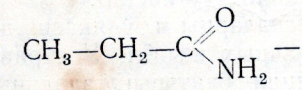
Аміды кіслот можна разглядаць як прадукты замены гідраксільнай групы ў кіслотах амінагрупай:



Назвы амідаў утвараюцца ад назваў адпаведных кіслот, напрыклад:

 — амід мурашынай кіслаты,

 — амід воцатнай кіслаты,

 — амід прапіёнавай кіслаты.

Першы член гэтага рада — амід мурашынай кіслаты — вадкасць. Усе іншыя аміды — цвёрдыя рэчывы.

---

[1] Практычна аміды атрымліваюць не з кіслот, як паказана на схеме, а пры дапамозе іншых рэакцый.

Карбамід. Гэта рэчыва пад назвай мачавіны даўно вядома як канчатковы прадукт ператварэння бялкоў у арганізме.

Карбамід — бясколернае крышталічнае рэчыва, якое не мае паху і добра растваряецца ў вадзе.

Будова карбаміду паказваецца формулай: $O=C\begin{matrix}NH_2\\NH_2\end{matrix}$.

Яго можна лічыць вытворным вугальнай кіслаты $O=C\begin{matrix}OH\\OH\end{matrix}$, у якой абедзве гідраксільныя групы заменены амінагрупамі. Адсюль і паходзіць назва карбамід (carboneum — вуглярод).

З прычыны наяўнасці амінагруп карбамід праяўляе ўласцівасці слабай асновы. Раствор яго не змяняе афарбоўкі лакмусу, але з кіслотамі ён можа даваць солі, напрыклад з азотнай кіслатой утварае цяжка растваральную соль $O=C\begin{matrix}NH_2\\NH_2\cdot HNO_3\end{matrix}$.

Пры награванні з растворамі кіслот або шчолачаў карбамід гідралізуецца. Пры гэтым спачатку ўтвараецца вугальная кіслата, якая, будучы нястойкай, раскладаецца:

$$O=C\begin{matrix}NH_2 & H & OH\\ & + & \\ NH_2 & H & OH\end{matrix} \rightarrow O=C\begin{matrix}O & H\\ & \\ OH & \end{matrix} + 2NH_3 \rightarrow$$

$$\rightarrow 2NH_3 + H_2O + CO_2$$

Падобнае расшчапленне карбаміду з вылучэннем аміяку адбываецца пры так званым аміячным браджэнні мачы пад уплывам мікраарганізмаў.

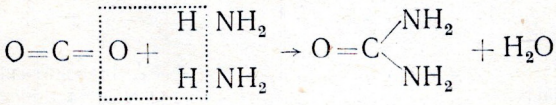
Карбамід знаходзіць зараз шырокае прымяненне ў сельскай гаспадарцы. Ён з'яўляецца вельмі добрым азотным угнаеннем. Азоту ў ім значна больш, чым у такіх угнаеннях, як аміячная салетра і сульфат амонію. Праверце гэта шляхам разліку. Апрача таго, ён гіграскапічны, добра рассейваецца і не закісляе глебу. У сувязі з вялікай колькасцю азоту нормы ўнясення яго ў глебу значна ніжэйшыя, чым для іншых мінеральных угнаенняў.

Карбамід прымяняецца ў сельскай гаспадарцы і ў якасці дабаўкі да беднага бялкамі корму для жвачных жывёл. У стрававальным тракце гэтых жывёл знаходзяцца бактэрыі, здольныя ператвараць азот карбаміду ў бялковыя рэчывы, якія далей засвойваюцца арганізмам. Скармліванне мачавіны ў якасці дабаўкі да асноўнага корму цялят і авечак дае значны прырост у жывой вазе, павышае надоі малака ў кароў.

У вялікіх колькасцях прымяняецца карбамід і ў хімічнай прамысловасці, напрыклад для сінтэзу мачавінафармальдэгідных

пластычных мас, якія ідуць на выраб розных дэкаратыўных і аздабляючых матэрыялаў, порыстых матэрыялаў (міпору), посуду, галантарэйных вырабаў і г. д.

Для задавальнення патрэб сельскай гаспадаркі і прамысловасці карбамід атрымліваюць сінтэтычным шляхам з двухвокісу вугляроду і аміяку. Схематычна гэты працэс можна паказаць так:



Рэакцыю праводзяць у стальных апаратах калоннага тыпу пры высокім ціску і тэмпературы каля 200° С.

Пытанні і практыкаванні

13. Як адрозніваюцца па будове аміны і аміды?
14. Складзіце формулы амідаў: а) масленай, б) капронавай кіслот.
15. Ахарактарызуйце: а) фізічныя ўласцівасці, б) хімічныя ўласцівасці, в) атрыманне, г) прымяненне карбаміду.
16. Якая працэнтная колькасць азоту ў карбамідзе?
17. Як правесці дослед гідролізу карбаміду, каб выявіць рэчывы, якія пры гэтым утвараюцца?
18. Якія перавагі мае карбамід у параўнанні з іншымі азотнымі ўгнаеннямі?
19. На ўтварэнне якіх рэчываў у арганізме ідзе карбамід, што дабаўляецца ў корм жывёле?

§ 46. АМІНАКІСЛОТЫ

Сярод азотзмяшчаючых арганічных рэчываў, як і сярод кіслародзмяшчаючых, ёсць злучэнні з дваістай функцыяй. Асабліва важнымі з іх з'яўляюцца амінакіслоты.

Будова і фізічныя ўласцівасці. Амінакіслоты — гэта рэчывы, у малекулах якіх змяшчаюцца адначасова амінагрупа —NH_2 і карбаксільная група —COOH. Прыкладам такіх злучэнняў могуць з'яўляцца амінавоцатная кіслата (глікаколь) $H_2N—CH_2—COOH$ і амінапрапіёнавая кіслата $CH_3—\underset{\displaystyle NH_2}{\underset{|}{CH}}—COOH$.

Амінакіслоты можна разглядаць як карбонавыя кіслоты, у малекулах якіх вадародны атам у радыкале замешчаны амінагрупай. У залежнасці ад месцазнаходжання гэтай групы, якая замяшчаецца, могуць існаваць розныя ізамерныя амінакіслоты. Напрыклад, амінапрапіёнавай кіслаце ізамерная кіслата з большым аддаленнем амінагрупы ад карбаксілу $H_2N—CH_2—CH_2—COOH$.

Рад амінакіслот са знаходжаннем амінагрупы ў канцы ланцуга прыведзены часткова ў табліцы 11.

Табліца 11

Некаторыя прадстаўнікі амінакіслот

Карбонавыя кіслоты	Амінакіслоты
Мурашыная $H—COOH$	—
Воцатная $CH_3—COOH$	Амінавоцатная $H_2N—CH_2—COOH$
Прапіёнавая $C_2H_5—COOH$	Амінапрапіёнавая $H_2N—CH_2—CH_2—COOH$
Масленая $C_3H_7—COOH$	Амінамасленая $H_2N—CH_2—CH_2—CH_2—COOH$
Валяр'янавая $C_4H_9—COOH$	Амінаваляр'янавая $H_2N—(CH_2)_4—COOH$
Капронавая $C_5H_{11}—COOH$	Амінакапронавая $H_2N—(CH_2)_5—COOH$
Энантавая $C_6H_{13}—COOH$	Амінаэнантавая $H_2N—(CH_2)_6—COOH$

Амінакіслоты з'яўляюцца бясколернымі крышталічнымі рэчывамі, добра растваральнымі ў вадзе; многія з іх маюць салодкі смак.

Хімічныя ўласцівасці амінакіслот вызначаюцца тым, што ў іх малекулах змяшчаюцца процілеглыя па характару функцыянальныя групы — кіслотная карбаксільная група і асноўная амінагрупа. Таму амінакіслоты могуць рэагаваць і як кіслоты, і як асновы.

Як кіслоты яны рэагуюць з асновамі, утвараючы солі, і ўзаемадзейнічаюць са спіртамі, утвараючы складаныя эфіры, напрыклад:

$$H_2N—CH_2—COOH + NaOH \rightarrow H_2N—CH_2—COONa + H_2O$$

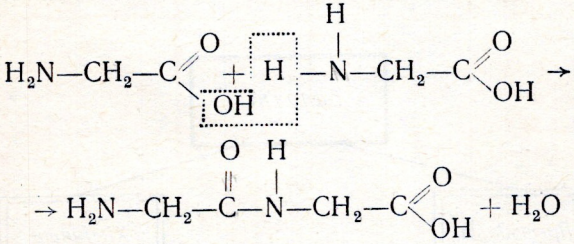
$$H_2N—CH_2—COOH + HOR \rightarrow H_2N—CH_2—C\begin{matrix}=O\\ \diagdown O—R\end{matrix} + H_2O$$

Як асновы яны ўтвараюць солі пры рэакцыі з кіслотамі, напрыклад:

$$H_2N—CH_2—COOH + HCl \rightarrow HCl \cdot H_2N—CH_2—COOH$$

Рэчывы, якія ўтвараюць солі пры рэакцыі з кіслотамі і з асновамі, як мы ведаем з неарганічнай хіміі, называюцца амфатэрнымі. Тут мы сустрэліся са з'явай амфатэрнасці ў арганічнай хіміі. ***Амінакіслоты*** **— гэта арганічныя амфатэрныя злучэнні.**

У амінакіслот ёсць, вядома, і істотныя адрозненні ад неарганічных амфатэрных злучэнняў. Паколькі кіслотныя і асноўныя ўласцівасці ў амінакіслотах маюць розныя групы атамаў, іх малекулы могуць рэагаваць адна з адной, напрыклад:



Пры гэтым, як і пры рэакцыі нейтралізацыі, вылучаецца вада.

Амінакіслоты вельмі шырока распаўсюджаны ў прыродзе. Як вядома з курса біялогіі, яны ўтвараюць у прыродзе ўсю незлічоную разнастайнасць раслінных і жывёльных бялкоў. У апошні час амінакіслоты набылі важнае тэхнічнае значэнне, асабліва ў вытворчасці так званых сінтэтычных валокнаў.

Пытанні і практыкаванні

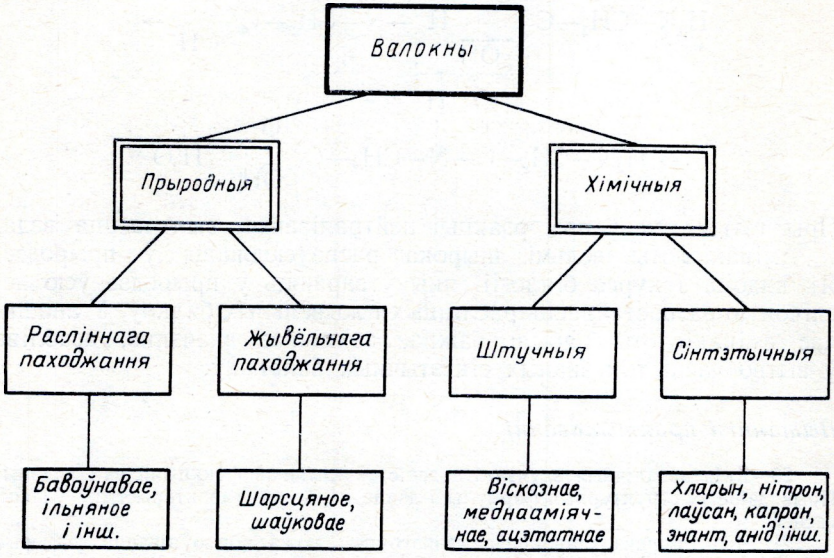
20. Якія арганічныя злучэнні з дваістай хімічнай функцыяй вам вядомы? Прывядзіце іх структурныя формулы і дайце кароткую характарыстыку ўласцівасцей.
21. Чым, апрача становішча амінагрупы, можа абумоўлівацца ізамерыя амінакіслот? Адказ пацвердзіце прыкладамі.
22. Складзіце структурныя формулы ўсіх ізамерных: а) амінамасленых, б) амінаваляр'янавых кіслот.
23. Усе бялковыя рэчывы ўтвораны амінакіслотамі, у якіх амінагрупа знаходзіцца ля бліжэйшага да карбаксілу вугляроднага атама. Складзіце структурныя формулы 3—4 такіх амінакіслот ізамерных прыведзеным у табліцы 11.
24. Як атрымаць этылавы эфір амінапрапіёнавай кіслаты? Складзіце ўраўненне рэакцыі.
25. Складзіце формулы двух тыпаў солей амінакапронавай кіслаты.
26. Як хімічным спосабам адрозніць амін ад амінакіслаты?

§ 47. СІНТЭТЫЧНАЕ ВАЛАКНО КАПРОН

Раней мы знаёміліся з прыроднымі і штучнымі валокнамі. Прыродныя валокны, як мы ведаем, вырабляюць непасрэдна з прыродных высокамалекулярных матэрыялаў — бавоўны, ільну, шэрсці, шоўку. Штучныя таксама атрымліваюць з прыродных палімерных матэрыялаў, але прайшоўшых папярэдне тую або іншую хімічную перапрацоўку (віскознае, ацэтатнае).

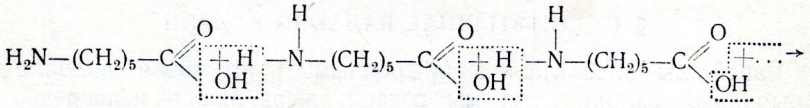
Сінтэтычныя валокны адрозніваюцца ад іншых тым, што для іх атрымання скарыстоўваюцца не прыродныя палімеры, а сінтэтычныя. Найбольш вядомае з сінтэтычных валокнаў — капронавае.

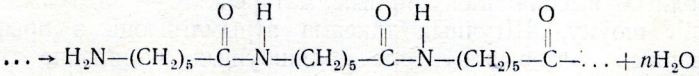
Штучныя і сінтэтычныя валокны аб'ядноўваюць у адну групу *хімічных валокнаў*, таму што ў вытворчасці тых і другіх карыстаюцца хімічнымі метадамі, хоць і ў рознай ступені. Агульная класіфікацыя валокнаў тады будзе паказана наступнай схемай (рыс. 44).



Рыс. 44. Класіфікацыя валокнаў.

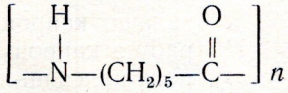
Сінтэз і будова капрону. Манамерам для атрымання капронавага валакна з'яўляецца амінакапронавая кіслата $H_2N—CH_2—CH_2—$ $—CH_2—CH_2—CH_2—COOH$. Малекулы гэтай кіслаты маюць на канцах кіслотную і асноўную функцыянальныя групы, рэагуюць паміж сабой, утвараючы доўгія ланцугі[1]:





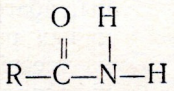
[1] Тут прыводзіцца спрошчаная трактоўка сінтэзу капрону. На самай справе ў якасці зыходнага рэчыва бярэцца не сама амінакапронавая кіслата, а капралактам, які можна разглядаць як прадукт узаемадзеяння карбаксільнай групы

Гэта рэакцыя *полікандэнсацыі*, таму што ўтварэнне палімеру тут ідзе з вылучэннем пабочнага нізкамалекулярнага прадукту (вады). У выніку рэакцыі ўтвараецца смала — капрон, малекулярная формула якой можа быць запісана так:



У атрыманай смале макрамалекулы размешчаны хаатычна. Але калі іх удасца размясціць у пэўным парадку, то, будучы лінейнымі, яны пачнуць моцна прыцягвацца адна да адной і могуць даць вельмі трывалае валакно.

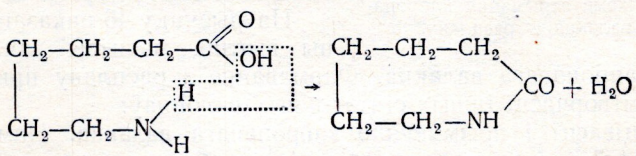
Валокны з капрону належаць да групы *поліамідных* валокнаў. Так яны названы таму, што група атамаў , якая злучае астаткі амінакапронавай кіслаты, з'яўляецца *аміднай* групоўкай, характэрнай для амідаў кіслот. У гэтым вы лёгка пераканаецеся, калі формулу якога-небудзь аміду напішаце ў разгорнутым выглядзе:



Фармаванне капронавага валакна. Якім жа спосабам можна ўпарадкаваць размяшчэнне малекул у капроне і атрымаць з яго валакно? Мы ўжо ведаем, што для гэтай мэты трэба перш за ўсё аслабіць сілы ўзаемадзеяння паміж макрамалекуламі, каб яны змаглі свабодна перамяшчацца. Успомніце, якімі двума спосабамі гэтага можна дасягнуць. З адным такім спосабам мы пазнаёміліся на прыкладзе атрымання ацэтатнага валакна. Тут скарыстоўваецца другі спосаб — плаўленне палімеру (капрон плавіцца пры 215° С без раскладання). Затым палімер трэба прапусціць

---

[1] амінагрупы ўнутры малекулы амінакіслаты:

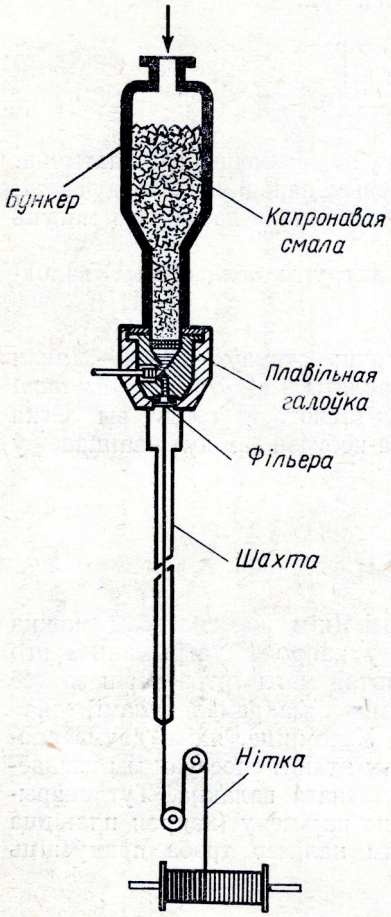


Капралактам

Цыклічныя малекулы капралактаму ў працэсе сінтэзу палімеру могуць гідралізавацца вадой па сувязі —з утварэннем амінакапронавай кіслаты.

праз тонкія адтуліны, каб малекулы арыентаваліся ў адным напрамку і атрымаліся валаконцы.

Утварэнне валокнаў капрону можна назіраць на простым доследзе. Калі ў прабірцы або ў фарфоравым кубку расплавіць кавалачкі капронавай смалы або вырабу з капрону і акунуць у расплаў канец шкляной палачкі, то мы заўважым, што ўслед за палачкай будуць выцягвацца з расплаву тонкія доўгія ніткі, якія застываюць на паветры. Вядома, пры такім прымітыўным спосабе валокны не будуць дастаткова роўнымі і трывалымі.



Рыс. 45. Схема атрымання капронавага валакна з расплаву.

На рысунку 45 паказана агульная схема атрымання капронавага валакна ў прамысловасці.

Раздробленая смала палімеру з бункера паступае ў плавільную галоўку ўстаноўкі. Тут на рашотцы, абагравaемай парай высокакіпячых рэчываў, якая праходзіць па змеевіку, смала плавіцца. Вязкі расплаў смалы паступае ў фільеру, з якой ён выходзіць у выглядзе тонкіх струменьчыкаў у шахту, куды ўваходзіць халоднае паветра. Пры ахаладжэнні струменьчыкаў утвараюцца тонкія валаконцы. Апошнія затым выцягваюцца па роліках, якія круцяцца з рознай хуткасцю, і скручваюцца ў ніткі. У працэсе выцягвання ўзмацняецца арыентацыя малекул удоўж валакна і яно набывае значна большую трываласць.

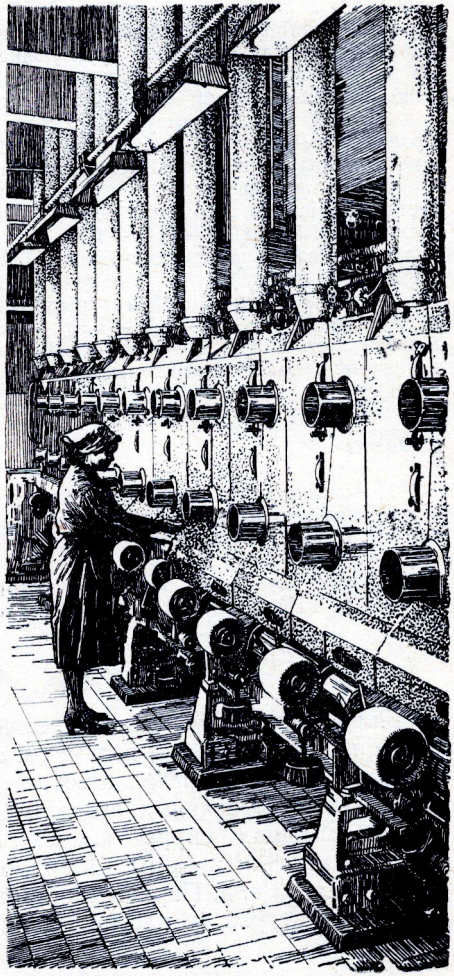
На рысунку 46 паказаны агульны выгляд машыны для фармавання капронавага валакна. Фармаванне з расплаву прымяняецца і ў вытворчасці іншых сінтэтычных валокнаў.

Уласцівасці і прымяненне капронавага валакна. Нам вядома з хатняга ўжытку, што капронавыя вырабы не ўбіраюць вільгаць і таму не страчваюць сваёй трываласці ў мокрым стане; яны не гніюць і не паядаюцца моллю. Капрон больш устойлівы да сцірання і дзеяння шматразовых дэфармацый (выгінаў), чым усе натуральныя валокны.

Але ў капронавага валакна ёсць недахопы. Яно мала ўстойлівае да дзеяння кіслот: пад уплывам кіслот амідныя сувязі —C(=O)—N(H)— гідралізуюцца і макрамалекула распадаецца на больш дробныя звенні. Параўнальна невялікая і цеплаўстойлівасць капронавага валакна: пры награванні трываласць яго зніжаецца, а пры 215°С, як мы бачылі, адбываецца плаўленне. Таму, напрыклад, прасаваць капронавыя рэчы гарачым прасам нельга.

Вядома, як шырока выкарыстоўваецца капронавае валакно. Прыгожыя кофтачкі, шалікі, шкарпэткі, панчохі і многія іншыя рэчы з яго сталі ўжо звычайнымі ў нашым быце. Вялікай папулярнасцю карыстаюцца вырабы з вітага капронавага валакна — безразмерныя шкарпэткі і панчохі, якія лёгка расцягваюцца. З капрону таксама вырабляюць прыгожыя футравыя рэчы.

З прычыны таго што капрон мае высокую трываласць і не гніе, ён ідзе таксама на выраб парашутнай тканіны, канатаў, рыбалоўных сетак, лёсак і г. д. З асабліва трывалага (так званага звыштрывалага) капрону робяць кордавую тканіну, якая скарыстоўваецца ў якасці каркаса аўта- і авіяпакрышак. Тэрмін службы шын з капронавым кордам значна большы, чым у шын са звычайным віскозным і баваўняным кордам.



Рыс. 46. Агульны выгляд машыны для фармавання капронавага валакна

Капронавая смала шырока выкарыстоўваецца і ў якасці пластмасы для вырабу дэталей машын і механізмаў — шасцерань, укладышаў падшыпнікаў, утулак і г. д., якія вызначаюцца вялікай трываласцю і зносаўстойлівасцю.

Пытанні і практыкаванні

27. Па якой адзнацы штучныя і сінтэтычныя валокны аб'ядноўваюцца ў адну групу хімічных валокнаў?

28. Як атрымліваецца капрон і якую будову ён мае?

29. Да тэрмапластычных ці тэрмарэактыўных смол належыць капрон? Чым ваш адказ можа быць пацверджаны?

30. Пералічыце важнейшыя галіны прымянення капрону і назавіце, на якіх уласцівасцях палімеру яны грунтуюцца.

31. Звыштрывалае валакно з капрону для кордавай тканіны рыхтуецца асабліва моцным выцягваннем яго. Як гэта растлумачыць?

32. Якія групы атамаў утвараюцца на канцах малекул пры гідролізе капрону па амідных сувязях? Прывядзіце схематычнае ўраўненне рэакцыі.

33. Параўнайце ўласцівасці ацэтатнага і капронавага валакна.

34. Поліамідnае валакно энант, якое адрозніваецца ад капрону большай светаўстойлівасцю, атрымліваецца з прадукту полікандэнсацыі амінаэнантавай кіслаты $H_2N — CH_2 — CH_2 — CH_2 — CH_2 — CH_2 — CH_2 — COOH$. Складзіце ўраўненне полікандэнсацыі амінаэнантавай кіслаты і прывядзіце структурную формулу высокамалекулярнага рэчыва, якое ўтвараецца.

35. Валакно анід (найлон) атрымліваюць з прадукту полікандэнсацыі гексаметылендыаміну $H_2N — CH_2 — CH_2 — CH_2 — CH_2 — CH_2 — CH_2 — NH_2$ і адыпінавай кіслаты $HOOC — CH_2 — CH_2 — CH_2 — CH_2 — COOH$. Складзіце ўраўненне гэтай рэакцыі полікандэнсацыі. Ці можна дадзенае валакно назваць поліамідным?

Заданні

1. Асвойце дома тэхніку атрымання нітак з расплаву капрону (зношаных капронавых вырабаў) так, каб ніткі атрымліваліся як мага больш доўгімі і трывалымі. Параўнайце трываласць выцягнутай вамі ніткі і ўзятай з капронавага вырабу.

2. Перш чым пачаць вывучэнне наступнага параграфа, паўтарыце па падручніку Р. Б. Гарыб'яна і М. Г. Маркава «Анатомія і фізіялогія чалавека» § 34.

§ 48. БЯЛКІ

Бялкі ў прыродзе. Бялкі — высокамалекулярныя азотзмяшчаючыя арганічныя рэчывы вельмі складанай будовы. Яны з'яўляюцца асноўнай часткай пратаплазмы клетак і таму знаходзяцца ва ўсіх раслінных і жывёльных арганізмах. Бялкі знаходзяцца ў крыві, малацэ, мышцах, скуры, касцях. Бялковую прыроду маюць ферменты і многія гармоны. З бялкоў складаюцца валасы, шэрсць, рогі, капыты і г. д. Параўнальна многа бялкоў змяшчаецца ў збожжавых культурах (у насенні пшаніцы — 18%, у насенні жыта — 13%).

Побач з тлушчамі і вугляводамі бялкі складаюць аснову нашай ежы.

Бялкі маюць асаблівае значэнне ў жыцці арганізмаў, таму што з імі звязаны ўсе жыццёвыя працэсы. Без бялку няма жыцця. «Жыццё ёсць спосаб існавання бялковых цел» (Ф. Энгельс).

Састаў і будова. У састаў бялкоў уваходзяць вуглярод, вадарод, кісларод, азот, часта сера. Часам яны змяшчаюць таксама фосфар, жалеза і іншыя элементы.

Малекулярная вага бялкоў вельмі разнастайная. У большасці выпадкаў яна складае некалькі дзесяткаў або соцень тысяч, а ў некаторых бялкоў яна дасягае мільёнаў.

Як і іншыя прыродныя высокамалекулярныя рэчывы, бялкі гідралізуюцца. Вывучэнне прадуктаў гідролізу дапамагае скласці ўяўленне аб будове бялкоў. Вызначана, што ў выніку гідролізу бялкоў атрымліваецца не адно рэчыва, як пры гідролізе крухмалу або цэлюлозы, а некалькі. Усе гэтыя рэчывы з'яўляюцца амінакіслотамі. Увогуле з прадуктаў гідролізу бялкоў вылучана больш 20 амінакіслот.

Таму можна лічыць, што бялковыя малекулы складзены з астаткаў амінакіслот, таксама як малекулы крухмалу і цэлюлозы пабудаваны з астаткаў глюкозы.

Цікава, што ва ўсіх амінакіслотах, атрыманых гідролізам бялкоў, амінагрупа і карбаксільная група размешчаны не на канцах малекулы, як напрыклад у амінакапронавай кіслаце, а ў самым блізкім суседстве адна з адной (табл. 12).

Табліца 12

Будова некаторых амінакіслот, вылучаных з бялкоў

Амінакіслоты	Будова
Глікаколь (гліцын)	$CH_2(NH_2)-COOH$
Аланін	$CH_3-CH(NH_2)-COOH$
Цыстэін	$CH_2(SH)-CH(NH_2)-COOH$
Серын	$HO-CH_2-CH(NH_2)-COOH$
Аспарагінавая кіслата	$HOOC-CH_2-CH(NH_2)-COOH$
Лізін	$H_2N-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH(NH_2)-COOH$

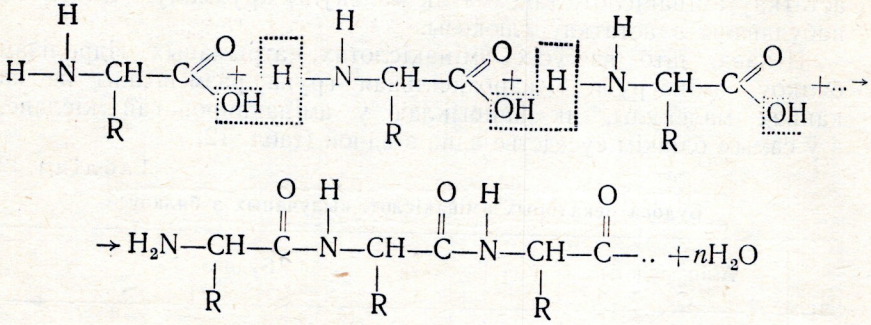
Будову амінакіслот, якія ўтвараюць бялкі, можна паказаць агульнай структурнай формулай $R-CH(NH_2)-COOH$ або

$$H_2N-\underset{\displaystyle R}{\underset{|}{CH}}-COOH.$$

Амінакіслоты, такім чынам, адрозніваюцца толькі значэннем радыкала R. У складзе гэтага радыкала могуць быць адкрытыя і замкнёныя ланцугі, розныя функцыянальныя групы і г. д.

Які ж характар сувязі паміж амінакіслотнымі звеннямі ў малекулах бялку? Рэакцыя гідролізу, якая праходзіць з утварэннем амінакіслот, і спробы сінтэзу бялковападобных малекул даюць падставу лічыць, што гэтыя сувязі аміднага характару.

Вучоным яшчэ ў пачатку XX стагоддзя ўдалося ажыццявіць узбуйненне малекул амінакіслот. Спрошчана гэты працэс можна паказаць у наступным выглядзе:



Былі атрыманы рэчывы, у малекулах якіх змяшчалася каля 20 амінакіслотных звенняў. Гэтыя рэчывы па некаторых уласцівасцях, напрыклад па здольнасці расшчапляцца ферментамі, мелі падабенства з прасцейшымі бялкамі, хоць, вядома, яшчэ далёка не з'яўляліся імі.

Уласцівасць бялкоў. Адны бялкі растваряюцца ў вадзе (напрыклад, бялок курынага яйца), утвараючы пры гэтым калоідныя растворы, другія растваряюцца толькі ў прысутнасці кіслаты або шчолачы.

Калі да калоіднага раствору бялку прыліць канцэнтраваны раствор солі, напрыклад $(NH_4)_2SO_4$, то адбываецца асаджэнне бялку. Аднак такі бялок зноў можа быць пераведзены ў растваральны стан.

Неабарачальнае асаджэнне бялку можна выклікаць награваннем. Пры награванні бялок «згусае» і ўжо больш не можа быць растворан ў вадзе. Такі бялок мы маем у вараных яйках, назіраем у выглядзе камякоў у мясным булёне.

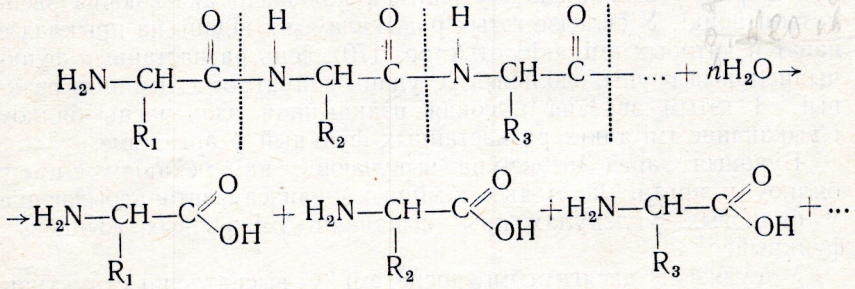
Пры больш моцным награванні бялкі раскладаюцца з вылучэннем лятучых рэчываў, якія маюць пах «паленых пер'яў». Па гэтаму паху лёгка адрозніць, напрыклад, шарсцяную тканіну ад баваўнянай і натуральны шоўк ад штучнага. Аб уласцівасці бялкоў гідралізавацца ўжо гаварылася вышэй.

Бялкі даюць рад характэрных каляровых рэакцый, па якіх можна іх распазнаць сярод іншых рэчываў. Так, калі да раствору бялку прыліць канцэнтраваны раствор азотнай кіслаты, то з'яўляецца жоўтая афарбоўка. Гэту рэакцыю можна назіраць на скуры рук пры неасцярожным абыходжанні ў лабараторыі з азотнай кіслатой.

Ператварэнне бялкоў у арганізме. Жывёльныя арганізмы могуць будаваць свае бялкі толькі з тых бялкоў, якія дастаўляюцца ім у выглядзе ежы.

Бялкі, якія прымаюцца з ежай, спачатку расшчапляюцца ў стрававальным тракце да амінакіслот пры дзеянні ферментаў.

Ведаючы, як будуюцца малекулы бялкоў з амінакіслот, мы можам уявіць адваротны працэс гідролізу бялковай малекулы ў арганізме наступным чынам:



Амінакіслоты затым усмоктваюцца сценкамі кішэчніка ў кроў і паступаюць ва ўсе клеткі арганізма. У клетках сінтэзуюцца спецыфічныя для дадзенага арганізма бялкі. Гэтыя бялкі перш за ўсё ідуць на пабудову клетак і тканак арганізма. Тлушчы і вугляводы, як мы памятаем, з'яўляюцца пераважна крыніцай энергіі для яго.

Побач з сінтэзам у клетках у працэсе жыццядзейнасці арганізма адбываецца пастаянны распад бялкоў. Пры гэтым яны зноў гідралізуюцца да амінакіслот; амінакіслоты ў канчатковым выніку ператвараюцца ў двухвокіс вугляроду, ваду і аміяк. Аміяк у печані ператвараецца ў мачавіну і выводзіцца з арганізма з мачой.

Праблема сінтэзу бялкоў. Магчымасць штучнага атрымання бялкоў даўно хвалюе вучоных. Чаму ж да гэтага часу не ўдалося сінтэзаваць прыродны бялок у лабараторыі, хоць многія іншыя высокамалекулярныя злучэнні атрымліваюць сінтэтычна? Прычына тут заключаецца ў надзвычай складанай будове бялковай малекулы. Калі сінтэзуюць звычайны палімер, напрыклад капрон, у макрамалекулу злучаюцца аднолькавыя звенні амінакапронавай кіслаты. Таму ўсё роўна, у якой паслядоўнасці яны стануць адно за адным. Бялковыя ж малекулы складаюцца з розных амінакіслот, і кожны бялок характарызуецца строга пэўным парадкам размя-

шчэння звенняў. Калі хаця б адна малекула амінакіслаты стане не на сваё месца, патрэбны бялок ужо не атрымаецца. Ажыццявіць такое строгае чаргаванне амінакіслот пры велізарнай колькасці звенняў у малекуле вельмі цяжка. Нават вызначэнне гэтай паслядоўнасці амінакіслот — справа складаная: толькі ў апошнія гады ўдалося расшыфраваць яе ў некаторых бялкоў.

Але складанасць сінтэзу бялкоў звязана не толькі з парадкам чаргавання амінакіслот. Кожная бялковая малекула мае пэўную прасторавую канфігурацыю. Часта, напрыклад, яны бываюць скручаны ў спіраль, якая ў сваю чаргу можа быць скручана ў клубок, і г. д. Значыць, сінтэзаваная малекула павінна мець яшчэ адпаведную прасторавую структуру.

Цікава адзначыць, што ў скручанай у спіраль або клубок бялковай малекуле радыкалы R амінакіслотных звенняў (гл. агульную формулу амінакіслот) у вялікай колькасці аказваюцца звернутымі вонкі. У складзе гэтых радыкалаў, як відаць на прыкладзе нават некаторых амінакіслот (стар. 170), ёсць разнастайныя функцыянальныя групы, здольныя ўступаць у шматлікія хімічныя рэакцыі. З гэтым звязана высокая рэакцыйная здольнасць бялкоў і выкананне імі такіх разнастайных функцый у арганізме.

Вучоныя зараз інтэнсіўна вывучаюць, які механізм сінтэзу бялкоў у арганізмах і тых хімічных працэсаў, што адбываюцца ў бялковых малекулах пры выкананні імі розных жыццёвых функцый.

У сувязі з дасягнутымі поспехамі ў высвятленні структуры і працэсу сінтэзу бялку ў арганізме вучоныя ўжо ўшчыльную падышлі да штучнага атрымання параўнальна простых бялкоў; несумненна, будуць сінтэзаваны і бялкі больш складанай будовы.

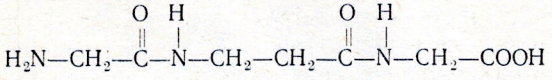
Пазнанне сутнасці шматгранных працэсаў, якія адбываюцца з бялкамі як носьбітамі жыцця, і авалоданне законамі кіравання гэтымі працэсамі яшчэ больш узвысяць чалавека над прыродай. Узнікнуць прынцыпова новыя працэсы ў тэхналогіі, якія раней ажыццяўляліся толькі ў жывых арганізмах. Адкрыюцца нябачаныя рэсурсы атрымання разнастайных рэчываў і матэрыялаў для народнага спажывання і тэхнікі. На службу стануць новыя невычарпальныя крыніцы энергіі, звязаныя з ажыццяўленнем хімічных рэакцый. Зусім рэальнай стане задача ліквідацыі хвароб чалавека і дасягнення яго даўгалецця.

Пытанні і практыкаванні

36. Разлічыце, якую прыкладна малекулярную вагу будзе мець бялок, што змяшчае 0,32% серы, калі дапусціць, што ў малекуле яго змяшчаецца толькі адзін атам серы.

37. Чаму будову бялку нельга паказаць кароткай структурнай формулай, як гэта мы рабілі для іншых палімераў?

38. Напішыце формулы і назавіце рэчывы, якія ўтвараюцца пры гідролізе злучэння:



39. Чаму бялковую ежу нельга замяніць на працяглы час ежай, якая змяшчае толькі тлушчы і вугляводы?

40. Як адрозніць: а) віскозны шоўк ад натуральнага, б) натуральную скуру ад штучнай?

41. Якія рэчывы ўтвараюцца ў арганізме пры гідролізе: а) тлушчаў, б) вугляводаў, в) бялкоў?

Практычнае заданне

Малако змяшчае ўсе тры асноўныя групы пажыўных рэчываў — бялкі, тлушчы і вугляводы. Аддзяліце дома ад малака тлушч і затым дзеяннем кіслаты — бялок. Параўнайце, як паводзіць сябе пры награванні кіслае малако з дабаўкай соды і без соды. Растлумачце гэтыя з'явы.

РАЗДЗЕЛ IV

ПОСПЕХІ АРГАНІЧНАЙ ХІМІІ

Вывучаючы асноўныя класы арганічных злучэнняў, мы пастаянна пераконваліся, што хімія займаецца не толькі вывучэннем рэчываў, але і атрыманнем новых злучэнняў.

Прайшло крыху больш стагоддзя з таго часу, як хімікі свядома пачалі ставіць сабе за мэту сінтэзаваць арганічныя рэчывы з больш простых злучэнняў і ў канчатковым выніку з элементаў. За гэты час былі дасягнуты вялікія поспехі. Усяго каля 3000 арганічных злучэнняў было больш-менш вывучана к 50-м гадам мінулага стагоддзя, а зараз іх налічваюць ужо звыш двух мільёнаў. Большасць гэтых злучэнняў не сустракаецца ў прыродзе, а створана працай чалавека.

У працэсе вывучэння курса мы сустракалі многа прыкладаў таго, як дасягненні сінтэтычнай хіміі выклікаліся да жыцця патрэбамі развіцця вытворчасці. Разам з тым гэтыя дасягненні сталі магчымы таму, што абапіраліся яны на навукова-правільную тэорыю хімічнай будовы, створаную ў аснове сваёй А. М. Бутлеравым. Не выпадкова, што час узнікнення гэтай тэорыі супадае з пачаткам развіцця сінтэтычнай арганічнай хіміі.

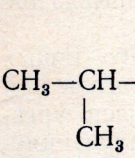
З якімі ж ведамі па тэорыі хімічнай будовы мы падыходзім к канцу курса арганічнай хіміі? Абагульнім гэтыя веды, перш чым перайсці да характарыстыкі сучаснага прамысловага арганічнага сінтэзу.

§ 49. ТЭОРЫЯ ХІМІЧНАЙ БУДОВЫ, ЯЕ РАЗВІЦЦЁ І ЗНАЧЭННЕ

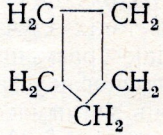
Асноўная ідэя тэорыі хімічнай будовы заключаецца ў сцвярджэнні таго, што ўласцівасці рэчываў залежаць не толькі ад іх саставу, але і ад парадку злучэння атамаў у малекулах, ад парадку ўзаемнага ўплыву адзін на аднаго.

Разгледзім, з якімі парадкамі злучэння атамаў мы пазнаёміліся ў дадзеным курсе.

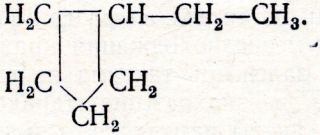
У аснове будовы арганічных рэчываў ляжыць уласцівасць атамаў вугляроду злучацца ў ланцугі. Мы ведаем ланцугі адкрытыя і замкнёныя. Адкрытыя ланцугі бываюць прамыя, напрыклад $CH_3—CH_2—CH_2—CH_3$, або разгалінаваныя, напрыклад



$CH_3—CH—CH_2—CH_3$. Замкнёныя ланцугі



могуць



спалучацца з адкрытымі

Ужо тут пры разгляданні характару вугляродных ланцугоў мы сустракаемся з залежнасцю ўласцівасцей рэчываў ад парадку злучэння атамаў. Рэчывы могуць мець адну і тую ж малекулярную формулу, але розную будову вугляродных ланцугоў, і ад гэтага іх уласцівасці будуць рознымі. Разгледзьце гэты прасцейшы від ізамерыі на прыкладзе злучэнняў C_4H_{10} і C_5H_{12}.

Характар сувязі паміж вугляроднымі атамамі можа быць розным — гэта сувязі простыя і кратныя (двайныя і трайныя). Кратныя сувязі могуць быць як у адкрытых ланцугах, так і ў замкнёных. Назавіце вядомыя вам рады вуглевадародаў з двайнымі і трайнымі сувязямі ў малекулах.

Характар міжвугляродных сувязей робіць уплыў на ўласцівасці рэчываў. Для рэчываў з простымі сувязямі характэрны рэакцыі замяшчэння. У рэчываў з кратнымі сувязямі, як правіла, лёгка праходзяць рэакцыі акіслення і далучэння. Разгледзьце прыклады такіх рэакцый. Своеасаблівыя хімічныя ўласцівасці маюць араматычныя злучэнні. Успомніце, у чым гэта своеасаблівасць заключаецца.

Калі ў малекулы арганічных рэчываў, апрача вугляроду і вадароду, уваходзяць іншыя элементы, утвараюцца новыя парадкі злучэння атамаў у выглядзе функцыянальных груп. Мы ведаем групы атамаў: гідраксільную —OH, альдэгідную , карбаксільную , амінагрупу $—NH_2$ і іншыя, атамныя групоўкі простых эфіраў $R—O—R_1$ і складаных эфіраў . Усе гэтыя парадкі злучэння атамаў абумоўліваюць характэрныя хімічныя ўласцівасці рэчываў і даюць аснову для іх класіфікацыі.

Вядомы злучэнні, у малекулах якіх змяшчаецца не адна, а дзве і больш функцыянальныя групы. Гэтыя групы могуць быць аднолькавымі або рознымі. Аднолькавыя групы мы сустракаем у мнагаатамных спіртах і дыкарбонавых кіслотах. Розныя групы знаходзяцца ў вугляводах і амінакіслотах. Прывядзіце прыклады такіх злучэнняў.

Парадак размяшчэння кратных сувязей і тых або іншых атамных груповак у малекулах можа быць розным. Ад гэтага вельмі ўзрастаюць магчымасці ізамерыі і, значыць, разнастайнасці арганічных злучэнняў. Успомніце ізамерыю негранічных злучэнняў, якая залежыць не толькі ад разгалінаванасці вугляроднага шкілета, але і ад месцазнаходжання кратных сувязей, або ізамерыю спіртоў, якая залежыць таксама не толькі ад ізамерыі шкілета, але і ад таго, дзе знаходзіцца гідраксільная група ў малекуле. Амінакіслоты, як вы памятаеце, з'яўляюцца зусім рознымі ў залежнасці ад парадку ўзаемнага размяшчэння ў іх амінагрупы і карбаксільнай групы.

Мы назіралі ізамерыю і паміж злучэннямі розных класаў — паміж цыклапарафінамі і вуглевадародамі рада этылену, простымі эфірамі і аднаатамнымі спіртамі, складанымі эфірамі і аднаасноўнымі карбонавымі кіслотамі.

Так перад намі больш шырока, чым у пачатку курса, раскрываецца пытанне аб парадку злучэння атамаў у малекулах і ўплыве яго на ўласцівасці рэчываў.

Ведаючы хімічную будову рэчыва, хімік мае магчымасць многае сказаць аб гэтым рэчыве, аб яго мінулым, сучасным і будучым: як яно ўтварылася або можа быць атрымана з іншых рэчываў, якія яго ўласцівасці, у якія іншыя рэчывы яно можа быць ператворана. І наадварот, не ведаючы будовы рэчыва, хімік глядзіць на яго як бы з заплюшчанымі вачыма, пазбаўляецца пуцяводнай ніці ў яго даследаванні і практычным ужыванні.

Як жа вызначаецца хімічная будова рэчываў? У хіміі для гэтага існуюць разнастайныя спосабы. Мы пазнаёміліся з некаторымі, як больш даступнымі, аб значэнні якіх гаварыў яшчэ А. М. Бутлераў.

Вывад аб будове рэчыва можна зрабіць на аснове яго сінтэзу з больш простых рэчываў, будова якіх вядома. Так, мы вызначылі будову этылену на аснове сінтэзу яго з ёдзістага метылену і выказалі меркаванне аб будове бензолу на аснове сінтэзу з ацэтылену.

Аб будове рэчыва можна меркаваць па прадуктах раскладання яго на больш простыя рэчывы. Ведаючы, што пры гідролізе крухмалу і цэлюлозы ўтвараецца глюкоза, мы прыйшлі да вываду, што малекулы гэтых вугляводаў пабудаваны са звенняў $C_6H_{10}O_5$.

Вывады аб будове рэчыва могуць быць зроблены і на падставе іншых яго ператварэнняў, якія даюць магчымасць меркаваць аб асобных частках яго малекулы. Так, на падставе рэакцыі эты-

лавага спірту з натрыем мы выказалі меркаванне аб асобым становішчы аднаго атама вадароду ў малекуле спірту і наяўнасці ў ёй гідраксільнай групы. Па рэакцыі глюкозы з гідратам вокісу медзі выказалі меркаванне аб прыналежнасці яе да мнагаатамных спіртоў і альдэгідаў. Далучэнне трох малекул вадароду да малекулы бензолу, якое вядзе да ўтварэння цыклагексану, пацвердзіла нам цыклічную будову бензолу.

Тэорыя хімічнай будовы, створаная стагоддзе назад, не страціла значэння і ў нашы дні. Няма ў арганічнай хіміі ніякай іншай тэорыі, якая б замяніла яе. І цяпер перш за ўсё ёю кіруюцца ўсе вучоныя-арганікі ў сваіх навуковых даследаваннях.

Але, зразумела, гэта тэорыя не засталася нязменнай. Яна развівалася ў сувязі з агульным развіццём хіміі і іншых прыродазнаўчых навук, перш за ўсё фізікі.

Мы пазнаёміліся з двума напрамкамі ў развіцці тэорыі хімічнай будовы — з вучэннем аб прасторавым размяшчэнні атамаў у малекулах і з вучэннем аб электроннай будове арганічных малекул.

Мы ведаем, што атамы ў малекулах не размешчаны ў адной плоскасці, як паказваем іх у формулах на паперы,— малекулы маюць аб'ёмную будову. Характар размяшчэння атамаў у прасторы, як і парадак іх хімічнага злучэння, робяць уплыў на ўласцівасці рэчываў. Праўда, прыклады такой залежнасці мы не разглядалі ў элементарным курсе хіміі, з імі крыху пазнаёмімся толькі ў канцы дадзенага раздзела, пры разгляданні палімераў.

Поспехі фізікі ў вывучэнні будовы атамаў дапамаглі зразумець прыроду хімічных сувязей у малекулах арганічных рэчываў і растлумачыць іх многія ўласцівасці. Валентная рыска ў структурных формулах набыла фізічны сэнс — яна абазначае электронную пару, якая ажыццяўляе кавалентную сувязь паміж атамамі. Стала зразумелым, чаму кратныя сувязі ў негранічных злучэннях больш рэакцыйназдольныя, чым простыя сувязі. Высветліўся «механізм» узаемнага ўплыву атамаў у малекулах. Успомніце, на якіх прыкладах мы гэту з'яву разглядалі.

Вучэнне аб прасторавай і электроннай будове малекул, развіваючы тэорыю хімічнай будовы, не абвяргае яе асноўных палажэнняў, а, наадварот, пацвярджае гэтыя палажэнні, дапамагае глыбей зразумець іх і з большым поспехам імі карыстацца.

Тэорыя хімічнай будовы мае вялікае значэнне для навукова-матэрыялістычнага светапогляду. Яна значна паглыбляе нашы ўяўленні аб рэчывах як адным з асноўных відаў матэрыі.

Сваім вучэннем аб будове малекул з атамаў гэта тэорыя перш за ўсё пацвярджае рэальнасць існавання атамаў і малекул як найдрабнейшых часцінак матэрыі. Больш таго, яна раскрывае наяўнасць у малекулах пэўнай паслядоўнасці злучэння атамаў, дае магчымасць як бы бачыць унутраны свет малекулы. Тэорыя хімічнай будовы пераканаўча паказвае, што структурныя формулы, якімі

мы карыстаемся, адлюстроўваюць рэальна існуючы парадак сувязі атамаў у малекулах.

Электронныя ўяўленні аб характары хімічных сувязей атамаў даюць магчымасць разглядаць малекулу не як механічнае злучэнне больш дробных часцінак, а як новае якаснае ўтварэнне, напоўненае пастаянным унутраным рухам. Пры злучэнні атамаў узаемадзейнічаюць іх электронныя абалонкі; атамы, застаючыся самімі сабою, у той жа час змяняюцца, і гэта змяненне прыводзіць да з'яўлення ў рэчыве новых уласцівасцей, якія не зводзяцца да сумы ўласцівасцей элементаў, што яго ўтвараюць. Уласцівасці рэчываў, такім чынам, не выпадковыя, яны залежаць ад узаемнага ўплыву атамаў, які мае зусім матэрыяльную, электронную прыроду.

Тэорыя хімічнай будовы дапамагае зразумець адзінства, узаемасувязь і развіццё рэчываў прыроды. Яна паказвае, як атамы адных і тых жа элементаў, злучаючыся па-рознаму і ў рознай колькасці, утвараюць усю разнастайнасць неарганічных і арганічных рэчываў. Яна раскрывае сувязь рэчываў паміж сабой як па прыналежнасці да пэўных класаў і гамалагічных радоў на аснове падабенства ў будове, так і пры хімічным уздзеянні рэчываў адных класаў з рэчывамі другіх класаў. Яна дазваляе прасачыць, як з параўнальна простых неарганічных рэчываў атрымліваюцца рэчывы арганічныя і як у працэсе іх паступовага ўскладнення ўтвараюцца найбольш складаныя рэчывы, якія складаюць жывыя арганізмы. Тым самым гэта тэорыя дапамагае матэрыялістычна зразумець узнікненне арганічных рэчываў з неарганічных у гісторыі Зямлі і развіццё іх да ўтварэння найбольш складаных рэчываў — бялкоў, якія паклалі пачатак жыццю.

Правільнасць тэорыі хімічнай будовы пацвярджаецца практыкай. Кіруючыся ёю, вучоныя сінтэзавалі і працягваюць атрымліваць велізарную колькасць новых рэчываў. Усе дасягненні сучаснага навуковага і прамысловага арганічнага сінтэзу абапіраюцца перш за ўсё на гэту тэорыю.

Поспехі арганічнага сінтэзу паказалі бязглуздасць ідэалістычнага вучэння аб «жыццёвай сіле», якое сцвярджала, быццам немагчыма штучнае прыгатаванне арганічных рэчываў, што гэтыя рэчывы могуць стварацца толькі жывымі арганізмамі.

Дасягненні ў пазнанні хімічных працэсаў, якія працякаюць у жывых арганізмах, усё паўней раскрываюць нам малюнак таго, што ў аснове з'яў жыцця ляжаць матэрыяльныя працэсы, якія адбываюцца з атамамі, малекуламі, іонамі і да т. п. часцінкамі, утвараючымі рэчывы арганізмаў.

Вывучэнне сутнасці хімічных рэакцый паказвае, што ўсе ператварэнні рэчываў, дзе б яны ні мелі месца, адбываюцца не пад дзеяннем нейкіх звышнатуральных, нематэрыяльных сіл, а ў выніку дзеяння законаў, уласцівых самой матэрыі, і з'яўляюцца праяўленнем уласцівасцей самих рэчываў. Калі рэчывы знахо-

дзяцца ў неабходных умовах, хімічнае ўзаемадзеянне адбываецца з непазбежнасцю, незалежна ад чыёй-небудзь волі.

Поспехі арганічнай хіміі, дасягнутыя на аснове паслядоўнага прымянення тэорыі хімічнай будовы,— пераканаўчае сведчанне пазнавальнасці прыроды. Раскрыўшы будову малекул з атамаў і заканамерныя сувязі паміж будовай і ўласцівасцямі, чалавек здолеў штучна ствараць патрэбныя рэчывы, у тым ліку і такія, якіх няма ў прыродзе. Зараз мы знаходзімся, бясспрэчна, на парозе штучнага атрымання бялку. І чым глыбей раскрываюцца навукай законы прыроды, тым больш магутныя сродкі мы набываем для яе пераробкі. Па волі чалавека, а не па «боскай волі» хімія «творыць» свет новых рэчываў. Усёй сваёй практыкай чалавек даказвае правільнасць, сілу і бязмежныя магчымасці свайго пазнання, абвяргаючы тым самым сцвярджэнні рэлігіі аб недаступнасці для чалавека «таямніц сусвету».

Пытанні і практыкаванні

1. Назавіце асноўныя палажэнні тэорыі хімічнай будовы А. М. Бутлерава і раскрыйце кожнае з іх на канкрэтным матэрыяле арганічнай хіміі.
2. Што такое: а) гамалогія, б) ізамерыя, в) кратная сувязь, г) функцыянальная група? Прывядзіце прыклады з розных раздзелаў курса арганічнай хіміі.
3. Ахарактарызуйце значэнне тэорыі хімічнай будовы для навукова-матэрыялістычнага светапогляду, развіцця хіміі і вытворчасці.

§ 50. АСНОЎНЫЯ НАПРАМКІ ПРАМЫСЛОВАЙ АРГАНІЧНАЙ ХІМІІ

Патрэбныя чалавеку ў жыцці і вытворчай дзейнасці арганічныя рэчывы ў вялікіх колькасцях выпускаюцца прамысловасцю. Абагульняючы ўжо вядомыя нам, можна назваць наступныя больш важныя вытворчасці, звязаныя з перапрацоўкай і атрыманнем арганічных рэчываў.

Асноўны арганічны сінтэз. Гэта прамысловасць дае народнай гаспадарцы многатанажныя прадукты, якія прымяняюцца непасрэдна ў якасці растваральнікаў, ядахімікатаў, мыючых сродкаў, холадаагентаў і да т. п., або выкарыстоўваюцца для вырабу іншых хімічных прадуктаў — палімерных матэрыялаў, фарбавальнікаў, лекавых рэчываў і г. д.

Прадукцыя асноўнага арганічнага сінтэзу — гэта параўнальна нескладаныя па саставу і будове рэчывы, галоўным чынам з тых класаў злучэнняў, якія мы вывучалі. Да іх ліку належаць галагенавытворныя вуглевадародаў, метылавы, этылавы і іншыя спірты, фенол, мурашыны і воцатны альдэгіды, воцатная кіслата і вышэйшыя кіслоты, простыя і складаныя эфіры, нітразлучэнні, аміны і некаторыя іншыя.

Перапрацоўка каруных выкапняў. Яна ўключае пераважна хімічную перапрацоўку нафты, прыроднага газу, каменнага вугалю.

Гэта галіна дае розныя сарты вадкага гаручага, змазачных і іншых матэрыялаў. Апрача таго, яна дае сыравіну для арганічнага сінтэзу.

Вытворчасць палімерных матэрыялаў. У яе ўваходзіць галоўным чынам атрыманне пластмас, каўчукаў, хімічных — штучных і сінтэтычных — валокнаў.

Перапрацоўка прадуктаў сельскагаспадарчай вытворчасці і харчовая прамысловасць. З гэтай галіны мы знаёміліся з перапрацоўкай тлушчаў, крухмалзмяшчаючых прадуктаў, з атрыманнем маргарыну, патакі, цукру. Усё гэта вытворчасці ў асноўным не сінтэтычнага характару, хаця ў асобных выпадках і тут могуць прымяняцца сінтэтычныя метады, як напрыклад пры гідраванні тлушчаў.

Хімічная перапрацоўка драўніны. Тут ажыццяўляецца вытворчасць цэлюлозы, неабходнай для атрымання паперы, кардону, віскознага валакна; гідроліз цэлюлозы (драўніны, адходаў сельскай гаспадаркі) з мэтай атрымання глюкозы і этылавага спірту; сухая перагонка драўніны, якая дае харчовую воцатную кіслату і некаторыя іншыя прадукты.

Тонкі арганічны сінтэз. У гэту галіну ўваходзіць атрыманне надзвычай вялікай колькасці самых разнастайных рэчываў, часта вельмі складанай будовы. Гэта вытворчасці не такія многатанажныя, як у прамысловасці асноўнага арганічнага сінтэзу або палімерных матэрыялаў, але затое больш «тонкія» ў хімічных адносінах: каб атрымаць зададзенае рэчыва, тут часта даводзіцца ажыццяўляць цэлы рад досыць складаных хімічных рэакцый. Сюды трэба аднесці выраб фарбавальнікаў, шматлікіх фармацэўтычных прэпаратаў, духмяных рэчываў, арганічных рэактываў, фота-, кінаматэрыялаў і г. д. У вырабе ўсіх гэтых рэчываў шырока выкарыстоўваецца прадукцыя арганічнага сінтэзу.

Пытанні і практыкаванні

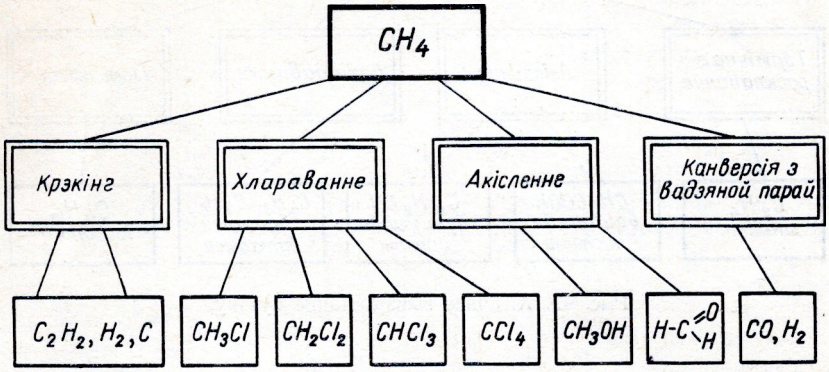
4. Дайце характарыстыку асноўных галін прамысловасці арганічнай хіміі.
5. Назавіце арганічныя рэчывы, якія прымяняюцца ў якасці: а) растваральнікаў, б) ядахімікатаў, в) мыючых сродкаў, г) холадаагентаў. У вядомых вам выпадках прывядзіце формулы рэчываў.
6. Назавіце асноўныя хімічныя працэсы прамысловай перапрацоўкі: а) тлушчаў, б) крухмалзмяшчаючых прадуктаў, в) цэлюлозы. Прывядзіце ўраўненні рэакцый.

§ 51. АСНОЎНЫ АРГАНІЧНЫ СІНТЭЗ

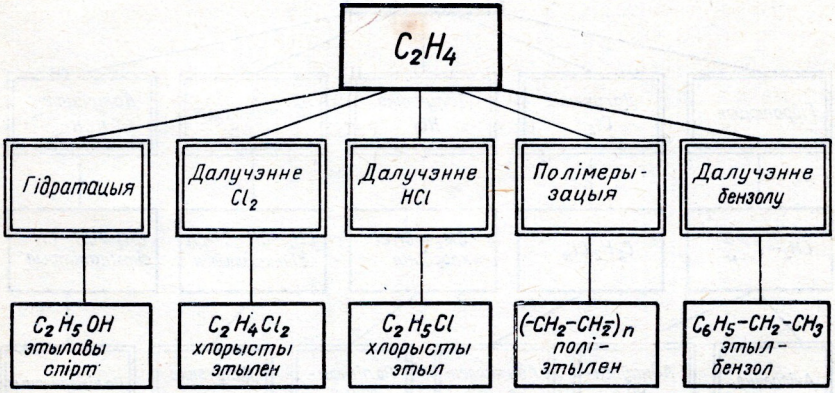
У развіцці прамысловага арганічнага сінтэзу мы можам адзначыць некалькі найбольш важных напрамкаў.

Адбываецца інтэнсіўны працэс асваення новых крыніц вуглевадароднай сыравіны — прыродных і спадарожных газаў, нафты і нафтапрадуктаў. У сувязі з гэтым крыху зніжаецца ўдзельная вага араматычнай сыравіны ў арганічным сінтэзе — прадуктаў коксахіміі.

Ведаючы састаў прыродных і спадарожных газаў, а таксама прадуктаў, што атрымліваюцца пры перапрацоўцы нафты, вы можаце самі назваць рад рэчываў, якія магчыма сінтэзаваць на аснове гэтых крыніц сыравіны. Найбольшую каштоўнасць для арганічнага сінтэзу маюць метан і яго бліжэйшыя гамолагі, а таксама



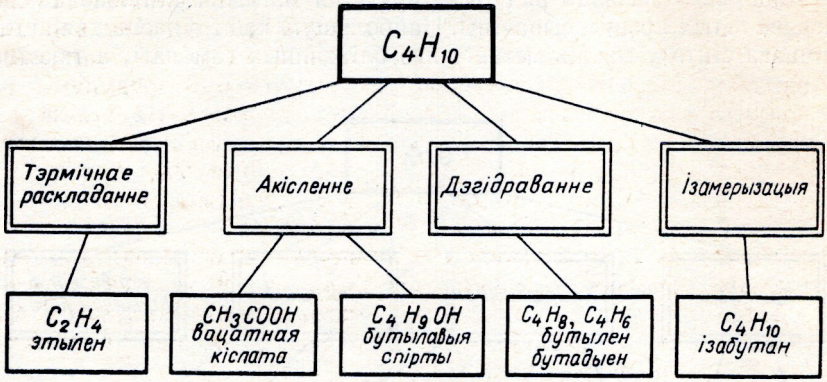
Рыс. 47. Метан як хімічная сыравіна



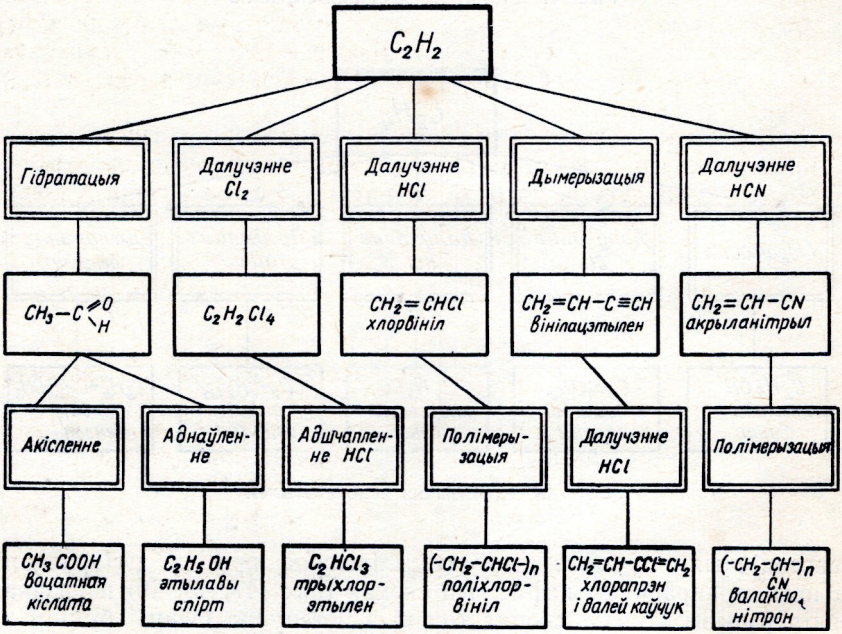
Рыс. 48. Сінтэзы на аснове этылену

негранічныя злучэнні, што атрымліваюцца пры іх дэгідраванні і пры перапрацоўцы нафты. На схемах (рыс. 47, 48, 49) паказана, якія рэчывы атрымліваюцца толькі з метану, этылену і бутану.

Некаторыя з рэчываў, якія атрымліваюцца такім шляхам, з'яўляюцца ў сваю чаргу крыніцай сінтэзу многіх іншых арганічных злучэнняў. Мы ведаем пра вялікую колькасць сінтэзаў на аснове ацэтылену (рыс. 50).



Рыс. 49. Хімічнае выкарыстанне бутану.



Рыс. 50. Сінтэзы на аснове ацэтылену.

Калі вы прыгледзецеся да таго, якія рэакцыі ляжаць у аснове ўсіх шматлікіх сінтэзаў, паказаных на схемах, то прыйдзеце да вываду, што колькасць іх зусім невялікая. У прамысловасці асноўнага арганічнага сінтэзу выкарыстоўваецца параўнальна мала тыпаў рэакцый, але яны ажыццяўляюцца з велізарнымі масамі рэчываў і вядуць да атрымання многатанажнай прадукцыі. Гэта пераважна такія рэакцыі: хлараванне, акісленне, гідраванне і дэгідраванне, гідратацыя і дэгідратацыя, этэрыфікацыя і гідроліз і некаторыя іншыя. Прывядзіце па 2—3 прыклады для кожнага з названых тыпаў, карыстаючыся прыведзенымі тут схемамі і наяўнымі ў вас ведамі з галіны арганічнай хіміі.

Сучасная прамысловасць арганічнага сінтэзу характарызуецца высокім узроўнем тэхнічнага развіцця. У ёй шырока ажыццяўляюцца бесперапынныя працэсы, аўтаматызацыя кантролю і кіравання працэсамі, прымяняюцца высокі ціск і тэмпература, выключнае значэнне набыў каталіз.

Усе гэтыя тэхнічныя дасягненні дазваляюць у радзе выпадкаў пазбегнуць многаступеньчатасці сінтэзаў і атрымаць рэчывы больш прамым шляхам, які непасрэдна вынікае з тэорыі хімічнай будовы.

Успомнім, якім складаным і дарагім з'яўляецца шлях да атрымання бутадыену праз этылавы спірт. Але ж у малекуле бутадыену, як і ў малекуле даступнага рэчыва бутану, змяшчаюцца чатыры атамы вугляроду. Тэорыя проста паказвае, як трэба перабудаваць малекулу бутану, каб атрымаць бутадыен, і гэта зараз ажыццяўляецца ў прамысловасці.

Воцатную кіслату атрымліваюць многаступеньчатым сінтэзам праз ацэтылен. Але структурная тэорыя падказвае, як атрымаць воцатную кіслату з таго ж бутану. Трэба разарваць малекулу напалам і акісліць асколкі малекул:

$$2CH_3—CH_2—CH_2—CH_3 + 5O_2 \rightarrow 4CH_3—COOH + 2H_2O$$

Зараз такі спосаб атрымання кіслаты пачынаюць прымяняць у прамысловасці.

Каб атрымаць фармальдэгід, спачатку сінтэзуюць метылавы спірт; для гэтага неабходны вокіс вугляроду і вадарод, якія ў сваю чаргу атрымліваюць пры хімічнай перапрацоўцы метану (або вугалю). Але ад метану можна перайсці да фармальдэгіду і больш прамым шляхам, мінаючы ўсе гэтыя стадыі, калі зможам замяніць у малекуле зыходнага рэчыва два атамы вадароду на атам кіслароду:

$$CH_4 + O_2 \rightarrow CH_2O + H_2O$$

Сучасныя спосабы кіравання рэакцыямі даюць магчымасць ажыццявіць такі працэс у прамысловых маштабах.

Параўнайце карбідны спосаб атрымання ацэтылену з атрыманнем яго з метану або атрыманне этылавага спірту з этылену і з харчовых прадуктаў. Вы зноў пераканаецеся, што найбольш прагрэсіўнымі з'яўляюцца аднастадыйныя працэсы.

Пераход ад многастадыйных сінтэзаў да больш прамых, маластадыйных сінтэзаў адкрывае вялікія магчымасці для ажыццяўлення ў вытворчасці бесперапынных працэсаў, шырокага ўкаранення аўтаматыкі, дае магчымасць значна павышаць прадукцыйнасць працы і павялічваць выпуск прадукцыі.

Выкарыстанне новых крыніц вуглевадароднай сыравіны і ўкараненне найбольш прагрэсіўных тэхналагічных працэсаў дае магчымасць практычна рашаць пастаўленую партыяй важную народнагаспадарчую задачу: спыніць расходаванне харчовых прадуктаў для тэхнічных мэт, з тым каб яны цалкам маглі быць накіраваны на патрэбы народнага спажывання.

Для вытворчасці сінтэтычнага каўчуку (бутадыенавага, бутадыен-стырольнага) патрэбна, як вядома, вялікая колькасць спірту. Раней гэты спірт атрымлівалі з крухмалзмяшчаючых харчовых прадуктаў. Цяпер для вытворчасці каўчуку выкарыстоўваюць ужо толькі гідролізны і сінтэтычны спірт або атрымліваюць бутадыен непасрэдна з бутану. Такая замена дала магчымасць, напрыклад, у 1963 г. зберагчы для харчовага выкарыстання сотні тысяч тон збожжа і бульбы.

Цяпер на тэхнічныя патрэбы яшчэ многа расходуецца расліннага тлушчу (атрыманне мыла, гліцэрыну, аліфы і да т. п.), крухмалу (шліхтаванне ткацкай асновы, атрыманне дэкстрынаў), малака (атрыманне казеіну для падрыхтавання клею, вырабу пластмас).

Каб зберагчы для харчовага спажывання раслінныя тлушчы, неабходна, відаць, сінтэтычным шляхам атрымліваць вышэйшыя карбонавыя кіслоты, мыючыя сродкі, гліцэрын, аліфу. Адпаведныя працэсы ажыццяўляюцца ў нашай прамысловасці. У 1963 г. выпуск сінтэтычных кіслот мыючых сродкаў склаў каля 170 тыс. *т*, што дало магчымасць вызваліць з прамысловага спажывання 125 тыс. *т* алею. У 1964—1965 гг. дзякуючы далейшаму развіццю сінтэтычных вытворчасцей будзе сэканомлена для народнага спажывання ўжо 300 тыс. *т* тлушчу.

Згодна з рашэннем снежаньскага (1963 г.) Пленума ЦК КПСС к 1967—1968 гг. у краіне павінна быць зусім спынена выкарыстанне харчовых прадуктаў на тэхнічныя мэты.

Прамысловасць арганічнага сінтэзу можа з поспехам развівацца толькі на базе: а) высокаразвітай хімічнай прамысловасці неарганічных рэчываў, якая пастаўляе кіслоты (асабліва серную і азотную), шчолачы, вадарод і іншыя рэчывы; б) буйной энергетычнай прамысловасці, якая дае магчымасць ствараць высокія тэмпературы і ціскі, а таксама прыводзіць у рух шматлікія механізмы; в) высокаразвітай металургіі, якая вырабляе метал для хімічнай

апаратуры, здольнай вытрымліваць уздзеянне агрэсіўных рэчываў, часта пры высокіх тэмпературах і ціскаў.

Таму толькі на аснове агульнай індустрыялізацыі народнай гаспадаркі нашай краіны былі створаны магчымасці для развіцця прамысловага арганічнага сінтэзу. У сваю чаргу развіццё прамысловасці, якая вырабляе важнейшыя рэчывы для іншых галін вытворчасці, з'явілася магутным фактарам іх развіцця і, значыць, нашага агульнага тэхнічнага прагрэсу.

Пытанні і практыкаванні

7. Складзіце ўраўненні рэакцый атрымання рэчываў з метану на аснове схемы, паказанай на рысунку 47.
8. Складзіце ўраўненні рэакцый атрымання рэчываў з этылену на аснове схемы, паказанай на рысунку 48.
9. Складзіце ўраўненні рэакцый атрымання рэчываў з ацэтылену на аснове схемы, паказанай на рысунку 50.
10. Якія рэчывы атрымліваюцца ў прамысловасці акісленнем вышэйшых парафінавых вуглевадародаў? Для чаго гэтыя рэчывы выкарыстоўваюцца?
11. Якія рэчывы атрымліваюцца ў прамысловасці з прадуктаў каксавання каменнага вугалю?
12. Раскажыце аб некаторых напрамках у развіцці асноўнага арганічнага сінтэзу.

§ 52. АРГАНІЧНАЯ ХІМІЯ — СЕЛЬСКАЙ ГАСПАДАРЦЫ

У выкананні грандыёзных планаў хімізацыі сельскай гаспадаркі, распрацаваных снежаньскім (1963 г.) Пленумам ЦК КПСС у мэтах інтэнсіфікацыі вытворчасці і стварэння ў краіне багацця прадуктаў, вялікая роля належыць арганічнай хіміі.

Хімізацыя сельскай гаспадаркі ажыццяўляецца ў разнастайных напрамках. У раслінаводстве — гэта шырокае прымяненне ўгнаенняў, хімічных сродкаў аховы раслін ад шкоднікаў і хвароб, сродкаў барацьбы з пустазеллем, рэгуляванне працэсаў росту і плоданашэння і г. д. У жывёлагадоўлі — абагачэнне кармоў бялкамі, вітамінамі, антыбіётыкамі і іншымі прэпаратамі, скарыстанне сродкаў барацьбы з паразітамі і хваробамі жывёл. Апрача таго, як і іншым галінам вытворчасці, сельскай гаспадарцы неабходны разнастайныя палімерныя матэрыялы.

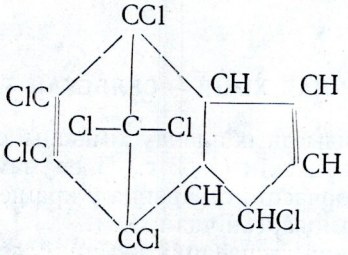
Пераважную большасць усёй гэтай прадукцыі павінна даваць прамысловасць арганічнай хіміі.

Хімія ў раслінаводстве. Мы ўжо знаёмы з арганічным угнаенням — карбамідам (мачавінай). Успомніце яго будову і якія перавагі ён мае ў параўнанні з іншымі азотнымі ўгнаеннямі. Вытворчасць карбаміду ў нас узрасце к 1970 году ў параўнанні з 1963 у 15 разоў. Вялікую цікавасць мае атрыманне павольна растваральных (доўга дзеючых) угнаенняў на аснове прадуктаў полімерызацыі карбаміду з іншымі рэчывамі.

З групы *ядахімікатаў*, якія прымяняюцца для барацьбы са шкоднікамі, нам вядомы гексахларан і ДДТ. У сапраўднасці асартымент ядахімікатаў значна больш разнастайны. Паколькі ў насякомых з цягам часу выпрацоўваецца ўстойлівасць да дзеяння прэпарату, перад вучонымі стаіць пастаянная задача — шукаць усё новыя і новыя ядахімікаты.

Атрымаць новы прэпарат, які быў бы прыгодны для выкарыстання ў сельскай гаспадарцы,— справа нялёгкая. Трэба, каб рэчыва мела высокую таксічнасць у адносінах да шкоднікаў, было б бяспечным для чалавека, цеплакроўных жывёл і карысных насякомых, зручным для практычнага карыстання, даступным у вытворчасці і давала неабходны эканамічны эфект. Пакуль што няма строгай тэорыі, якая б раскрывала залежнасць біялагічнай актыўнасці рэчыва ад яго будовы. Таму пошукі новых ядахімікатаў ажыццяўляюцца пераважна эмпірычным шляхам. Прыходзіцца сінтэзаваць і выпрабоўваць велізарную колькасць прэпаратаў, перш чым будзе знойдзена рэчыва, якое адпавядае неабходным патрабаванням.

Да ліку вядомых цяпер ядахімікатаў належыць, напрыклад, *гептахлор*:



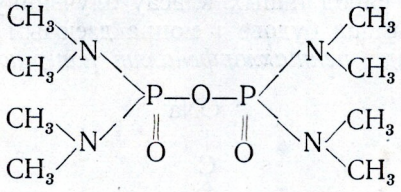
Яго будову лёгка зразумець, калі за аснову прыняць дзве «спаяныя» малекулы — цыклагексану і цыклапентану. У кожным з гэтых цыклаў ёсць па двайной сувязі; у шасцічленным кальцы два процілеглыя атамы вугляроду злучаны паміж сабой пры дапамозе аднаго вугляроднага атама; апрача таго, у малекуле змяшчаецца сем атамаў хлору.

Гептахлор — крышталічнае рэчыва. Ён прымяняецца супраць тых жа насякомых, што і гексахларан і ДДТ.

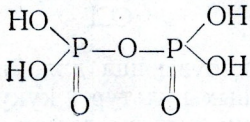
Для барацьбы з філаксерай — небяспечным шкоднікам вінаграду — прапанаваны эфектыўны прэпарат *гексахлорбутадыен* $CCl_2 = CCl—CCl = CCl_2$. Будова гэтага рэчыва не патрабуе асаблівых тлумачэнняў.

Узрастае значэнне аховы раслін пры дапамозе ўнутрыраслінных, або сістэмных, ядахімікатаў. Пасля ўвядзення ў расліну гэтыя рэчывы распаўсюджваюцца па сасудзістай сістэме і робяць яе ядавітай для шкодных насякомых і ўзбуджальнікаў хвароб.

Да сістэмных ядаў належаць некаторыя фосфарарганічныя злучэнні, напрыклад *актаметыл:*



Каб зразумець гэту складаную формулу, трэба ўявіць сабе будову пірафосфарнай кіслаты

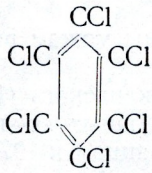


Актаметыл — прадукт замены гідраксільных груп у гэтай кіслаце на арганічныя азотзмяшчаючыя групы $-N\begin{matrix}CH_3\\CH_3\end{matrix}$.

Для аховы раслін ад шкоднікаў прымяняюцца і іншыя фосфарарганічныя прэпараты.

У барацьбе з *хваробамі раслін* вялікі эфект дае, як вядома, перадпасяўное пратручванне насення. Апрача вядомай ужо нам пратравы — фармаліну, для гэтай мэты скарыстоўваюцца і іншыя прэпараты.

Напрыклад, для сухога пратручвання насення пшаніцы супраць цвёрдай галаўні станоўчы вынік дае *гексахлорбензол*:



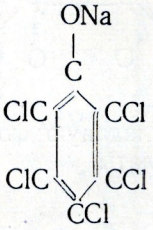
Яго можна разглядаць як прадукт поўнага замяшчэння атамаў вадароду ў бензоле хлорам.

Шырока вядомы сродак для сухога пратручвання насення — *граназан*. Гэта ртуцьарганічнае рэчыва даволі простай будовы C_2H_5—Hg—Cl. Граназан вельмі ядавіты, таму абыходзіцца з ім трэба надзвычай асцярожна.

Асабліва вялікае значэнне цяпер мае прымяненне ў сельскай гаспадарцы *гербіцыдаў*. Яны даюць магчымасць значна павысіць ураджайнасць і, устараняючы ручную праполку, рэзка зніжаюць затраты працы ў барацьбе з пустазеллем.

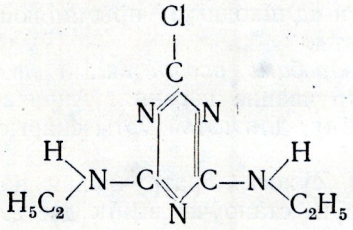
З гербіцыдаў мы знаёміліся з некаторымі вытворнымі феноксівоцатнай кіслаты. Успомніце іх будову. Рэчывы падобнага дзеяння знойдзены і сярод іншых класаў злучэнняў.

Досыць простым па будове і моцна дзеючым гербіцыдам з'яўляецца, напрыклад, *пентахлорфеналят натрыю:*



Растворы яго скарыстоўваюцца для ўнясення перад усходамі па пасевах рада тэхнічных культур і кукурузы.

Сярод гербіцыдаў ёсць рэчывы досыць складанай будовы. Напрыклад, *сімазін*, які выкарыстоўваецца для барацьбы з пустазеллем у пасевах кукурузы, у садах і вінаградніках і для ачысткі вадаёмаў ад зарастання, мае будову:



Але і ў такой будове мы можам разабрацца, ведаючы валентнасць хімічных элементаў.

Згодна з рашэннем снежаньскага (1963 г.) Пленума ЦК КПСС вытворчасць гербіцыдаў і іншых сродкаў аховы раслін у нашай краіне будзе шпарка развівацца і к 1970 г. дасягне 800—900 тыс. *т* у год.

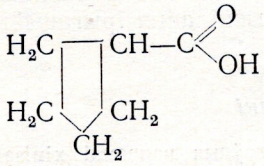
Хімія дае раслінаводству не толькі ўгнаенні і сродкі аховы раслін, яна дае магчымасць актыўна ўмешвацца ў іх развіццё, рэгуляваць рост і плоданашэнне.

Створаны і ўжываюцца рэчывы, якія стымулююць рост пладоў і агародніны, садзейнічаюць хуткаму ўкараненню дрэў і кустоў, загойванню ран на ствалах і галінках. Вядомы прэпараты, якія затрымліваюць распусканне пупышак і цвіценне дрэў халоднай вясной і, наадварот, падаўжаюць перыяд цвіцення дэкаратыўных раслін. Існуюць рэчывы, якія выдаляюць лісце раслін (напрыклад, бавоўніку), садзейнічаюць высушванню раслін, што аблягчае ма-

шынную ўборку ўраджаю. Мы знаёміліся раней з прадстаўніком рэчываў, якія паскараюць даспяванне пладоў і агародніны. Назавіце гэта злучэнне.

З усёй гэтай разнастайнасці арганічных рэчываў звернем увагу на некалькі *стымулятараў росту раслін*. Выявілася, што тыя ж рэчывы, якія ў вялікіх дозах затрымліваюць развіццё і знішчаюць расліны, у малых колькасцях аказваюць на іх стымулюючае ўздзеянне. Напрыклад, некаторыя вытворныя феноксівоцатнай кіслаты могуць выкарыстоўвацца і як гербіцыды і як стымулятары росту.

Сярод стымулятараў вялікую цікавасць выклікаў прэпарат НРР — *нафтавае роставае рэчыва*. Гэта сумесь натрыевых солей арганічных кіслот — вытворных цыклапентану, якія вылучаюцца з нафты. Найбольш простая з такіх кіслот — цыклапентанкарбонавая кіслата:



Іншыя кіслоты можна разглядаць як яе гамолагі. Складзіце структурныя формулы аднаго-двух бліжэйшых гамолагаў цыклапентанкарбонавай кіслаты.

НРР — выключна даступны і танны прэпарат. Прымяненне яго ў належных умовах дае значнае павышэнне ўраджайнасці розных культур.

Хімія ў жывёлагадоўлі. Адна з асноўных задач хімізацыі жывёлагадоўлі — забеспячэнне жывёл у дастатковай колькасці бялкамі. Бялкі патрэбны для будовы клетак арганізма, таму недахоп іх у многіх кармах затрымлівае рост жывёлы і зніжае прадуктыўнасць жывёлагадоўлі.

Папаўненне бялкоў у кармавых рацыёнах магчыма рознымі шляхамі. Для жвачных жывёл гэтага можна дасягнуць дабаўленнем у корм карбаміду. Успомніце, як ідзе ў іх працэс ператварэння карбаміду ў бялкі арганізма.

Абагачэнне бялкамі магчыма шляхам увядзення ў рацыён жывёл амінакіслот, з якіх яны будавалі б свае ўласныя бялкі, асабліва тых амінакіслот, што адсутнічаюць у бялках корму, але зусім неабходны для арганізма жывёлы. Прамысловая вытворчасць амінакіслот набывае ў сувязі з гэтым вялікае значэнне.

Можна і сінтэзаваць бялкі для спажывання жывёламі. Гэта магчыма ажыццявіць пры дапамозе мікраарганізмаў. У нас ужо даўно атрымліваюць кармавыя дрожджы, размнажаючы іх на адходах гідролізнай вытворчасці. Распрацаваны падобны спосаб атрымання бялковых рэчываў з адходаў нафты і іншых прадуктаў.

$CO(NH_2)_2$ – мачавіна

Вельмі павышаюць эфектыўнасць кармавых сродкаў і, значыць, прадуктыўнасць жывёлагадоўлі дабаўкі ў корм вітамінаў, антыбіётыкаў, мікраэлементаў. Прымяненне іх таксама павінна стаць важным мерапрыемствам у хімізацыі жывёлагадоўлі.

Падобна таму як у раслінаводстве трэба не толькі забяспечыць правільнае жыўленне раслін, але і засцерагчы іх ад шкоднікаў, хвароб і г. д., жывёл неабходна не толькі правільна карміць, але і ахоўваць ад паразітаў і захворванняў. У гэтым таксама вялікая роля належыць хімічным сродкам.

Значэнне палімерных матэрыялаў для сельскай гаспадаркі часткова разглядалася намі раней (гл., напрыклад, § 9). Асабліва важна шырокае выкарыстанне труб з пластмас для арашэння палёў і забеспячэння ферм вадой, прымяненне палімерных плёнак (напрыклад, з поліэтылену) для захоўвання ўгнаенняў на месцы і пры перавозках на аўтамашынах, для захавання сіласу ў буртах, мульчыравання глебы, высцілання ірыгацыйных каналаў, у будаўніцтве парнікоў і г. д.

Пытанні і практыкаванні

13. Ахарактарызуйце асноўныя напрамкі хімізацыі сельскай гаспадаркі.
14. Якія вам вядомы арганічныя рэчывы, што прымяняюцца ў якасці:
    а) інсектыцыдаў,
    б) гербіцыдаў,
    в) пратравы для насення?

Прывядзіце іх структурныя формулы і дайце кароткую характарыстыку.

15. Як растлумачыць паходжанне назваў:
    а) гептахлор,
    б) актаметыл?
16. Як хімія дапамагае павялічыць колькасць бялку ў корме жывёл?
17. Чаму карбамід нельга дабаўляць у корм коням, свінням, птушкам?

§ 53. ВЫТВОРЧАСЦЬ ПАЛІМЕРНЫХ МАТЭРЫЯЛАЎ

Мы знаёміліся з трыма асноўнымі групамі палімерных сінтэтычных матэрыялаў — пластмасамі, каўчукамі і хімічнымі валокнамі. Неабходнасць шырокага развіцця вытворчасці гэтых матэрыялаў дыктуецца патрэбамі самых розных галін народнай гаспадаркі.

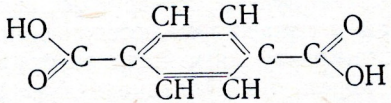
Аўтамабіле- і самалётабудаванне патрабуюць матэрыялаў з трываласцю сталі і нізкай удзельнай вагой, лёгкага і небіткога шкла. Электра- і радыётэхнічнай прамысловасці патрэбны надзейныя электраізаляцыйныя матэрыялы. Машынабудаванню неабходны матэрыялы, якія маюць высокія механічныя ўласцівасці і лёгка апрацоўваюцца. Хімічная прамысловасць мае патрэбу ў матэрыялах, якія вызначаюцца трываласцю і на якія не дзейнічаюць агрэсіўныя рэчывы. Жыллёвае будаўніцтва патрабуе лёгкіх, трывалых, цепла- і гукаізаляцыйных матэрыялаў. Для вырабаў бытавога прызначэння патрэбны матэрыялы вонкава прыгожыя і г. д.

Усе гэтыя разнастайныя патрабаванні можна задаволіць пры дапамозе палімераў. Сярод разгледжаных палімераў мы сустракалі матэрыялы, якія сумяшчаюць трываласць з лёгкасцю, празрыстасць без крохкасці, высокія электраізаляцыйныя ўласцівасці з іншымі якасцямі. Нам вядомы матэрыялы хімічна больш устойлівыя, чым золата і плаціна; матэрыялы з вельмі нізкім або, наадварот, з вельмі высокім каэфіцыентам трэння; каўчукі больш бензаўстойлівыя, чым натуральныя; валокны, якія перавышаюць па трываласці прыродныя, і г. д.

Сінтэтычныя матэрыялы набываюць усё большае значэнне ў нашым тэхнічным прагрэсе, паколькі прымяненне іх дае магчымасць ажыццявіць карэнныя якасныя пераўтварэнні ў розных галінах вытворчасці. З атрыманнем сінтэтычных матэрыялаў стала магчымым бурнае развіццё такіх галін тэхнікі, як атамная энергетыка, радыёэлектроніка, рэактыўная тэхніка і іншыя. Шырокае выкарыстанне палімерных матэрыялаў у лёгкай прамысловасці дае магчымасць паўней задавальняць патрэбы насельніцтва ў адзенні, абутку, прадметах хатняга ўжытку і г. д. Камуністычная партыя і Савецкі ўрад праяўляюць велізарныя клопаты аб развіцці вытворчасці сінтэтычных матэрыялаў. К 1980 г. іх выпуск у нас узрасце да грандыёзных маштабаў: вытворчасць сінтэтычных смол і пластычных мас павялічыцца за дваццаць гадоў прыкладна ў 60 разоў, а штучных і сінтэтычных валокнаў — прыкладна ў 15 разоў. У гэта сямігоддзе выпуск пластычных мас і сінтэтычных смол дасягне 3,5—4 млн. *т* у год, а хімічных валокнаў — 1 млн. 350 тыс. *т*.

Асартымент палімерных матэрыялаў, якія прымяняюцца ў цяперашні час, вядома, значна багацейшы за той, што мы вывучылі. Сярод сінтэтычных валокнаў сталі досыць вядомымі лаўсан і нітрон.

Лаўсан атрымліваецца полікандэнсацыяй двухасноўнай тэрэфталевай кіслаты



і этыленгліколя $HOCH_2—CH_2OH$. Паміж малекуламі гэтых рэчываў шматразова праходзіць рэакцыя этэрыфікацыі, у выніку якой атрымліваецца высокамалекулярнае рэчыва лінейнай структуры. Складзіце ўраўненне гэтай рэакцыі полікандэнсацыі.

Валакно лаўсан вельмі трывалае, хімічна стойкае, не падаецца атмасферным уздзеянням. Яно добра захоўвае нададзеную форму, што дазваляе выпускаць тканіны, якія не мнуцца, і вырабы з пастаяннай складкай (касцюмы, плісэ). З лаўсану атрымліваюць высакаякасныя тканіны для паліто і касцюмаў (у сумесі з шэрсцю), для лёгкага адзення, гардзіны, абівачныя матэрыялы, кіслотатрывалыя тэхнічныя тканіны.

Валакно нітрон вызначаецца мяккасцю, пушыстасцю і больш, чым іншыя валокны, падобна на натуральную шэрсць. Яно больш трывалае за шэрсць, вызначаецца цепластойкасцю, з'яўляецца ўстойлівым у адносінах да атмасферных уздзеянняў. З яго вырабляюць тканіны для касцюмаў, трыкатаж, штучныя футры і да т. п.

Кожнае з хімічных валокнаў характарызуецца той ці іншай сукупнасцю ўласцівасцей. Аб асноўнай іх уласцівасці — трываласці можна меркаваць па даных табліцы 13.

Табліца 13

Параўнальная трываласць валокнаў

Валокны	Разрыўная даўжыня (у км)[1]
Шэрсць	12—14
Натуральны шоўк	27—32
Бавоўна	27—36
Віскознае звычайнае	15—20
Віскознае высокатрывалае (корд)	40—50
Нітрон	25—40
Лаўсан	35—50
Капронавае звычайнае	45—50
Капронавае звыштрывалае (корд)	55—70

Многа новых матэрыялаў, апрача тых, з якімі мы знаёміліся, можна сустрэць і сярод пластмас.

Выпускаюцца, напрыклад, звышлёгкія сінтэтычныя матэрыялы — *пенапласты*. Іх атрымліваюць, награваючы сумесь пластмасы з рэчывамі, здольнымі даваць газападобныя прадукты. Газы ўспеньваюць размякчаную пластмасу, пасля застывання яна пранізана велізарнай колькасцю малюсенькіх пор. Такая пластмаса можа быць у сотні разоў лягчэйшая за сталь, у некалькі разоў лягчэйшая, чым корак, і з'яўляецца вельмі добрым цепла- і гукаізалюючым матэрыялам. Пенапласты прымяняюцца для вырабу выратавальных і пераправачных сродкаў на водным транспарце, сядзенняў для мэблі, перагародак пры будаўніцтве жылых памяшканняў, у авіябудаванні, вагонабудаванні і г. д.

Пластмасы з напаўняльнікам з тонкага шкляного валакна — *шклапласты* — вызначыліся асаблівай трываласцю. У разліку на адзінку вагі па трываласці яны значна перавышаюць сталь і таму прымяняюцца для сілавых канструкцый, для вырабу лёгкіх і трывалых аўтамабільных і аўтобусных кузаваў, дэталей самалё-

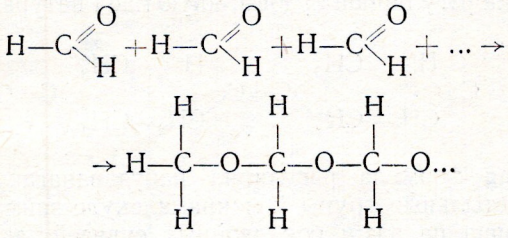
[1] Разрыўная даўжыня ў кіламетрах — гэта даўжыня валакна, пры якой адбываецца разрыў яго пад дзеяннем уласнай вагі.

таў (фюзеляж, канцы крылляў, хваставое апярэнне), у вытворчасці ракет далёкага дзеяння і г. д.

Адкрываюцца самыя нечаканыя галіны прымянення палімераў. Напрыклад, выкарыстанне іх у *медыцыне* ўжо далёка не абмяжоўваецца вырабам зубных пратэзаў, пратэзаў частак твару і канечнасцей. Трубкі з палімераў пачынаюць прымяняць для замены пашкоджаных участкаў крывяносных сасудаў і стрававода, штучныя плёнкі — для замены пашкоджаных барабанных перапонак і г. д.

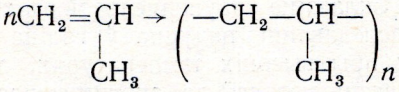
Нягледзячы на наяўнасць значнай колькасці вельмі каштоўных сінтэтычных матэрыялаў, інтэнсіўна вядуцца пошукі новых палімераў.

Полімерызацыяй фармальдэгіду, напрыклад, атрыманы высокамалекулярны прадукт — *поліфармальдэгід*:



Палімер мае вялікую механічную трываласць, высокую цвёрдасць і цеплаўстойлівасць. Таму ён набывае вялікае значэнне ў машынабудаванні.

Пры сінтэзе новых палімераў цяпер усё больш імкнуцца атрымліваць рэчывы з *рэгулярнай прасторавай будовай*. Калі ў палімернай ланцуговай малекуле ёсць замяшчальныя групы, то выяўляецца, што далёка не ўсё роўна, як гэтыя групы размешчаны ў прасторы. Полімерызацыяй прапілену, як мы ведаем, атрымліваюць поліпрапілен:



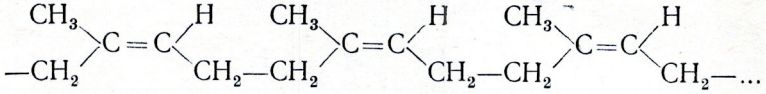
Групы CH_3 у макрамалекуле поліпрапілену могуць размяшчацца або хаатычна і «глядзець» у розныя бакі — угору, уніз, наперад, назад і г. д., або размяшчаюцца ў адным напрамку, у адзін рад, напрыклад усе зверху, усе знізу і г. д. Пры такім упарадкаваным размяшчэнні ў прасторы макрамалекулы могуць цясней прымыкаць адна да адной, шчыльней упакоўвацца. Паміж імі ўзнікаюць у сувязі з гэтым асабліва вялікія сілы прыцяжэння, а адсюль павышэнне механічнай трываласці рэчыва, яго цеплаўстойлівасць і г. д.

Рэгулярна пабудаваны поліпрапілен размякчаецца пры больш высокай тэмпературы, чым поліэтылен. Зусім гэтак жа рэгулярна

пабудаваны полістырол мае больш высокую цеплаўстойлівасць і робіцца не такім крохкім, як звычайны полістырол.

Вялікім дасягненнем палімернай хіміі з'явіўся *сінтэз ізапрэнавага каўчуку*. Сінтэтычныя каўчукі перавышаюць па многіх паказчыках натуральны каўчук, за выключэннем толькі адной уласцівасці — эластычнасці. Між тым гэта ўласцівасць з'яўляецца самай важнай пры выпуску такіх вырабаў з каўчуку, як аўтамабільныя і авіяцыйныя шыны, якія ў час руху шматразова дэфармуюцца. Натуральны каўчук — гэта ізапрэнавы каўчук. Таму вучоныя доўга працавалі над тым, каб полімерызацыяй ізапрэну атрымаць каўчук, які не ўступае па ўласцівасцях натуральнаму.

Гэта ўдалося ажыццявіць у апошнія гады, калі пры дапамозе асобых каталізатараў навучыліся атрымліваць макрамалекулы палімеру той жа рэгулярнай будовы, якую мае і натуральны каўчук:



Структурная формула рэгулярна пабудаванага каўчуку паказвае, што метыльныя групы ў макрамалекуле займаюць аднолькавае становішча па адзін бок двайных сувязей, а метыленавыя групы размешчаны па другі бок.

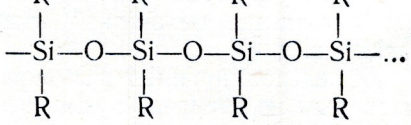
Атрыманы і бутадыенавы каўчук рэгулярнай прасторавай будовы. У адрозненне ад звычайнага бутадыенавага каўчуку, які не мае такой структуры, яго называюць *дывінілавым*.

Вытворчасць каўчукаў рэгулярнай будовы, з прычыны іх высокай якасці, у нашай краіне будзе хутка развівацца.

Сыравінай для атрымання ізапрэнавага каўчуку з'яўляецца ізапентан, які ўтвараецца пры перапрацоўцы нафты. Рэакцыя ператварэння ізапентану ў ізапрэн аналагічная ператварэнню бутану ў бутадыен. Складзіце ўраўненне гэтай рэакцыі дэгідравання.

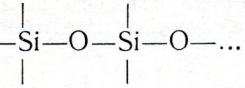
Інтэнсіўныя даследаванні вядуцца ў галіне атрымання палімераў, устойлівых пры высокіх тэмпературах, таму што, бадай, толькі гэта ўласцівасць металаў да апошняга часу не была пераўзыдзена ў палімерах.

У гэтых адносінах цікавымі з'яўляюцца крэмнійарганічныя палімеры. Аснову іх будовы складаюць ланцугі чаргова размешчаных атамаў крэмнію і кіслароду, акаймаваныя вуглевадароднымі радыкаламі (CH_3, C_2H_5 і г. д.):



Каўчук такой будовы вытрымлівае, напрыклад, тэмпературу да 400° С; пры 250° С ён можа служыць доўгі час.

Наяўнасцю сувязей, якія шматразова паўтараюцца,



характарызуецца будова прыродных злучэнняў крэмнію (двухвокісу крэмнію, сілікатаў). Гэтыя злучэнні, як вядома, вытрымліваюць награванне да высокіх тэмператур.

Крэмнійарганічныя палімеры, такім чынам, сумяшчаюць у сабе будову і ўласцівасці неарганічных і арганічных палімераў.

Можна спадзявацца, што на «стыку» неарганічнай і арганічнай хіміі, пры ўключэнні ў палімерныя ланцугі іншых хімічных элементаў, удасца дасягнуць высокай тэрмічнай стойкасці сінтэтычных матэрыялаў, якая адпавядае патрабаванням сучаснай тэхнікі. Ужо атрыманы палімеры, што маюць у сваім саставе такія элементы, як тытан, алюміній, бор і іншыя. Падобныя злучэнні, якія ўключаюць разнастайныя элементы перыядычнай сістэмы, маюць агульную назву *элементаарганічных злучэнняў*.

Нягледзячы на вялікую разнастайнасць сінтэтычных палімераў, у іх застаецца тое *агульнае*, што мы выявілі пры вывучэнні асобных прадстаўнікоў. Малекулярная вага для кожнага палімеру характарызуецца некаторай сярэдняй велічынёй. Палімеры маюць пераважна лінейную або прасторавую структуру. Яны вызначаюцца тэрмапластычнасцю або тэрмарэактыўнасцю; ад гэтага залежыць спосаб іх перапрацоўкі ў вырабы. У аснове сінтэзу палімераў ляжаць галоўным чынам дзве рэакцыі — полімерызацыя і полікандэнсацыя. У выпуску палімерных вырабаў карыстаюцца або чыстымі палімерамі, або іх складанымі камбінацыямі з іншымі матэрыяламі.

Грандыёзныя перспектывы развіцця ў краіне вытворчасці сінтэтычных матэрыялаў і іншых галін хімічнай прамысловасці, намечаныя XXII з'ездам партыі і снежаньскім (1963 г.) Пленумам ЦК КПСС, патрабуюць вялікай колькасці добра падрыхтаваных кадраў хімікаў. Для паспяховай работы ў сучаснай хімічнай вытворчасці патрэбны глыбокія і рознабаковыя веды. Перад выпускнікамі сярэдняй школы адкрываюцца шырокія перспектывы творчага ўдзелу ў развіцці хімічнай вытворчасці і далейшага павышэння сваіх хімічных ведаў. Гэта будзе высакародная і радасная праца, таму што стваральная хімія адыгрывае ўсё ўзрастаючую ролю ў жыцці народа, у вырашэнні тых вялікіх задач, якія пастаўлены перад нашай краінай Праграмай Камуністычнай партыі.

Пытанні і практыкаванні

18. Чым адрозніваюцца па будове і ўласцівасцях пластмасы, каўчукі і валокны і што ў іх агульнага?

19. Прывядзіце прыклады палімераў, якія маюць: а) лінейную, б) прасторавую структуру. Напішыце іх структурныя формулы.

20. Валакно нітрон, якое больш за іншыя валокны падобна да шэрсці, атрымліваюць з прадукту полімерызацыі акрыланітрылу $CH_2=\underset{\displaystyle CN}{\underset{|}{CH}}$. Складзіце ўраўненне полімерызацыі акрыланітрылу.

21. Валакно вінол, якое адрозніваецца ад іншых сінтэтычных валокнаў тым, што яно добра ўбірае вільгаць і дае таму вельмі носкія ў гігіенічных адносінах тканіны, мае будову

$$-CH_2-\underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{CH}}-CH_2-\underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{CH}}-CH_2-\underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{CH}}- \ldots$$

Запішыце кароткую структурную формулу гэтага палімеру. Полімерызацыяй якога манамеру, на вашу думку, можна атрымаць гэта рэчыва? (На самай справе яно атрымліваецца іншым шляхам.)

22. Якія вам вядомы: а) тэрмапластычныя, б) тэрмарэактыўныя палімеры? Якімі спосабамі тыя і іншыя перапрацоўваюцца ў вырабы?

23. Дайце кароткую характарыстыку вядомых вам: а) пластмас, б) каўчукаў, в) сінтэтычных валокнаў.

24. Раскажыце аб вядомых вам дасягненнях у атрыманні сінтэтычных матэрыялаў.

Заданне

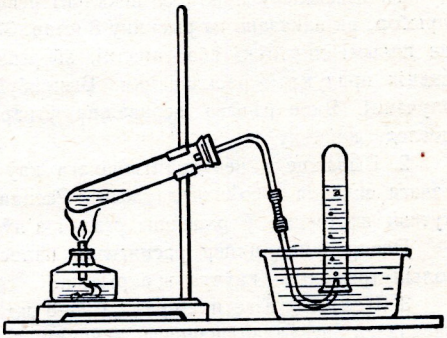
На аснове абагульнення вывучанага курса і дадатковых крыніц, якія назваў настаўнік, падрыхтуйце паведамленне на тэму «Роля арганічнай хіміі ў стварэнні матэрыяльна-тэхнічнай базы камунізма».

ЛАБАРАТОРНЫЯ ДОСЛЕДЫ

1. Атрыманне этылену і доследы з ім

Этылен у лабараторыі атрымліваюць пры награванні этылавага спірту з канцэнтраванай сернай кіслатой.

1. Збярыце прыладу, як паказана на рысунку 51, і праверце яе герметычнасць. Наліце ў шырокую прабірку (колбу) 5 *мл* выдадзенай вам сумесі спірту з сернай кіслатой (на 1 аб'ём спірту 3 аб'ёмы сернай кіслаты), змясціце ў сумесь крыху пяску або пемзы, каб пазбегнуць штуршкоў вадкасці пры кіпенні, заткніце прабірку коркам з газаадводнай трубкай і ўмацуйце ў штатыве, як паказана на рысунку. Награвайце сумесь **(асцярожна!)**.



Рыс. 51. Атрыманне этылену.

2. Пасля таго як паветра будзе выцеснена з прабіркі, збярыце этылен, што вылучаецца, у дзве прабіркі па спосабу выцяснення вады. Прабіркі заткніце коркамі і пастаўце ў штатыў.

3. Выньце газаадводную трубку з вады і, выдаліўшы з яе ваду лёгкім патрэсваннем, падпаліце газ, які пры гэтым вылучаецца. Свеціцца ці не свеціцца полымя пры гарэнні этылену?

Патушыце спіртоўку. Гарэнне этылену паступова спыніцца.

4. У адну прабірку з этыленам прыліце 1—2 *мл* бромнай вады, заткніце прабірку коркам і страсяніце. Што назіраеце? Растлумачце гэту з'яву. Напішыце ўраўненне рэакцыі.

5. У другой прабірцы выпрабуйце газ падкісленым растворам марганцавакіслага калію. Што назіраеце? Растлумачце назіранне.

Які вывад аб хімічных уласцівасцях этылену можна зрабіць?

2. Уласцівасці поліэтылену

1. Узор поліэтылену (гранулы, кавалачак плёнкі, пласцінку, корак ад бутэлькі і г. д.) змясціце ў шклянку з вадой. Ці тоне палімер у вадзе? Што можна сказаць аб яго ўдзельнай вазе на падставе дадзенага доследу?

2. Узор поліэтылену нагрэйце нямоцна (трымаючы яго абцугамі) над полымем спіртоўкі або газавай гарэлкі. Назірайце паступовае размякчэнне палімеру і затым плаўленне яго. Шкляной або драўлянай палачкай змяніце форму размякчанага поліэтылену і дайце яму астыць. Паспрабуйце змяніць форму ўзору пры звычайнай тэмпературы.

Якая ўласцівасць поліэтылену ляжыць у аснове назіраемых з'яў? Пры якіх умовах гэта ўласцівасць праяўляецца? Якое практычнае значэнне яна мае?

3. Падпаліце ўзор поліэтылену. Звярніце ўвагу, ці гарыць ён па-за полымем, якога колеру полымя, ці ўтвараецца пры гэтым сажа. Ці маюць прадукты гарэння пах?

4. У прабіркі з бромнай вадой і растворам марганцавакіслага калію змясціце гранулы або дробныя кавалачкі поліэтылену. Назірайце, ці адбываецца змяненне афарбоўкі растворaў.

5. У прабірку з канцэнтраванымі растворамі сернай кіслаты і шчолачы змясціце здробненыя кавалачкі поліэтылену. Назірайце, ці дзейнічаюць гэтыя рэчывы на палімер. Які вывад аб хімічных уласцівасцях палімера можна зрабіць на падставе праведзеных доследаў?

3. Уласцівасці каўчуку і рызіны

1. Змясціце ў прабірку некалькі невялікіх кавалачкаў каўчуку і збярыце прыбор, як паказана на рысунку 8 (стар. 37). Награваючы прабірку з каўчукам на полымі спіртоўкі або гарэлкі, збярыце ў прабірцы-прыймальніку 1—2 *мл* вадкіх прадуктаў раскладання. Выпрабуйце, ці змяшчаюцца ў іх негранічныя злучэнні. Якое рэчыва пераважна ўтвараецца пры раскладанні ўзятага для доследу каўчуку?

2. Выражце з невулканізаванага каўчуку і рызіны тонкія палоскі аднолькавага сячэння і роўнай даўжыні. Расцягніце іх і затым адпусціце. Які ўзор хутчэй вяртаецца ў ранейшы стан і з'яўляецца, значыць, больш эластычным?

Паспрабуйце цяпер расцягваць палоскі да разрыву іх. Што з'яўляецца больш трывалым: каўчук або рызіна?

3. Наліце ў дзве прабіркі на 2—3 *мл* бензіну. У адну з прабірак змясціце кавалачак невулканізаванага каўчуку, а ў другую — такой жа велічыні кавалачак рызіны. Заткніце прабіркі коркамі і пакіньце да наступных заняткаў. Якія змяненні адбыліся з каўчукам і рызінай? Чым растлумачыць розніцу ў растваральнасці каўчуку і рызіны?

4. Уласцівасці бензолу

1. Наліце ў адну прабірку прыкладна 1 *мл* бензолу, у другую — столькі ж вады. У абедзве прабіркі змясціце па маленькаму кавалачку топленага масла або па некалькі кропель алею. Узбоўтайце змесціва прабірак; пастаўце іх поруч

у стойку для прабірак. Што можна сказаць аб растваральнасці тлушчу ў бензоле і вадзе?

2. У дзве прабіркі наліце па 0,5 *мл* бензолу. У адну прабірку дабаўце бромную ваду, у другую — раствор марганцавакіслага калію. Устрэсвайце змесціва прабірак і дайце вадкасці адстояцца. Што назіраеце? Растлумачце назіранні.

5. Уласцівасці стыролу і палістыролу

1. Да 0,5 *мл* стыролу ў прабірцы прыліце бромнай вады і сумесь узбоўтайце. Вынікі доследу параўнайце з адносінамі бензолу да бромнай вады. Складзіце ўраўненне рэакцыі.

2. Выпрабуйце, ці рэагуе стырол з растворам марганцавакіслага калію. Як растлумачыць вынік доследу?

3. У прабірку з 2—3 *мл* бензолу або дыхлорэтану змясціце здробненыя кавалачкі палістыролу. Назірайце пры ўстрэсванні прабіркі змяненні, якія адбываюцца з палімерам. Змажце атрыманым растворам або растваральнікам канцы пласцінак палістыролу (напрыклад, ад разбітай разеткі) і, паклаўшы іх адна на адну, сцісніце пальцамі або пакладзіце пад груз. Праз некалькі мінут спрабуйце раз'яднаць пласцінкі. Растлумачце назіраемую з'яву.

4. Нагрэйце нямоцна кавалачак палістыролу над полымем гарэлкі або на азбеставанай сетцы. Праверце, ці лёгка ён дэфармуецца, ці захоўвае нададзеную форму пасля ахаладжэння. Якая ўласцівасць палістыролу праяўляецца ў гэтым доследзе?

Варыянт доследу. Тонкі кавалачак палістыролу апусціце на некалькі мінут у кіпячую ваду. Ці размякчаецца палістырол пры гэтых умовах? Для параўнання такім жа спосабам выпрабуйце поліэтылен. Што можна сказаць аб цеплаўстойлівасці палістыролу на падставе дадзенага доследу?

5. Падпаліце кавалачак палістыролу. Праверце, ці гарыць ён па-за полымем, ці ўтвараецца пры гэтым сажа, ці маюць прадукты гарэння пах.

6. Дробныя кавалачкі палістыролу змясціце ў прабірку і збярыце прыбор, як паказана на рысунку 8 (стар. 37). Награвайце прабірку паступова на голым полымі. Назірайце за зменамі палістыролу. У прабірцы, якая ахалоджваецца вадой, збіраецца стырол, што ўтвараецца пры раскладанні палімеру. Прымесямі ён афарбаваны ў жоўты колер. Дослед не трэба даводзіць да раскладання ўсяго палімеру, таму што пры гэтым утвараецца многа пабочных прадуктаў.

Выпрабуйце атрыманы манамер бромнай вадой або растворам марганцавакіслага калію. Складзіце ўраўненне дэполімерызацыі палістыролу.

6. Уласцівасці гліцэрыну

1. Да 1 *мл* вады ў прабірцы прыліце роўны аб'ём гліцэрыну і ўзбоўтайце сумесь. Затым дабаўце яшчэ столькі ж гліцэрыну. Што можна сказаць аб растваральнасці яго ў вадзе?

2. На ліст фільтравальнай паперы нанясіце 2—3 кроплі гліцэрыну і асобна — некалькі кропель вады. Назірайце час ад часу, якая вадкасць хутчэй выпарыцца. Як растлумачыць вынікі доследу?

3. Да 2 *мл* раствору шчолачы ў прабірцы прыбаўце некалькі кропель раствору меднага купарвасу. Да асадку гідрату вокісу медзі прыліце гліцэрыну і сумесь узбоўтайце. Якія змяненні адбыліся? Напішыце ўраўненні рэакцый.

7. Уласцівасці фенолу

1. Змясціце ў прабірку некалькі крышталікаў фенолу (не браць рукамі!) і прыбаўце 3—5 *мл* вады. Узбоўтайце змесціва прабіркі. Ці растварыўся цалкам фенол у вадзе?

2. Праверце, ці змяняецца растваральнасць фенолу ў вадзе пры награванні сумесі і яе паступовым ахаладжэнні.

3. Да атрыманай у першым доследзе мутнай вадкасці (сумесі фенолу з вадой) прыбаўце некалькі кропель раствору шчолачы і ўзбоўтайце. Што назіраецца? Растлумачце гэту з'яву.

4. Прыбаўце да атрыманага раствору крыху кіслаты (сернай або салянай). Растлумачце прычыну памутнення раствору. Складзіце ўраўненні гэтай і папярэдняй рэакцый.

5. Спаласніце прабірку празрыстым растворам фенолу і прыліце ў яе канцэнтраваную бромную ваду да з'яўлення белай муці. Растлумачце назіраемую з'яву. Складзіце ўраўненне рэакцыі.

Указанне. Прабіркі і рукі пасля доследаў з фенолам старанна вымыйце.

8. Акісленне спірту ў альдэгід

1. На канцы меднага дроту зрабіце 5—6 віткоў спіралі.

2. Наліце ў прабірку некалькі кропель метылавага або этылавага спірту, напаліце медную спіраль у полымі спіртоўкі, каб медзь пакрылася чорным налётам вокісу, і хутка апусціце спіраль у прабірку са спіртам. Паўтарыце гэту аперацыю некалькі разоў. Звярніце ўвагу на пах утворанага альдэгіду і на змяненні, якія адбываюцца са спіраллю.

3. Складзіце ўраўненні рэакцый акіслення медзі пры напальванні і акісленні спірту ў альдэгід вокісам медзі.

9. Уласцівасці фармальдэгіду

1. Старанна вымыйце прабірку вадой. Наліце ў яе 2—3 *мл* аміячнага раствору вокісу серабра[1] і дабаўце па сценцы 4—5 кропель фармаліну. Пасля гэтага змясціце прабірку ў загадзя падрыхтаваную шклянку з гарачай вадой. На сценках прабіркі павінен утварыцца асадак металічнага серабра. Складзіце ўраўненне рэакцыі.

---

[1] Аміячны раствор вокісу серабра рыхтуюць, прыліваючы да 2-працэнтнага раствору азотнакіслага серабра $AgNO_3$ раствор аміяку (25-працэнтны раствор, разбаўлены дыстыляванай вадой у 10 разоў) да растварэння асадку, які ўтвараецца спачатку.

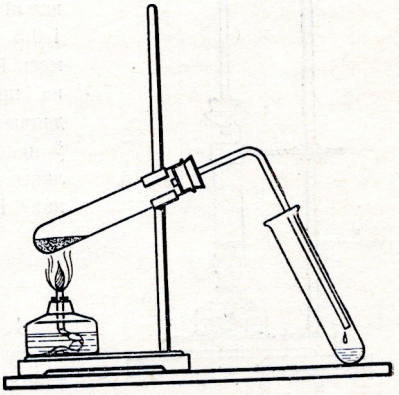
2. У прабірку да 3—4 кропель раствору меднага купарвасу прыбаўце 2—3 *мл* раствору едкага натру. Да ўтворанага асадку прыліце 2—3 *мл* фармаліну і сумесь нагрэйце. Як змяняецца колер асадку? Складзіце ўраўненні рэакцый узаемадзеяння сернакіслай медзі са шчолаччу і рэчыва, якое пры гэтым утварылася, з фармальдэгідам, калі ў працэсе апошняй рэакцыі атрымліваюцца закіс медзі і мурашыная кіслата.

10. Атрыманне і ўласцівасці воцатнай кіслаты

1. Змясціце ў прабірку крыху воцатнакіслага натрыю і прыбаўце прыкладна 2 *мл* канцэнтраванай сернай кіслаты. Прабірку заткніце коркам з газаадводнай трубкай, свабодны канец якой апусціце ў пустую прабірку (рыс. 52). Награвайце сумесь на полымі спіртоўкі да таго часу, пакуль у прабірцы-прыймальніку збярэцца некаторая колькасць вадкасці. Звярніце ўвагу на пах воцатнай кіслаты.

2. Сабраную кіслату падзяліце на дзве часткі. Адну частку выпрабуйце растворам лакмусу і нейтралізуйце шчолаччу. Другую частку разбаўце крыху вадой і ў атрыманы раствор змясціце кавалачак стужкі або парашок магнію. Што назіраеце? Складзіце ўраўненні рэакцый.

3. Прарабіце рэакцыі воцатнай кіслаты з вокісам якога-небудзь металу і соллю.



Рыс. 52 Атрыманне воцатнай кіслаты

11. Уласцівасці вышэйшых карбонавых кіслот і іх солей

1. Падрыхтуйце ў прабірцы пры награванні водны раствор звычайнага гаспадарчага мыла (настругаўшы крыху яго для гэтай мэты ў выглядзе тонкіх стружак).

2. Наліце ў прабірку 3—4 *мл* раствору мыла і прыбаўце да яго салянай кіслаты да ўтварэння асадку. Што сабой нагадвае асадак? Складзіце ўраўненне рэакцыі.

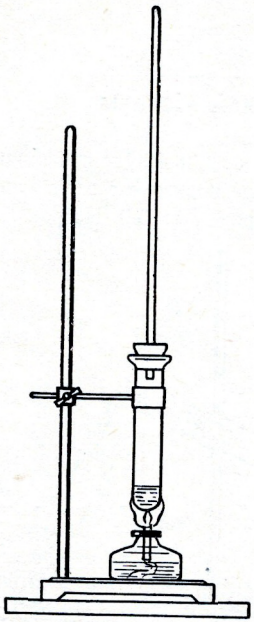
3. Аддзяліўшы кіслоты ад астатняй вадкасці, праверце, ці рэагуюць яны са шчолаччу.

4. Да 3—4 *мл* раствору мыла ў прабірцы прыліце раствор хлорыстага кальцыю. Што назіраеце? Напішыце ўраўненне рэакцыі. Якая ўласцівасць мыла ілюструецца дадзеным доследам?

5. Дакажыце доследным шляхам, што алеінавая кіслата з'яўляецца кіслатой негранічнай.

12. Атрыманне складаных эфіраў

1. Наліце ў прабірку па 2 *мл* канцэнтраванай воцатнай кіслаты і этылавага спірту, дабаўце 0,5 *мл* канцэнтраванай сернай кіслаты. Прабірку заткніце коркам з доўгай вертыкальнай трубкай-халадзільнікам (рыс. 53). Награвайце сумесь (не моцна, асцярожна!) на працягу 4—5 *мін*. Затым дайце вадкасці астыць і прыліце ў прабірку 2—3 *мл* насычанага раствору спажыўной солі.



Рыс. 53. Атрыманне складаных эфіраў.

Воцатнаэтылавы эфір не растваряецца ў растворы спажыўной солі і збіраецца слоем зверху. Звярніце ўвагу на яго пах. Напішыце ўраўненне рэакцыі.

2. У прабірку наліце па 2 *мл* канцэнтраванай воцатнай кіслаты і ізаамілавага спірту і 0,5 *мл* канцэнтраванай сернай кіслаты. Сумесь перамяшайце, награвайце не вельмі моцна на працягу 5—6 *мін* (асцярожна!), не даводзячы да кіпення, затым дайце астыць і выліце ў прабірку з вадой. Атрыманы воцатнаізаамілавы эфір збіраецца на паверхні. Ці мае ён пах? Напішыце ўраўненне рэакцыі.

13. Уласцівасці тлушчаў

1. У тры прабіркі наліце па 1 *мл* вады, спірту і бензіну і змясціце ў іх прыкладна па аднолькаваму кавалачку цвёрдага тлушчу або па некалькі кропель алею. Назірайце, што адбываецца пры ўстрэсванні прабірак. У якой вадкасці тлушчы лепш растваряюцца?

2. Некалькі кропель раствору тлушчу ў спірце і бензіне нанясіце на фільтравальную паперу. Што назіраецца пасля выпарэння растваральніку?

14. Уласцівасці глюкозы

1. У прабірку да 3—5 кропель раствору меднага купарвасу прыліце 2—3 *мл* раствору едкага натру. Да атрыманага такім чынам асадку гідрату вокісу медзі прыліце роўны аб'ём раствору глюкозы і сумесь узбоўтайце. Як змянілася афарбоўка раствору? Аб чым гэта сведчыць?

2. Нагрэйце змесціва прабіркі. Як змяняецца афарбоўка асадку? Аб наяўнасці якой функцыянальнай групы ў малекуле глюкозы гаворыць гэты дослед? Складзіце ўраўненне рэакцыі акіслення глюкозы гідратам вокісу медзі.

3. Да аміячнага раствору вокісу серабра, налітага ў чыстую прабірку, дабаўце палавіну гэтай колькасці раствору глюкозы. Нагрэйце сумесь асцярожна над полымем спіртоўкі (награванне павінна быць раўнамерным і павольным). Што назіраеце? Растлумачце назіраемую з'яву.

15. Гідроліз цукрозы

1. Атрымайце ў прабірцы гідрат вокісу медзі $Cu(OH)_2$, як было паказана вышэй, прыбаўце да яго раствор цукру і нагрэйце. Ці адбываецца аднаўленне гідрату вокісу медзі ў закіс медзі?

2. Наліце ў чыстую прабірку 2—3 *мл* раствору цукру, дабаўце туды 2—3 кроплі разбаўленай сернай кіслаты і пракіпяціце сумесь на працягу некалькіх мінут.

3. Зноў атрымайце гідрат вокісу медзі, дабаўце да яго раствор цукру, які кіпяцілі з сернай кіслатой, папярэдне нейтралізаваўшы кіслату шчолаччу, і сумесь нагрэйце. Якія змяненні пры гэтым адбываюцца? Дайце ім тлумачэнні. Складзіце ўраўненні рэакцый.

16. Уласцівасці крухмалу

1. Насыпце ў прабірку добра расцёртага крухмалу, прыліце вады і добра ўзбоўтайце. Выліце сумесь павольна, памешваючы яе, у загадзя падрыхтаваную ў шклянцы гарачую ваду і пракіпяціце яе яшчэ раз. Утвараецца крухмальны клейстар.

2. Нагрэйце ў прабірцы крухмальны клейстар са свежаасаджаным гідратам вокісу медзі. Ці аднаўляецца гідрат вокісу медзі крухмалам?

3. Добра разжуйце кавалачак чорнага хлеба. Змочаны слінай хлеб пакладзіце ў прабірку, прыбаўце туды некалькі кропель раствору сернакіслай медзі і раствору шчолачы, каб атрымаўся асадак гідрату вокісу медзі. Нагрэйце сумесь. Што назіраеце? Растлумачце назіранні.

17. Уласцівасці аніліну

1. У прабірку з 5 *мл* вады прыбаўце 7—8 кропель аніліну. Сумесь узбоўтайце. Ці растварыўся анілін у вадзе? Дабаўце ў прабірку кроплямі саляную кіслату. Чаму растваряецца анілін? Да атрыманага раствору дабаўце канцэнтраваны раствор шчолачы. Чаму анілін зноў вылучаецца з раствору? Складзіце ўраўненні рэакцый.

2. У прабірку з 5 *мл* вады ўнясіце кроплю аніліну і сумесь узбоўтайце. Да атрыманага раствору прыліце па кроплях бромную ваду да з'яўлення белага асадку. Складзіце ўраўненне рэакцыі браміравання аніліну. Ці рэагуюць падобным чынам з бромнай вадой: а) бензол, б) фенол? Чым абумоўліваецца гэта ўласцівасць аніліну?

3. Атрымайце раствор аніліну, як у папярэднім доследзе, разбаўце яго вадой (1 : 3). Дабаўце 2—3 кроплі гэтага раствору да прафільтраванага раствору хлорнай вапны. З'яўляецца характэрная для аніліну фіялетавая афарбоўка.

Указанне. Прабіркі і рукі пасля доследаў з анілінам старанна вымыйце.

18. Уласцівасці карбаміду (мачавіны)

1. Каля 0,5 *г* карбаміду растварыце ў 2—3 *мл* вады, разліце раствор у дзве прабіркі.

2. Да адной часткі раствору карбаміду асцярожна дабаўце ўдвая меншы аб'ём канцэнтраванай азотнай кіслаты. Узбоўтайце сумесь і ахаладзіце ў халоднай вадзе. Што назіраеце? Якое рэчыва выпадае ў асадак?

3. Да другой часткі раствору карбаміду дабаўце двайны аб'ём празрыстай барытавай вады і сумесь пракіпяціце. Што назіраеце? Газападобны прадукт рэакцыі выпрабуйце пры дапамозе вільготнай лакмусавай паперкі і па паху. Якое гэта рэчыва? У выніку вылучэння якога іншага прадукту рэакцыі ўтварыўся асадак вуглякіслага барыю? Складзіце ўраўненні гідролізу карбаміду і іншых рэакцый, якія назіраліся ў доследзе.

19. Атрыманне нітак капрону

Пры дапамозе абцугоў або трымальніка для прабірак нагрэйце злёгку над полымем кавалачак капронавай смалы або згорнутыя ў шчыльны камячок абрыўкі трыкатажнага вырабу. Калі палімер пачне размякчацца, зробіцца вязкім (не нараваць да плаўлення), дакраніцеся да яго лучынкай або шкляной палачкай. Адводзячы затым хутка палачку ўбок, выцягніце тонкую нітку. Дослед паўтарыце некалькі разоў. Якая ўласцівасць палімеру выкарыстоўваецца ў гэтым доследзе?

20. Каляровыя рэакцыі бялкоў

1. Да 2 *мл* раствору бялку ў прабірцы прыбаўце некалькі кропель канцэнтраванай азотнай кіслаты. Утвараецца белы асадак. Нагрэйце змесціва прабіркі, асадак бялку афарбоўваецца ў жоўты колер. Ахаладзіце сумесь і дабаўце асцярожна, па кроплях, канцэнтраваны раствор аміяку (у лішку), афарбоўка робіцца аранжавай.

2. Да 2 *мл* раствору бялку ў прабірцы прыліце роўны аб'ём раствору шчолачы і затым некалькі кропель слабага раствору меднага купарвасу. Бялок афарбоўваецца ў чырвона-фіялетавы колер.

3. Крыху добра раздробненага мяса пракіпяціце з вадой. Адфільтруйце вадкасць праз вату і выпрабуйце пры дапамозе каляровай рэакцыі, ці змяшчаецца ў растворы бялок.

4. Падпаліце некалькі нітак якой-небудзь тканіны і вызначце па паху, баваўняная гэта тканіна ці шарсцяная.

ПРАКТЫЧНЫЯ РАБОТЫ

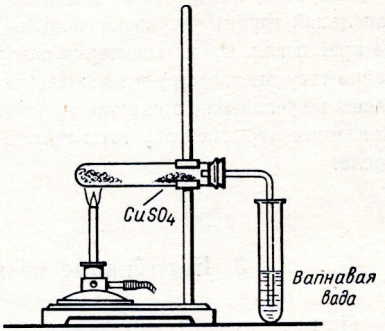
Работа 1. ВЫВУЧЭННЕ ПРАДУКТАЎ ПЕРАПРАЦОЎКІ НАФТЫ І КАМЕННАГА ВУГАЛЮ

1. Якаснае вызначэнне вугляроду і вадароду ў вуглевадародах

Якасны састаў вадкіх і цвёрдых вуглевадародаў, якія атрымліваюцца з нафты, можна вызначыць шляхам акіслення іх вокісам медзі.

Змясціце ў сухую прабірку 1 *г* парашку вокісу медзі і вельмі мала (0,2 *г*) парафіну, керасіну або вазелінавага масла. Вадкія нафтапрадукты павінны намачыць вокіс медзі. Прабірку з парафінам для гэтай мэты трэба падагрэць, каб цвёрды нафтапрадукт расплавіўся.

Надаўшы прабірцы гарызантальнае становішча, унясіце ў яе крыху абязводжанага меднага купарвасу і заткніце коркам з газаадводнай трубкай так, каб парашок сернакіслай медзі знаходзіўся каля корка. Канец газаадводнай трубкі апусціце ў прабірку з вапнавай вадой (рыс. 54).



Рыс. 54. Якаснае вызначэнне вугляроду і вадароду ў вуглевадародах.

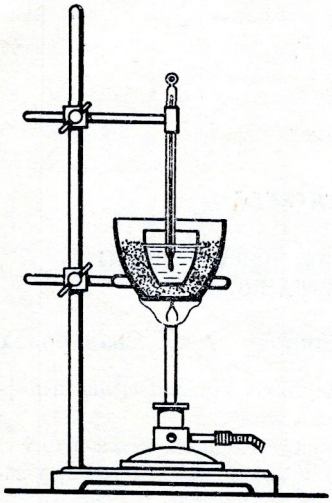
Награвайце нямоцна сумесь рэчываў. Што заўважаеце на сценках прабіркі? Якія змяненні адбываюцца з сернакіслай меддзю і вапнавай вадой?

Спыніце дослед. Пасля таго як прабірка астыне, выдаліце з яе сернакіслую медзь і дастаньце прадукты рэакцыі. У што ператварыўся вокіс медзі пры акісленні вуглевадародаў?

Які вывад можна зрабіць аб якасным саставе нафтапрадуктаў на падставе праведзенага доследу? Складзіце ўраўненне рэакцыі поўнага акіслення вокісам медзі гранічнага вуглевадароду, у састаў малекулы якога ўваходзіць 14 атамаў вугляроду.

2. Вызначэнне тэмпературы ўспышкі нафтапрадуктаў

Важнай характарыстыкай вадкіх нафтапрадуктаў з'яўляецца тэмпература ўспышкі. Гэта тая мінімальная тэмпература, пры якой пара вадкасці ўтварае з паветрам сумесь, лёгкую на загаранне пры паднясенні полымя. Па тэмпературы ўспышкі мяркуюць аб вогненебяспечнасці вадкага паліва і масла.



Рыс. 55. Вызначэнне тэмпературы ўспышкі нафтапрадуктаў.

Вызначаецца тэмпература ўспышкі ў стандартных прыборах. Вы будзеце праводзіць дослед спрошчаным спосабам.

Жалезны або фарфоравы тыгель змясціце ў пясочную лазню, як паказана на рысунку 55. Наліце ў яго вазелінавае, салярavае або машыннае масла, каб узровень вадкасці быў на 10—12 *мм* ніжэй за краі тыгля. Пры наліванні масла не павінна трапляць у пясок і на сценкі тыгля вышэй узроўню вадкасці! Умацуйце тэрмометр у лапцы штатыва так, каб ртутны шарык знаходзіўся ў вадкасці пасярэдзіне тыгля. Для лепшага назірання ўспышкі прыбор павінен знаходзіцца ў крыху зацененым месцы. У якасці запальнага прыстасавання падрыхтуйце тонкую шкляную трубачку з кнотам, насычаным маслам.

Награвайце пясочную лазню і за 10—15° С да чакаемай тэмпературы (даведацца ў настаўніка) паспрабуйце падпаліць пару вадкасці. З гэтай мэтай полымем запальнай трубкі (даўжыня полымя не больш 3—4 *мм*) павольна правядзіце па краі тыгля, не датыкаючыся паверхні масла. Калі ўспышкі не будзе, працягвайце гэту аперацыю праз кожныя 2° С паказанняў тэрмометра, пакуль над вадкасцю не ўспалыхне сіняватае полымя (вадкасць пры гэтым не павінна загарацца). Паказанне тэрмометра ў гэты момант і ёсць тэмпература ўспышкі даследуемага масла.

3. Параўнанне вязкасці змазачнага масла

Пры адсутнасці спецыяльных прыбораў для вызначэння вязкасці можна параўнаць вязкасць рознага масла наступным спрошчаным спосабам.

У прабіркі аднолькавага памеру наліце рознага масла і заткніце коркамі так, каб пад імі застаўся аднолькавы аб'ём паветра, прыкладна 0,5 $см^3$.

Павярніце прабіркі адначасова дном угору. Назірайце за хуткасцю падняцця пузыркоў паветра ў слоі масла.

Чаму дадзены дослед дае магчымасць меркаваць аб адноснай вязкасці масла? Якое масла з узятых вамі больш вязкае, а якое — менш вязкае?

4. Вызначэнне колькасці вільгаці ў цвёрдым паліве

Цвёрдае паліва, апрача асноўнай гаручай часткі, змяшчае вільгаць і мінеральныя рэчывы (яны пасля спальвання паліва ўтвараюць попел).

Здрабніце ў чыгуннай ступцы 1—2 *г* каменнага вугалю. Узважце тыгель з накрыўкай (з дакладнасцю да 0,01 *г*), змясціце ў яго вугаль і зноў узважце. Затым пастаўце тыгель (без накрыўкі) на 1 гадзіну ў сушыльную шафу, папярэдне нагрэтую да 102—105°С. Калі ў лабараторыі ёсць шафа, якая дапускае награванне да 150°С, то пры гэтай тэмпературы тыгель дастаткова вытрымаць у ёй 5—7 *мін.*

Пасля заканчэння вызначанага тэрміну дастаньце тыгель, закрыйце накрыўкай, ахаладзіце спачатку на паветры 2 *мін,* потым у эксікатары да пакаёвай тэмпературы і зноў узважце.

Вынікі доследу запішыце ў табліцу:

Вага тыгля з накрыўкай	
Вага тыгля з накрыўкай і палівам	
Наважка паліва (q)	
Вага тыгля з накрыўкай і палівам пасля прасушкі	
Страты ў вазе паліва (q_1)	

Зрабіце разлік колькасці вільгаці (W) у вугалі (у працэнтах) па формуле

$$W = \frac{q_1 \cdot 100}{q}$$

5. Вызначэнне колькасці лятучых рэчываў у цвёрдым паліве

Лятучымі рэчывамі паліва лічацца газападобныя прадукты, якія утвараюцца пры моцным награванні яго без доступу паветра.

У папярэдне ўзважаны тыгель (з накрыўкай) змясціце каля 1 *г* здробненага ў парашок вугалю з вядомай вільготнасцю (напрыклад, знойдзенай у папярэднім доследзе). Узважце тыгель з вугалем (з дакладнасцю да 0,01 *г*) і змясціце яго на 7 *мін* у папярэдне разагрэтую да 850° С муфельную печ на керамічную падстаўку. Тыгель пры гэтым павінен быць закрыты накрыўкай (яна не перашкаджае выхаду лятучых прадуктаў).

Пасля заканчэння вызначанага тэрміну ахаладзіце тыгель на працягу 5 *мін* на паветры, затым у эксікатары і ўзважце яго з цвёрдым астаткам.

Вынікі доследу запішыце ў табліцу:

Вага тыгля з накрыўкай	
Вага тыгля з накрыўкай і палівам	
Наважка паліва (q)	
Вага тыгля з накрыўкай і палівам пасля прапальвання	
Страты ў вазе паліва (q_1)	
Вільготнасць паліва ў працэнтах (W)	

Вылічыце выхад лятучых рэчываў (V) у працэнтах за вылікам колькасці вільгаці (W) па формуле

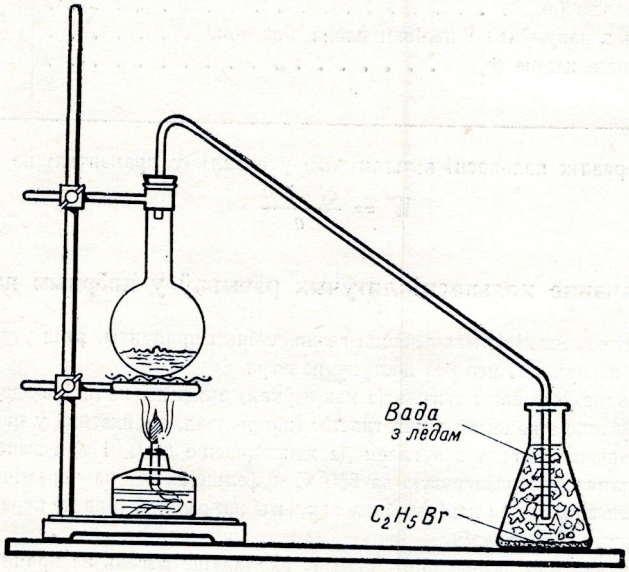
$$V = \frac{q_1 \cdot 100}{q} - W$$

Работа 2. АТРЫМАННЕ БРОМІСТАГА ЭТЫЛУ І СКЛАДАНАГА ЭФІРУ

1. Атрыманне бромістага этылу

Складзіце ўраўненні рэакцый атрымання бромістага этылу з сумесі этылавага спірту, сернай кіслаты і бромістага калію.

Падрыхтуйце для доследу прыладу, як паказана на рысунку 56. Пры наяўнасці падведзенай да лабараторных сталоў вады, замест паветранага халадзільніка лепш карыстацца вадзяным, таму што бромісты этыл лятучы (тэмпература кіпення 38,4° С) і для кандэнсацыі яго патрэбна моцнае ахаладжэнне.



Рыс. 56. Атрыманне бромістага этылу

У колбу ёмістасцю 50—100 *мл* наліце па 5 *мл* этылавага спірту і канцэнтраванай сернай кіслаты **(асцярожна!)**. Пасля таго як разагрэтая сумесь астыне, дабаўце па кроплях 3 *мл* вады і 5 *г* бромістага калію або бромістага натрыю. Заткніце колбу коркам з халадзільнікам, канец якога апусціце ў колбу або прабірку з сумессю лёду і вады.

Награвайце сумесь асцярожна, праз азбеставаную сетку. Сачыце за кандэнсацыяй пары бромістага этылу ў халадзільніку і ўтварэннем слоя цяжкай вадкасці пад вадой у прыймальніку.

Калі ў прыймальнік перастануць пераходзіць масляністыя кроплі, адстаўце яго і спыніце награвание.

Змесціва прыймальніка (без лёду!) пераліце ў дзялільную лейку, дайце вадкасці адстояцца і аддзяліце ніжні слой бромістага этылу. Змясціце яго зноў у дзялільную лейку, прыбаўце вады, узбоўтайце сумесь (заткнуўшы лейку коркам), каб растварыліся ў вадзе прымесі, дайце ёй адстояцца і зноў аддзяліце бромісты этыл.

Калі будзе час, узважце ў бюксе атрыманы прэпарат і вылічыце, які прыкладна атрыманы вамі выхад прадукту ў працэнтах у адносінах да тэарэтычна магчымага выхаду з узятай колькасці этылавага спірту (удзельная вага спірту 0,8).

2. Атрыманне воцатнаэтылавага эфіру.

Складзіце ўраўненне рэакцыі ўтварэння складанага эфіру з воцатнай кіслаты і этылавага спірту.

Для работы скарыстайце прыладу, дадзеную на рысунку 56, крыху відазмяніўшы яе, як паказана вышэй.

Наліце ў колбу па 5 *мл* этылавага спірту і воцатнай кіслаты і 3 *мл* канцэнтраванай сернай кіслаты. Далучыце да колбы вадзяны або паветраны халадзільнік, ніжні канец якога апусціце ў прыймальнік, змешчаны ў сумесь вады з лёдам. Награвайце сумесь у колбе праз азбеставаную сетку **(асцярожна!)**. Калі збярэцца дастатковая колькасць эфіру і перагонка запаволіцца, дослед спыніце.

Каб вызваліць эфір ад прымесі спірту і кіслаты, дабаўце да атрыманага прадукту вады і сумесь узбоўтайце. Затым раздзяліце яе пры дапамозе дзялільнай лейкі. Звярніце ўвагу, што ў дадзеным выпадку слой сінтэзаванага рэчыва ўтвараецца не знізу, а зверху вады.

Работа 3. ТЛУШЧЫ І МЫЮЧЫЯ СРОДКІ

1. Экстрагаванне тлушчаў

Растваральнасцю тлушчаў у арганічных растваральніках карыстаюцца для здабывання алею з насення.

Здрабніце ў фарфоравай ступцы каля 1 *г* сухога льнянога семя або слапечніку, змясціце іх у невялікую колбачку або шырокую прабірку, дабаўце 3—4 *мл* бензіну, дыхлорэтану або чатыроххлорыстага вугляроду і заткніце коркам з доўгай прамой шкляной трубкай у якасці паветранага халадзільніка.

Змясціце колбачку (прабірку) у кіпячую вадзяную лазню і час ад часу ўстрэсвайце сумесь.

Праз 7—8 *мін* разбярыце прыладу, перанясіце крыху раствору на гадзіннікавае шкло і, трымаючы яго над полымем, выпарце растваральнік. Што назіраеце?

Замест гадзіннікавага шкла атрыманы раствор можна нанесці на фільтравальную паперу. Пасля высушвання паперы над полымем застаецца тлушчавая пляма.

2. Атрыманне мыла з тлушчаў

Складзіце ўраўненне рэакцыі атрымання мыла гідролізам тлушчу ў прысутнасці шчолачы.

У фарфоравы кубак або хімічную шклянку змясціце 5 *г* топленага масла або жывёльнага тлушчу (здор, лой) і прыбаўце 12—15 *мл* канцэнтраванага (35—40-працэнтнага) раствору едкага натру.

Награвайце сумесь праз азбеставаную сетку, падтрымліваючы слабае кіпенне і асцерагаючыся распырскавання. Дабаўляйце ваду ў пасудзіну па меры яе выкіпання. Мінут праз 15—20 адбярыце піпеткай крыху вадкасці ў прабірку з гарачай вадой. Калі проба растваряецца, не выдзяляючы кропель тлушчу, амыленне можна лічыць закончаным. У адваротным выпадку награвайце далей і праз некаторы час зноў праверце, ці закончыўся гідроліз.

Прыліце да атрыманага раствору пры памешванні прыкладна 10 *мл* насычанага раствору спажыўной солі. Слой мыла, які вылучыўся на паверхні, збярыце ў анучку і адцісніце.

Вадкасць пасля аддзялення мыла выпрабуйце на прысутнасць гліцэрыну пры дапамозе вядомай вам рэакцыі. Праверце, ці растваряецца мыла ў вадзе і ці ўтварае яно пену. Атрымайце з яго тлустыя кіслоты.

3. Вызначэнне вагавай колькасці тлустых кіслот у мыле

Вызначэнне зводзіцца да выяўлення вагавай колькасці тлустых кіслот, вылучаемых салянай кіслатой з пэўнай наважкі мыла.

Адважце 5 *г* мыла (туалетнага або 72-працэнтнага), нарэжце яго тонкімі палоскамі, змясціце ў хімічную шклянку і заліце 50 *мл* дыстыляванай вады.

Награвайце сумесь праз азбеставаную сетку да поўнага растварэння мыла. Затым прыліце 10 *мл* салянай кіслаты (1 : 1) і награвайце далей на слабым полымі да ўтварэння двух слаёў. Дослед праходзіць больш спакойна, калі ў шклянку апусціць шкляную палачку.

Пасля таго як мыла растворыцца, дайце шклянцы крыху астыць на паветры і затым пастаўце яе ў пасудзіну з халоднай вадой. Калі верхні слой кіслот застыне, выньце палачку са шклянкі і праз утвораную адтуліну зліце вадкасць. Тлустыя кіслоты перанясіце палачкай на фільтравальную паперу. Рэшткі кіслот на сценках шклянкі здыміце нажом. Прасушыце цвёрды прадукт пры дапамозе фільтравальнай паперы.

Узважце атрыманыя тлустыя кіслоты і, ведаючы першапачатковую наважку, вылічыце працэнтную колькасць іх у дадзеным узоры мыла.

4. Параўнанне ўласцівасцей мыла і сінтэтычных мыючых сродкаў

Сінтэтычныя мыючыя сродкі тыпу «Новость» маюць рад пераваг у параўнанні з мылам, якое атрымліваецца з тлушчаў.

Падрыхтуйце па 50 *мл* 1-працэнтных растворaў у дыстыляванай вадзе звычайнага мыла і парашку «Новость».

1. Да растваруў мыла і парашку ў асобных прабірках прыбаўце па 2—3 кроплі раствору фенолфталеіну. Што назіраеце? Якое з мыючых сродкаў лепш прымяніць для мыцця тканін, адчувальных да шчолачаў (напрыклад, шарсцяных)?

2. Наліце ў адну прабірку 2—3 *мл* раствору мыла, у другую — столькі ж раствору парашку «Новость», дабаўце ў прабіркі па некалькі кропель раствору сернай або салянай кіслаты. Што назіраеце? У якім растворы ўтвараецца пена пры ўстрэсванні? Якое з гэтых рэчываў можа захоўваць мыючае дзеянне ў кіслым асяроддзі?

3. У дзве прабіркі наліце па 3—4 *мл* жорсткай вады. У адну прабірку дабаўце кроплямі раствор мыла, у другую — раствор парашку. Пасля кожнай кроплі змесціва прабірак узбоўтвайце. У якім выпадку даводзіцца прыбаўляць больш раствору да ўтварэння ўстойлівай пены? Які прэпарат не страчвае мыючага дзеяння ў жорсткай вадзе?

Работа 4. РАШЭННЕ ЭКСПЕРЫМЕНТАЛЬНЫХ ЗАДАЧ

1. Выдадзены прабіркі: а) з гексанам, б) бензолам, в) стыролам. Вызначце хімічным шляхам, у якой прабірцы знаходзіцца кожнае з гэтых рэчываў.

2. Дакажыце доследным шляхам, што ў састаў поліэтылену ўваходзяць вугляродi вадарод.

3. Поліхлорвініл $(-CH_2-\underset{\displaystyle Cl}{\underset{|}{CH}}-)_n$ пры награванні раскладаецца з вылучэннем хлорыстага вадароду. Дакажыце гэта доследным шляхам.

4. Нагрэйце ў прабірцы крыху сумесі этылавага спірту, канцэнтраванай сернай кіслаты і спажыўной солі. Падпаліце газ, што пры гэтым вылучаецца. Звярніце ўвагу на зялёную афарбоўку полымя. Якое рэчыва гарыць такім полымем?

5. Выдадзены прабіркі: а) з этылавым спіртам, б) растворам гліцэрыну, в) растворам фенолу. Вызначце хімічным шляхам кожнае з гэтых рэчываў.

6. Наліце ў прабірку 1—2 *мл* этылавага спірту, прыбаўце столькі ж раствору марганцавакіслага калію і некалькі кропель сернай кіслаты. Нагрэйце сумесь. Чаму змянілася афарбоўка раствору? Якое рэчыва выяўляецца па паху?

7. У прабірках змяшчаюцца: а) мурашыная, б) воцатная кіслоты. Вызначце хімічным шляхам, дзе знаходзіцца мурашыная кіслата.

8. У адной прабірцы змяшчаецца машыннае масла, атрыманае з нафты, у другой — алей. Вызначце хімічным шляхам, дзе якое рэчыва знаходзіцца.

9. Зыходзячы з этылавага спірту, атрымайце: а) просты эфір, б) альдэгід, в) кіслату, г) складаны эфір.

10. Дакажыце доследным шляхам, што выдадзенае вам рэчыва: а) неграніцны вуглевадарод, б) араматычны вуглевадарод, в) мнагаатамны спірт, г) альдэгід, д) карбонавая кіслата.

11. Выдадзены прабіркі з растворамі: а) гліцэрыну, б) альдэгіду, в) глюкозы. Пры дапамозе адных і тых жа рэактываў вызначце кожнае рэчыва.

12. Дакажыце на доследзе, што звычайны цукар змяшчае вугляродi.

13. Дакажыце доследным шляхам, што: а) бульба і хлеб (белы) змяшчаюць крухмал, б) спелы яблык змяшчае глюкозу.

14. Вызначце пры дапамозе характэрных рэакцый кожнае з трох прапанаваных рэчываў: а) крухмал, бурачны цукар, глюкоза, б) гліцэрын, мыла, крухмал (растворы), в) воцатная кіслата, фенол, этылавы спірт (растворы), г) бензол, бензін (прамой гонкі), крэкінг-бензін.

Работа 5. АТРЫМАННЕ АНІЛІНУ З БЕНЗОЛУ

Неабходны для атрымання аніліну нітрабензол вы павінны атрымаць самі з бензолу. Складзіце ўраўненні адпаведных рэакцый.

1. Атрыманне нітрабензолу

Наліце ў невялікую колбачку 2 *мл* канцэнтраванай азотнай кіслаты і 4 *мл* канцэнтраванай сернай кіслаты. Прыліце да сумесі кіслот кроплямі 2 *мл* бензолу, паступова ўстрэсваючы колбачку. Калі ўвесь бензол будзе прыліты, заткніце колбачку коркам з вертыкальным паветраным халадзільнікам (доўгай шкляной трубкай) і награвайце нямоцна на працягу 15 *мін* на вадзяной лазні, не даводзячы бензол да кіпення.

Каб вылучыць атрыманы нітрабензол, выліце сумесь у шклянку з вадой. Кіслоты пяройдуць у раствор, а нітрабензол, як вадкасць больш цяжкая, збярэцца ўнізе. Зліце асцярожна раствор кіслот з нітрабензолу. Прамыйце нітрабензол яшчэ раз вадой і аддзяліце яго ад вады пры дапамозе дзялільнай лейкі.

2. Атрыманне аніліну

Змясціце ў кругладонную колбачку 5 *г* жалезных апілак; прыліце 1 *мл* канцэнтраванай салянай кіслаты, 4 *мл* вады і нагрэйце колбачку так, каб пачалося бурнае вылучэнне вадароду. Дабаўце 0,5 *мл* атрыманага вамі нітрабензолу, заткніце колбачку коркам з доўгай вертыкальнай трубкай у якасці паветранага халадзільніка; награвайце сумесь на кіпячай вадзяной лазні да знікнення паху нітрабензолу.

Для вылучэння аніліну прыбаўце ў сумесь раствор шчолачы да моцна шчолачнай рэакцыі. Заткніце колбачку коркам з выгнутай газаадводнай трубкай-халадзільнікам; канец яе апусціце ў прабірку, якая ахаладжаецца ў шклянцы з вадой. Нагрэйце полымем гарэлкі пераважна верхнюю частку вадкасці. Анілін пераганяецца ў выглядзе воднай эмульсіі. Каб вылучыць яго, прыбаўце да эмульсіі спажыўной солі, перамяшайце і дайце сумесі адстояцца. Зліце або аддзяліце пры дапамозе лейкі верхні слой аніліну. Прарабіце з атрыманым прадуктам характэрныя хімічныя рэакцыі.

Работа 6. АНАЛІЗ ХАРЧОВЫХ ПРАДУКТАЎ

1. Вызначэнне кіслотнасці малака

Высокая пажыўная каштоўнасць малака абумоўліваецца тым, што яно змяшчае побач з вадой усе патрэбныя для арганізма рэчывы — тлушчы, вугляводы (малочны цукар — ізамер цукрозы), бялкі, вітаміны, солі.

Паказчыкам дабраякаснасці малака з'яўляецца перш за ўсё яго кіслотнасць. Пры захоўванні кіслотнасць павышаецца з прычыны ўтварэння малочнай кіслаты з малочнага цукру пад уплывам ферменту малочнакіслых бактэрый, якія трапляюць з паветра. Утвораная кіслата асаджвае бялок — казеін. Гэта асаджванне, згусанне, можна назіраць пры награванні кіслага малака. Калі кіслотнасць вялікая, малако згусае і без награвання.

Кіслотнасць паказваюць ва ўмоўных градусах Тэрнера. Пад градусамі Тэрнера разумеюць колькасць мілілітраў 0,1 н. раствору шчолачы, неабходных для нейтралізацыі 100 *мл* малака.

Свежае малако павінна мець кіслотнасць 16—19°Т. Згусанне пры награванні адбываецца вышэй 27°Т. Згусанне пры звычайнай тэмпературы назіраецца звыш 60°Т.

Адмерайце ў канічную колбу піпеткай 10 *мл* малака, дабаўце 20 *мл* дыстыляванай вады, 3 кроплі спіртовага раствору фенолфталеіну і старанна ўзбоўтайце сумесь.

Адзначце ўзровень 0,1 н. раствору шчолачы ў бюрэтцы. Паступова прылівайце раствор да малака пры ўзбоўтванні да з'яўлення слаба-ружовай афарбоўкі, якая не знікае на працягу 1 *мін*.

Падлічыце, колькі мілілітраў раствору шчолачы пайшло на нейтралізацыю ўзятай колькасці малака. Вызначце, колькі мілілітраў шчолачы патрэбна на нейтралізацыю 100 *мл* прадукту? Гэта і будзе кіслотнасць малака ў градусах Тэрнера.

Растлумачце, з якой мэтай пры кіпячэнні нясвежага малака да яго дабаўляюць пітную соду.

2. Вызначэнне кіслотнасці кефіру або сыраквашы

Кефір і сыракваша належаць да ліку малочнакіслых прадуктаў. Кіслотнасць кефіру 80—120°Т. Прыкладна такая ж кіслотнасць сыраквашы.

Адмерайце ў колбачку пры дапамозе піпеткі 10 *мл* старанна перамешанага кефіру або сыраквашы. Спаласніце піпетку, якой вы карысталіся, набярыце ёю 20 *мл* дыстыляванай вады і выліце гэту ваду ў тую ж колбачку. Добра перамяшайце сумесь, прыбаўце 3 кроплі спіртовага раствору фенолфталеіну і нейтралізуйце 0,1 н. растворам шчолачы да з'яўлення ружовай афарбоўкі, якая не знікае на працягу 1 *мін*.

Колькасць мілілітраў 0,1 н. раствору шчолачы, якая пайшла на нейтралізацыю, памножаная на 10 (чаму?), дасць кіслотнасць прадукту ў градусах Тэрнера.

3. Вылучэнне казеіну з малака

Дзеяннем кіслот можна вылучыць бялок казеін са свежага малака.

У хімічную шклянку наліце 5 *мл* малака, дабаўце 10 *мл* дыстыляванай вады і 1 *мл* 10-працэнтнага раствору воцатнай кіслаты. Перамяшайце сумесь і назірайце ўтварэнне камякоў бялку.

Праз некалькі мінут, калі асадак адстоіцца, прафільтруйце вадкасць. Казеін, які застаўся на фільтры, прамыйце дыстыляванай вадой і высушыце ў сушыльнай шафе пры тэмпературы 50—60°С. Фільтрат пакіньце для наступнага доследу.

4. Выяўленне малочнага цукру

У малекуле малочнага цукру $C_{12}H_{22}O_{11}$ у адрозненне ад цукрозы знаходзіцца альдэгідная група. Пры дапамозе гідрату вокісу медзі праверце, ці змяшчаецца малочны цукар у фільтраце малака, атрыманым у папярэднім доследзе.

5. Выяўленне вільготнасці і кіслотнасці мукі

Пры захоўванні якасць мукі змяняецца. Гэта асабліва назіраецца пры яе павышанай вільготнасці. Пад дзеяннем вільгаці (у прысутнасці ферментаў) арганічныя рэчывы мукі — вугляводы, тлушчы, бялкі — гідралізуюцца. У прадуктах гідролізу збіраюцца кіслоты.

Таму для меркавання аб якасці мукі перш за ўсё вызначаюць яе вільготнасць і кіслотнасць.

1. Для вызначэння вільготнасці мукі падрыхтуйце бюкс або тыгель. Узважце яго, змясціце прыкладна 5 *г* мукі і зноў узважце. Змясціце бюкс (тыгель) у сушыльную шафу, тэмпература якой 130°С. Прыкладна праз 40 *мін* дастаньце яго, накрыйце накрыўкай і дайце астыць (лепш у эксікатары). Пасля ахаладжэння ўзважце і вылічыце вільготнасць у працэнтах (страту ў вазе ў адносінах да наважкі).

2. Для вызначэння кіслотнасці ў канічную колбу ёмістасцю 150—200 *мл* змясціце 5 *г* мукі, прыліце 50 *мл* дыстыляванай вады і 5 кропель фенолфталеіну. Старанна размяшайце змесціва колбы і нейтралізуйце 0,1 н. растворам едкага натру (з бюрэткі) да ўтварэння слаба-ружовай афарбоўкі, якая не знікае на працягу 1 *мін*. Вылічыце, колькі міліліграў 1 н. раствору шчолачы пойдзе на нейтралізацыю 100 *г* мукі. Гэта і будзе кіслотнасць дадзенага ўзору мукі.

Работа 7. СІНТЭЗ ПАЛІМЕРАЎ. РАСПАЗНАВАННЕ ПЛАСТМАС І ВАЛОКНАЎ

1. Атрыманне полістыролу

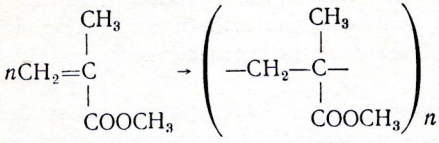
Складзіце ўраўненне рэакцыі полімерызацыі стыролу.

Наліце ў чыстую прабірку 2—3 *мл* стыролу, прыбаўце туды некалькі драбкоў перакісу бензаілу ў якасці ініцыятара рэакцыі (0,05 *г*) і збярыце прыладу, як паказана на рысунку 57. Награвайце прабірку праз азбеставаную сетку так, каб толькі падтрымлівалася вельмі слабае кіпенне вадкасці. Назірайце паступовае павышэнне вязкасці яе з прычыны полімерызацыі. Мінут праз 15, калі вадкасць прыме кансістэнцыю густога сіропу, награванне спыніце. Пры ахаладжэнні прабіркі ў вадзе палімер зацвердзявае. Пераканайцеся ў гэтым пры дапамозе шкляной палачкі.

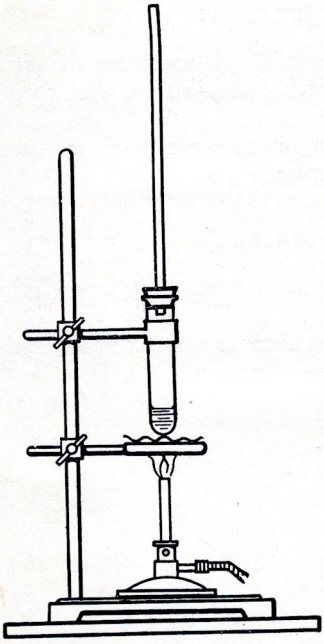
2. Атрыманне поліметылметакрылату

У лабараторных умовах лёгка ажыццявіць полімерызацыю метылавага эфіру метылакрылавай (метакрылавай) кіслаты $CH_2=C(CH_3)-C(=O)-O-CH_3$. У вытворча-

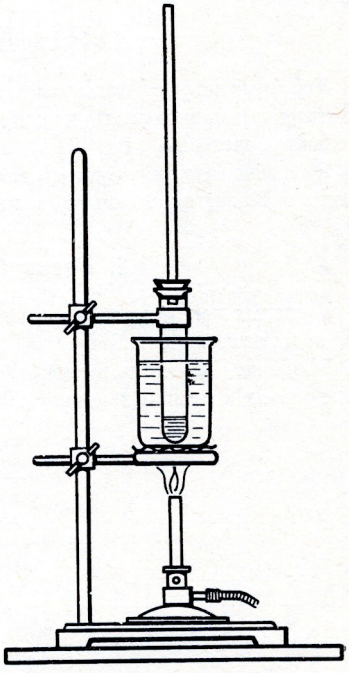
сці так атрымліваюць поліметылметакрылат, вядомы пад назвай арганічнага шкла. Ураўненне рэакцыі полімерызацыі:



Наліце ў чыстую прабірку 2—3 *мл* метылавага эфіру метакрылавай кіслаты, прыбаўце некалькі драбкоў перакісу бензаілу (0,05 *г*), заткніце прабірку коркам з доўгай вертыкальнай трубкай і награвайце на вадзяной лазні (рыс. 58) пры



Рыс. 57. Полімерызацыя стыролу



Рыс. 58. Полімерызацыя метылметакрылату

тэмпературы 90—95°С (каля тэмпературы кіпення вады). Праз некаторы час вадкасць у прабірцы пачынае гусцець і мінут праз 15—20 зацвердзявае. Ахаладзіце прабірку, разбіце яе (загарнуўшы папярэдне тканінай або паперай) і выцягніце стрыжанёк палімеру.

Выпрабуйце, ці мае поліметылметакрылат уласцівасці тэрмапластычнасці.

Падпаліце палімер. Ці гарыць ён па-за полымем, ці вылучаецца пры гарэнні сажа, якая афарбоўка полымя, які пах прадуктаў гарэння?

3. Атрыманне фенолфармальдэгіднай смалы

Складзіце ўраўненне рэакцыі полікандэнсацыі фенолу з фармальдэгідам.

Змясціце ў прабірку 2 *г* крышталічнага фенолу, 3 *мл* 40-працэнтнага раствору фармаліну і каля 0,1 *мл* (некалькі кропель) канцэнтраванай салянай кіслаты ў якасці каталізатара.

Заткніце прабірку коркам з доўгай вертыкальнай трубкай і нагрэйце асцярожна ў выцяжной шафе на невялікім полымі. Неўзабаве сумесь робіцца аднароднай, затым яна закіпае з прычыны рэакцыі, якая праходзіць у ёй, і робіцца мутнай.

Спыніўшы награванне, дайце сумесі расслоіцца. Пасля гэтага зліце верхні водны слой, выліце смалу на ліст паперы або кардону. Пасля застывання смала цвярдзее.

4. Распазнаванне пластмас

У розных пакетах пад нумарамі знаходзяцца ўзоры пластмас: поліэтылену, полістыролу, поліхлорвінілу, капрону, поліметылметакрылату, фенолфармальдэгіднай пластмасы.

Вызначце, пад якім нумарам знаходзіцца кожная з гэтых пластмас. Апішыце, па якіх адзнаках вы вызначылі кожную з пластмас.

5. Распазнаванне валокнаў

У розных пакетах пад нумарамі знаходзяцца валокны: баваўнянае, шарсцянное, ацэтатнае, капронавае.

Вызначце, пад якім нумарам знаходзіцца кожнае з гэтых валокнаў. Апішыце, па якіх адзнаках вызначылі вы кожнае з валокнаў.

ЗМЕСТ

Уводзіны 3

Раздзел I. **Вуглевадароды. Тэорыя хімічнай будовы арганічных злучэнняў А. М. Бутлерава**

Гранічныя вуглевадароды 5

§ 1. Метан . . . . . —
§ 2. Вуглевадароды рада метану 9
§ 3. Тэорыя хімічнай будовы арганічных злучэнняў А. М. Бутлерава 10
§ 4. Ізамерыя 14
§ 5. Прасторавая і электронная будова гранічных вуглевадародаў . 16
§ 6. Вуглевадародныя радыкалы 19
§ 7. Цыклапарафіны 21

Негранічныя вуглевадароды 22

§ 8. Этылен . . . . . —
§ 9. Поліэтылен 28
§ 10. Гамалагічны рад этылену 31
§ 11. Дыенавыя вуглевадароды 34
§ 12. Каўчук 36
§ 13. Ацэтылен 42

Араматычныя вуглевадароды 47

§ 14. Бензол . . . . . —
§ 15. Гексахларан і ДДТ — прадстаўнікі арганічных ядахімікатаў . . 53
§ 16. Гамолагі бензолу 57
§ 17. Стырол. Палімеры на аснове стыролу 58

Прыродныя крыніцы вуглевадародаў 65

§ 18. Прыродны газ . . . . . —
§ 19. Нафта. Нафтапрадукты 67
§ 20. Перапрацоўка нафты 72
§ 21. Коксахімічная вытворчасць 80

Раздзел II. **Кіслародзмяшчаючыя арганічныя злучэнні**

Спірты і фенолы 85

§ 22. Этылавы спірт . . . . . —
§ 23. Вытворчасць этылавага спірту 90
§ 24. Метылавы спірт. Гамалагічны рад спіртоў 93
§ 25. Мнагаатамныя спірты 96
§ 26. Фенолы 99

Альдэгіды 103

§ 27. Мурашыны альдэгід . . . . . —
§ 28. Фенолфармальдэгідныя пластмасы 107
§ 29. Гамалагічны рад альдэгідаў 113

Карбонавыя кіслоты 116

§ 30. Воцатная кіслата . . . . . —
§ 31. Гамалагічны рад аднаасноўных карбонавых кіслот 123
§ 32. Стэарынавая кіслата 125
§ 33. Алеінавая кіслата 126
§ 34. Сувязь паміж вуглевадародамі, спіртамі, альдэгідамі і кіслотамі 127

Складаныя эфіры. Тлушчы 129

§ 35. Складаныя эфіры . . . . . —
§ 36. Тлушчы 132
§ 37. Перапрацоўка тлушчаў 135

Вугляводы 139

§ 38. Глюкоза . . . . . —
§ 39. Цукроза 143
§ 40. Крухмал 145
§ 41. Цэлюлоза 150
§ 42. Атрыманне ацэтатнага валакна 152

Раздзел III. **Азотзмяшчаючыя арганічныя злучэнні**

§ 43. Нітразлучэнні 155
§ 44. Аміны 157
§ 45. Аміды кіслот. Карбамід 159
§ 46. Амінакіслоты 161
§ 47. Сінтэтычнае валакно капрон 163
§ 48. Бялкі 168

Раздзел IV. **Поспехі арганічнай хіміі**

§ 49. Тэорыя хімічнай будовы, яе развіццё і значэнне 174
§ 50. Асноўныя напрамкі прамысловай арганічнай хіміі 179
§ 51. Асноўны арганічны сінтэз 180
§ 52. Арганічная хімія — сельскай гаспадарцы 185
§ 53. Вытворчасць палімерных матэрыялаў 190
Лабараторныя доследы 197
Практычныя работы 205

На белорусском языке

Леонид Александрович Цветков

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Учебник для средней школы

Издательство «Народная асвета»
Государственного комитета
Совета Министров БССР по печати,
Минск, Ленинский проспект, 83а

Перакладчыкі
М. Е. Дастанка, І. І. Цукерман

Рэдактар *В. І. Дзебалтоўская*
Тэхнічны рэдактар *В. Н. Жук*
Карэктар *Я. У. Плясанава*

Здадзена ў набор 27/XI 1964 г. Падпісана да друку 25/II 1965 г. Фармат 60×90¹/₁₆. Друк. арк. 13,75+0,25 арк. укл. Уч.-выд. арк. 12,57+0,54 укл. Тыраж 25500 экз. Цана 32 кап. Заказ 524.

Паліграфкамбінат імя Я. Коласа
Дзяржаўнага камітэта Савета Міністраў БССР па друку,
Мінск, Чырвоная, 23.

Цана 32 кап.