**ІСТОРІЯ**

**ХІМІЇ**

2002

Історія Хімії

*Хімія старовини.*

Хімія, наука про склад речовин і їх перетворення, починається з відкриття людиною здатності вогню змінювати природні матеріали. Люди уміли виплавляти мідь і бронзу, обпалювати глиняні вироби, отримувати скло ще за 4000 років до н.е. З 7 в. до н.е. Єгипет і Месопотамія стали центрами виробництва барвників; там же отримували в чистому вигляді золото, срібло і інші метали. Приблизно з 1500 до 350 до н.е. для виробництва барвників використали перегонку, а метали виплавляли з руд, змішуючи їх з деревним вугіллям і продуваючи через суміш, що горить - повітря. Самим процедурам перетворення природних матеріалів давали містичне значення.

***Грецька натурфілософія.*** Ці міфологічні ідеї проникли в Грецію через Фалеса Мілетського (бл. 625 бл. 547 до н.е.), який зводив все різноманіття явищ і речей до єдиної первшостихії - води. Однак грецьких філософів цікавили не способи отримання речовин і їх практичне використання, а головним чином суть виникаючих в світі процесів. Так, древньогрецький філософ Анаксімен (585 525 до н.е.) стверджував, що першооснова Всесвіту повітря: при розрідженні повітря перетворюється у вогонь, а по мірі згущення стає водою, потім землею і, нарешті, каменем. Геракліт Ефесський (кінець 6 почало 5 віків. до н.э.) намагався пояснити явища природи, визначивши вогонь 5 – тим елементом.

***Чотири першоелемента****.* Ці уявлення були об'єднані в натурфілософії Емпедокла з Агрігента (490 430 до н.е.) творця теорії чотирьох початків світобудови. У різних варіантах його теорія володарювала більш двох тисячоліть. Згідно Емпедоклу, всі матеріальні об'єкти утворяться при з'єднанні вічних і незмінних елементів-стихій води, повітря, землі і вогню під дією космічних сил любові (тяжіння) і ненависті (відштовхування). Теорію елементів Емпедокла прийняли і розвинули спочатку Платон (427 347 до н.е.), що уточнив, що нематеріальні сили добра і зла можуть перетворювати ці елементи один в іншій, а потім Аристотель (384 322 до н.е.).

Згідно Аристотелю, елементи-стихії це не матеріальні субстанції, а носії певних якостей тепла, холоду, сухості і вогкості. Цей погляд трансформувався в ідею чотирьох «соків» Галена (129 200 н.е.) і панував в науці аж до 17 ст. Іншим важливим питанням, що займало грецькихнатурфілософів, було питання про подільність матерії. Родоначальниками концепції, що отримала згодом назву «атомістичної», були Левкіпп (бл. 500 440 до н.е.), його учень Демокріт (бл. 470 360 до н.э.) і Епікур (ок. 342 270 до н.э.). Згідно з їх вченням, існують тільки пустота і атоми неподільні матеріальні елементи, вічні, незруйновані, непроникні, що розрізнюються формою, положенням в просторі і величиною; з їх «вихору» утворяться всі тіла. Атомістична теорія залишалася непопулярною протягом двох тисячоліть після Демокрита, але не зникла повністю. Одним з її прихильників став древньогрецький поет Тіт Лукреций Кар (95 55 до н.е.), що виклав погляди Демокрита і Епікура в поемі *Про природу речей (*De *Rerum Natura).*

**Алхімія.** Алхімія мистецтво вдосконалення речовини через перетворення металів в золото і вдосконалення людини шляхом створення еліксиру життя. Прагнучи до досягнення самої привабливої для них мети створенню незліченних багатств, алхіміки вирішили багато які практичні задачі, відкрили безліч нових процесів, спостерігали різноманітні реакції, сприяючи становленню нової науки хімії.

***Елінністичний період.***Колискою алхімії був Єгипет. Єгиптяни блискуче володіли прикладною хімією, яка, однак, не була виділена в самостійну область науки, а входила в «священне таємне мистецтво» жерців. Особливо бурхливого розквіту алхімія досягла в 100 300 н.е. в Александрії.

Приблизно в 300 н.е. єгиптянин Зосима написав енциклопедію 28 книг, що охоплювали всі знання по алхімії за попередні 5 – 6 ст., зокрема відомості про взаємоперетвореннях (трансмутація) речовин.

***Алхімія в арабському світі.***Завоювавши Єгипет у 7 в., араби засвоїли греко-східну культуру, що зберігалася протягом віків александрійськоюшколою. Наслідуючи древнім володарям, халіфи почали протегувати наукам, і у 7 9 ст. з'явилися перші хіміки.

Найбільш талановитим і прославленим арабським алхіміком був Джабір ібн Хайян (кінець 8 ст.), що пізніше став відомим в Європі під ім'ям Гебер. Джабір вважав, що сірка і ртуть є двома протилежними початками, з яких утворяться сім інших металів; важче усього утвориться золото: для цього потрібна особлива речовина, яку греки називали xerion «сухий», а араби змінили на al-iksir (так з'явилося слово «еліксир»). Еліксир повинен був володіти і іншими чудовими властивостями: виліковувати від всіх хвороб і давати безсмертя. Інший арабський алхімік, Разі (бл. 865 - 925) (в Європі відомий під ім'ям Разес) займався також медициною. Так, він описав методику приготування гіпсу і способу накладення пов'язки на місце перелому. Однак самим знаменитим лікарем був бухарець Ібн Сина (бл. 980 -1037), відомий також під ім'ям Авіценна. Його твори стали настільними книгам для лікарів протягом багатьох віків.

***Алхімія в Західній Європі.***Наукові переконання арабів проникли в середньовічну Європу у 12 ст. через Північну Африку, Сицилію і Іспанію. Роботи арабських алхіміків були перекладені на латинь, а потім і на інші європейські мови. Спочатку алхімія в Європі спиралася на роботи таких корифеїв, як Джабір, але через три сторіччя знову з’явилась цікавість до вчення Аристотеля, особливо в працях німецького філософа і теолога - домініканця, що став згодом єпископом і професором Парижського університету, Альберта Великого (бл. 1200 1280) і його учня Фоми Аквінського. Переконаний в сумісності грецької і арабської науки з християнською доктриною, Альберт Великий сприяв введенню їх в схоластичні курси навчання. У 1250 філософія Аристотеля була введена в курс викладання в Парижському університеті. Алхімічними проблемами цікавився і англійський філософ і дослідник, чернець - францисканець Роджер Бекон (1214 1294), що передбачив багато які пізніші відкриття; він вивчав властивості селітри і багатьох інших речовин, знайшов спосіб виготовлення чорного пороху. Серед інших європейських алхіміків потрібно згадати Арнальдо да Вілланова (1235 1313), Раймонда Луллія (1235 1313), Василя Валентина (німецького ченця 15 16 ст.).

***Досягнення алхімії*.** Розвиток ремесел і торгівлі, піднесення міст в Західній Європі 12 13 ст. супроводжувалися розвитком науки і появою промисловості. Рецепти алхіміків використовувалися в таких технологічних процесах, як обробка металів. У ці роки починаються систематичні пошуки способів отримання і ідентифікації нових речовин. З'являються рецепти виробництва спирту і удосконалення процесу його перегонки. Найважливішим досягненням було відкриття сильних кислот сарної, азотної. Тепер європейські хіміки змогли здійснити багато нових реакцій і отримати такі речовини, як солі азотної кислоти, купорос, солі сірчаної і соляної кислот. Послугами алхіміків, які нерідко були майстерними лікарями, користувалося вища знать. Вважалося також, що алхіміки володіють таємною силою – трансмутації металу в золото.

До кінця 14 в. інтерес алхіміків до перетворення одних речовин в інші поступився місцем інтересу до виробництва міді, латуні, оцту, оливкового масла і різних ліків. У 15 16 ст. досвід алхіміків все частіше використовувався в гірництві і медицині.

**ЗАРОДЖЕННЯ СУЧАСНОЇ ХІМІЇ**

Кінець Середніх віків відмічений поступовим відходом від окультизму, спадом інтересу до алхімії і поширенням механістичного погляду на устрій природи.

***Ятрохімія*.** Абсолютно інших поглядів, щодо алхімії дотримувався Парацельс (1493 1541). Під таким ім'ям («перевершуючий Цельса») увійшов в історію швейцарський лікар Пилип фон Гогенгейм. Парацельс, як і Авіценна, вважав, що основне завдання алхімії не пошуки способів отримання золота, а виготовлення лікарських засобів. Він запозичав з алхімічного вчення те, що існують три основні частини матерії ртуть, сірка, сіль, яким відповідають властивості летучості, горючості і твердості. Ці три елементи складають основу макрокосму (Всесвіту) і пов'язані з мікрокосмом (людиною), утвореним духом, душею і тілом. Переходячи до визначення причин хвороб, Парацельс зтверджував, що лихоманка і чума відбуваються від надлишку в організмі сірки, при надлишку ртуті наступає параліч і т.д. Принцип, якого дотримувалися всі ятрохіміки, полягав в тому, що медицина це справа хімії, і все залежить від здатності лікаря виділяти чисті речовини з нечистих субстанцій. У рамках цієї схеми всі функції організму зводилися до хімічних процесів, і завдання алхіміка полягало в знаходженні і приготуванні хімічних речовин для медичних потреб.

Основними представниками ятрохімічного напряму були Ян Гельмонт (1577 1644), по професії лікар; Франциск Сильвій (1614 1672), що користувався ,як медик, великою славою і усунув з ятрохімічного вчення «духовні» початки; Андреас Лібавій (бл. 1550 1616), лікар з Ротенбурга. Їх дослідження багато в чому сприяли формуванню хімії як самостійної науки.

***Механістична філософія.*** З зменшенням впливу ятрохіміх натурфілософи знову звернулися до вчень древніх про природу. На перший план у 17 в. вийшли атомістичні переконання. Одним з найвидніших вчених авторів нової теорії був філософ і математик Рене Декарт (1596 - 1650). Свої погляди він виклав в 1637 у творі “Міркування *про метод”.* Декарт вважав, що всі тіла «складаються з численних дрібних часток різної форми і розмірів,... які не настільки точно прилягають один до одного, щоб навколо них не залишалося проміжків; ці проміжки не пусті, а наповнені... розрідженою матерією». Свої «маленькі частинки» Декарт не вважав атомами, тобто неподільними; він стояв на точці зору нескінченної подільності матерії і заперечував існування пустоти. Одним з найвидніших противників Декарта був французький фізик і філософ Пьер Гассенді (1592 - 1655). Атомістика Гассенді була по суті переказом вчення Епікура, однак, на відміну від останнього, Гассенді визнавав створення атомів Богом; він вважав, що Бог створив певне число неподільних і непроникних атомів, з яких і складаються всі тіла; між атомами повинна бути абсолютна пустота. У розвитку хімії 17 в. особлива роль належить ірландському вченому Роберту Бойлю (1627 -1691). Будучи прихильником експериментального підходу до визначення хімічних елементів (який зрештою і був прийнятий), він не знав про існування реальних елементів, хоч один з них - фосфор ледве не відкрив сам. Звичайно Бойлю приписують заслугу введення в хімію терміну «аналіз». У своїх дослідах по якісному аналізу він застосовував різні індикатори, ввів поняття хімічної спорідненості. Засновуючись на ghfwz[ Галілео Галілея (1564 - 1642) і Еванджеліста Торрічеллі (1608 - 1647), а також Отто Геріке (1602 - 1686), що демонстрував в 1654 «магдебургскі півкулі», Бойль описав сконструйований ним повітряний насос і досліди по визначенню пружності повітря за допомогою U -образної трубки. Внаслідок цих дослідів був сформульований відомий закон про зворотну пропорціональність об'єму і тиску повітря. У 1668 Бойль став дійсним членом щойно організованого Лондонського королівського товариства, а в 1680 був обраний його президентом.

***Технічна хімія.*** Наукові успіхи і відкриття не могли не вплинути на технічну хімію, елементи якої можна знайти у 15 17 ст. У середині 15 в. була розроблена технологія повітродувних сурм. Потреби військової промисловості стимулювали роботи по удосконаленню технології виробництва пороху. Протягом 16 в. подвоїлося виробництво золота і в дев'ять разів зросло виробництво срібла. Виходять фундаментальні праці по виробництву металів і різних матеріалів, що використовуються в будівництві, при виготовленні скла, фарбуванні тканин, для збереження харчових продуктів. З розширенням споживання спиртних напоїв удосконалюються методи перегонки, конструюються нові перегінні апарати. З'являються численні виробничі лабораторії, передусім металургійні. Серед хіміків-технологів того часу можна згадати Ванноччо Бірінгуччо (1480 - 1539), чия класична праця *Про піротехніку* була надрукована в Венеції в 1540 і містила 10 книг, в яких мова йшла про родовища, випробування мінералів, приготування металів, перегонку, військове мистецтво і феєрверки. Інший відомий трактат, *Про гірництво і металургію*, був написаний Георгом Агріколой (1494 -1555). Потрібно згадати також про Іоганне Глаубере (1604 1670), голландського хіміка, творця глауберової солі.

**ВІСІМНАДЦЯТЕ СТОЛІТТЯ**

***Хімія як наукова дисципліна.*** З 1670 по 1800 хімія отримала офіційний статус в учбових планах ведучих університетів поряд з натурфілософією і медициною. У 1675 з'явився підручник Ніколя Лемері (1645 - 1715) *Курс хімії*, що завоював величезну популярність, в світло вийшло 13 його французьких видань, а крім того, він був перекладений на латинь і багато інших мов. У 18 ст. в Європі створюються наукові хімічні товариства і велика кількість наукових інститутів; дослідження, що проводяться в них тісно пов'язані з соціальними і економічними потребами суспільства. З'являються хіміки-практики, що займаються виготовленням приладів і отриманням речовин для промисловості.

***Теорія флогістона.***У творах хіміків другої половини 17 в. велика увага приділялася тлумаченням процесу горіння. За уявленнями древніх греків, все, що може горіти, містить в собі елемент вогню, який вивільняється при відповідних умовах. У 1669 німецький хімік Іоганн Іоахим Бехер (1635 - 1682) спробував дати раціоналістичне пояснення горючості. Він передбачив, що тверді речовини складаються з трьох видів «землі», і один з видів, названий ним «жирною землею», прийняв на себе «можлтвість горючості».

Послідовник Бехера німецький хімік і лікар Георг Ернст Шталь (1659 - 1734) трансформував концепцію «жирної землі» в узагальнену доктрину флогістона -«початку горючості». Згідно Шталю, флогістон це деяка субстанція, що міститься у всіх горючих речовинах і що вивільняється при горінні. Шталь стверджував, що корозія - металів подібно горінню дерева. Метали містять флогістон, а іржа (окалина) вже не містить флогістона. Це давало прийнятне пояснення і процесу перетворення руд в метали: руда, вміст флогістона в якій незначне, нагрівається на деревному вугіллі, багатому флогістоном, і останній переходить в руду. Вугілля ж перетворюється в золу, а руда в метал, багатий флогістоном. До 1780 теорія флогістона була прийнята хіміками майже повсюдно, хоч і не відповідала на дуже важливе питання: чому залізо при корозії стає важчим, хоч флогістон з нього випаровується? Хімікам 18 в. ця суперечність не здавалася такою важливою; головне, на їх думку, було пояснити причини зміни зовнішнього вигляду речовин.

У 18 в. працювало багато хіміків, чия наукова діяльність не укладається в звичайні схеми розгляду етапів і напрямів розвитку науки, і серед них особливе місце належить російському вченому-енциклопедисту, поету, поборнику освіти Михайлу Васильовичеві Ломоносову (1711 1765). Своїми відкриттями Ломоносов збагатив майже всі області знання, і багато які його ідеї більш ніж на сто років випередили науку того часу. У 1756 Ломоносов провів знамениті досліди по обпеченю металів в закритій посудині, які дали незаперечний доказ збереження речовини при хімічних реакціях і ролі повітря в процесах горіння: збільшення ваги, що спостерігається при обпечені металів, ще до Лавуазьє, він пояснював з'єднанням їх з повітрям. Пружність газів він пояснював рухом часток. Ломоносов розмежовував поняття «корпускула» (молекула) і «елемент» (атом), що отримало загальне визнання лише в середині 19 в. Ломоносов сформулював принцип збереження матерії і руху, виключив флогистон з числа хімічних агентів, заклав основи фізичної хімії, створив при Петербуржській АН в 1748 хімічну лабораторію, в якій проводилися не тільки наукові роботи, але і практичні заняття студентів. Обширні дослідження проводив він в суміжних з хімією областях знання фізиці, геології і інш.

***Пневматична хімія.***Недоліки теорії флогістона найбільш ясно виявилися в період розвитку. пневматичної хімії. Найбільшим представником цього напряму був Р.Бойль: він не тільки відкрив газовий закон, що носить тепер його ім'я, але і сконструював апарати для збирання повітря. Хіміки отримали найважливіший засіб для виділення, ідентифікації і вивчення різних «повітрь». Важливим кроком був винахід англійським хіміком Стівеном Хейлзом (1677 - 1761) «пневматичної ванни» на початку 18 в. - приладу для вловлювання газів, що виділяються при нагріванні речовини, в судину з водою, опущену вгору дном у ванну з водою. Пізніше за Хейлз і Генрі Кавендіш (1731 - 1810) встановили існування деяких газів («повітрь»), відмінних по своїх властивостях від звичайного повітря. У 1766 Кавендіш систематично досліджував газ, що утворюється при взаємодії кислот з деякими металами, пізніше названий воднем. Великий внесок у вивчення газів вніс шотландський хімік Джозеф Блек (1728 - 1799). Він зайнявся дослідженням газів, що виділяються при дії кислот на луги. Блек встановив, що мінерал карбонат кальцію при нагріванні розкладається з виділенням газу і утворює вапно (оксид кальцію). Газ (вуглекислий газ - Блек назвав його «пов'язаним повітрям»), що виділився можна було знову з'єднати з вапном і отримати карбонат кальцію. Серед іншого, це відкриття встановлювало нерозривність зв'язків між твердими і газоподібними речовинами.

***Хімічна революція****.* Великих успіхів у виділенні газів і вивченні їх властивостей досяг Джозеф Прістлі (1733 - 1804) протестантський священик, що захоплено займався хімією. Поблизу Лідса (Англія), де він служив, знаходилася броварня, звідки можна було отримувати у великих кількостях «пов'язане повітря» (тепер ми знаємо, що це був діоксид вуглеводу) для проведення дослідів. Прістлі виявив, що гази можуть розчинятися у воді, і спробував збирати їх не над водою, а над ртуттю. Так він зумів зібрати і вивчити оксид азоту, аміак, хлороводень, діоксид сірки (звичайно, це їх сучасні назви). У 1774 Прістлі зробив найбільш важливе своє відкриття: він виділив газ, в якому речовини горіли особливо яскраво. Будучи прихильником теорії флогістона, він назвав цей газ «дефлогістрованим повітрям». Газ, відкритий Прістлі, здавався антиподом «флогістрованого повітря» (азоту), виділеного в 1772 англійським хіміком Даніелом Резерфордом (1749 - 1819). В «флогістрованому повітрі» миші вмирали, а в «дефлогістрованому» були вельми активним. (Потрібно зазначити, що властивості газу, виділеної Прістлі, ще в 1771 описав шведський хімік Карл Вільгельм Шеле (1742 - 1786), але його повідомлення по недбалості видавця друкується лише в 1777.) Великий французький хімік Антуан Лоран Лавуазье (1743 - 1794) відразу ж оцінив значення відкриття Прістлі. У 1775 він підготував статтю, де стверджував, що повітря не проста речовина, а суміш двох газів, одне з них «дефлогістроване повітря» Прістлі, яке сполучається з або ржавіючим предметами, що горять, переходить з руд в деревне вугілля і є необхідним для життя. Лавуазье назвав його oxygen, *кисень*, тобто «породжуючий кислоти». Другий удар по теорії елементів-стихій був нанесений після того, як з'ясувалося, що вода це також не проста речовина, а продукт з'єднання двох газів: кисню і водню. Всі ці відкриття і теорії, покінчивши з таємничими «стихіями», спричинили раціоналізацію хімії. На перший план вийшли тільки ті речовини, які можна зважити або кількість яких можна виміряти якимсь іншим способом. Протягом 80-х років 18 в. Лавуазье в співпраці з іншими французькими хіміками Антуаном Франсуа де Фуркруа (1755 1809), Гітоном де Морво (1737 - 1816) і Клодом Луї Бертолле (1748 - 1822) розробив логічну систему хімічної номенклатури; в ній було описано більше за 30 простих речовин з вказівкою їх властивостей. Цю працю, Метод хімічної *номенклатури, було опубліковано* в 1787.

Переворот в теоретичних поглядах хіміків, який стався в кінці 18 в. внаслідок швидкого накопичення експериментального матеріалу в умовах панування теорії флогістона (хоч і незалежно від неї), зазвичай називають «хімічною революцією».

**ДЕВ'ЯТНАДЦЯТЕ СТОЛІТТЯ**

***Склад речовин і їх класифікація.*** Успіхи Лавуазье показали, що застосування кількісних методів може допомогти у визначенні хімічного складу речовин і з'ясуванні законів їх об'єднання.

***Атомна теорія.***Англійський хімік Джон Дальтон (1766 - 1844), подібно древнім атомістам, виходив з уявлення про корпускулярну будову матерії, але, засновуючись на понятті хімічних елементів Лавуазье, вважав, що «атоми» (цей термін Дальтон зберіг як данина поваги до Демокріту) даного елемента однакові і характеризуються крім інших властивостей тим, що володіють певною вагою, яку він назвав атомною. Дальтон виявив, що два елементи можуть сполучатися один з одним в різних співвідношеннях і кожна нова комбінація елементів дає нове з'єднання. У 1803 ці результати були узагальнені у вигляді закону кратних відносин. У 1808 вийшла праця Дальтона Нова *система хімічної філософії,* де він детально виклав свою атомну теорію. У тому ж році французький хімік Жозеф Луї Люссак (1778 - 1850) опублікував припущення про те, що об'єми газів, вступаючих в реакцію один з одним, відносяться між собою як прості кратні числа. На жаль, Дальтон не зумів побачити користі у відкритті Люссака, крім перешкоди для розробки своєї теорії, хоч ці висновки могли б стати дуже плідними у визначенні відносної атомної ваги.

***Хімічна спорідненість****.* Протягом всього 17 в. хіміки, міркуючи про «спорідненість» тенденції атомів до утворення сполук, слідували ідеям Бехера і Шталя, які класифікували всі речовини відповідно до їх здатності реагувати зі специфічними кислотами.

Дослідження спорідненості і складу різних типів речовин пішло по іншому руслу на початку 19 ст. з відкриттям нового аналітичного методу. У 1807 англійський хімік Хамфрі Деві (1778 - 1829) пропустив електричний струм, що отримувався від батареї з 250 металевих пластин, через розплавлений карбонат калію і отримав маленькі кульки металу, згодом названого калієм, а потім таким же способом виділив з соди натрій. Деві передбачив, що хімічна спорідненість зводиться до електризації атомів при контакті. Шведський хімік Йенс Якоб Берцеліус (1779 - 1848) уточнив і розвинув уявлення про атом і електричну спорідненість, запропонувавши першу концепцію хімічної взаємодії - електрохімічну теорію. Берцеліус вважав, що, оскільки солі в розчині під дією електричного струму розкладаються на негативні і позитивні компоненти, всі з'єднання повинні складатися з позитивних і негативних частин радикалів (дуалістична теорія Берцеліуса). Кисень найбільш електронегативний елемент, і ті елементи, які утворять з ним з'єднання з властивостями основ, електропозитивні, а ті, які утворять речовини з кислотними властивостями, електронегативні. У відповідності з цим Берцеліус отримав шкалу елементів, першим елементом якої був кисень, потім ішли сірка, азот, фосфор і т.д. з переходом через водень до натрію, калію і інших металів. До 1840-м років, однак, стало ясно, що електрохімічна теорія не може пояснити існування простих двоатомних молекул (наприклад, O2 і H2) або реакцію заміщення водню (позитивна спорідненість) хлором (негативна спорідненість).

***Класифікація по атомній вазі****.* Зі часів Дальтона до 1860 в хімії не було точного визначення поняття атомної ваги. Система, заснована на «еквівалентній вазі», запропонована англійським хіміком Уїльямом Волластоном (1766 - 1828), спиралася на співвідношення, в яких елементи могли об'єднуватися, і кожний хімік міг скласти власний список атомної ваги. Не існувало ніякої відправної точки для створення системи елементів і ніякої угоди про те, як виражати склад сполук. У 1860 на першому Міжнародному хімічному конгресі в Карлсруе (Німеччина) італійський хімік Станіслао Канніццаро (1826 - 1910) знову повернув до життя забуту гіпотезу свого співвітчизника Амедео Авогадро (1776 - 1856), який, засновуючись на відкритті Люссаком закону об'ємних відносин, передбачив, що рівні об'єми газів містять однакове число молекул. Канніццаро стверджував, що за допомогою гіпотези Авогадро можна розмежувати поняття «атомна вага» і «молекулярна вага» для газоподібних елементів і внести ясність в питання про атомну вагу взагалі.

У 1869 великий російський хімік Дмитро Іванович Менделеєв, що був присутнім на конгресі в Карлсруе, опублікував свою періодичну таблицю. Всі відомі елементи він розташував відповідно до збільшення їх атомної ваги і розбив на періоди і групи, що відповідають зміні валентності. У таблиці були залишені пусті місця для ще невідкритих елементів; деяким з них Менделеєв навіть привласнив назви (экабор, экаалюміній і экакремній; префікс «эка» означає «одне і те ж»). Чудова точність періодичного закону була продемонстрована відкриттями галію в 1875, ідентичного по своїх властивостях экаалюмінію, скандія (экабора) в 1879 і Германія (экакремнія) в 1886.

***Органічна хімія.*** Протягом всього 18 в. в питанні про хімічні взаємовідносини організмів і речовин вчені керувалися доктриною віталізму вчення, що розглядало життя як особливе явище, що підкоряється не законам світобудови, а впливу особливих життєвих сил. Цей погляд був успадкований і багатьма вченими 19 в., хоч його основи були розхитані ще в 1777, коли Лавуазье передбачив, що дихання процес, аналогічний горінню. Перші експериментальні підтврдження єдності неорганічного і органічного світу були отримані на початку 19 в.

У 1828 німецький хімік Фрідріх Велер (1800 - 1882), нагріваючи ціанат амоній (це з'єднання беззастережно прираховувалося до неорганічних речовин), отримав мочу продукт життєдіяльності людини і тварин. У 1845 Адольф Кольбе (1818 1884), учень Велера, синтезував оцтову кислоту з початкових елементів вуглеводу, водню і кисню. У 1850-е роки французький хімік Пьер Бертло (1827 -1907) почав систематичну роботу по синтезу органічних сполук і отримав метиловий і етиловий спирти, метан, бензол, ацетилен. Систематичне дослідження природних органічних сполук показало, що всі вони містять один або декілька атомів вуглеводу і дуже багато з них атоми водню. Внаслідок цих досліджень німецький хімік Фрідріх Серпень Кекуле (1829 - 1896) у 1867 визначив органічну хімію як хімію з'єднань вуглеводу. Новий підхід до органічного аналізу був узагальнений німецьким хіміком Юстусом Лібіхом (1803 - 1873) творцем знаменитої дослідницької і учбової лабораторії в Гісенському університеті. У 1837 Лібіх разом з французьким хіміком Жаном Батистом Дюма (1800 - 1884) уточнив уявлення про радикал як про специфічну незмінну групу атомів, що входить до складу багатьох органічних сполук (приклад радикал CH3). Стало ясно, що визначити будову великих молекул можна, лише встановивши будову певного числа радикалів.

***Теорія типів****.* Відкриття і виділення величезного числа складних сполук гостро поставило питання про склад їх молекул і привели до необхідності ревізувати існуючу систему класифікації. До 1840-м років вчені-хіміки усвідомили, що дуалістичні ідеї Берцеліуса застосовні тільки до неорганічних солей. У 1853 була зроблена спроба класифікувати всі органічні сполуки по типах. Узагальнена «теорія типів» була запропонована французьким хіміком Шарлем Фредеріком Жераром (1816 - 1856), який вважав, що об'єднання різних груп атомів визначається не електричним зарядом цих груп, а їх специфічними хімічними властивостями. Жерар виділив чотири основних типи атомних груп, з яких, на його думку, і перебувають всі з'єднання як органічні, так і неорганічні.

***Структурна хімія.***У 1857 Кекуле, виходячи з теорії валентності (під валентністю розумілося число атомів водню, вступаючих в сполучення з одним атомом даного елементу), передбачив, що вуглець чотиривалентний і тому може сполучатися з чотирма іншими атомами, утворюючи довгі ланцюги прямі або розгалужені. Тому органічні молекули стали зображати не у вигляді комбінацій радикалів, а у вигляді структурних формул атомів і зв'язків між ними. До 1860-м років роботами Кекуле і російського хіміка Олександра Михайловича Бутлерова (1828 - 1886) був закладений підмурок структурної хімії, що дозволяє пояснювати властивості речовин, засновуючись на розташуванні атомів в їх молекулах.

У 1874 датський хімік Якоб Вант - Гофф (1852 - 1911) і французький хімік Жозеф Ашиль Ле Бель (1847 - 1930) розповсюдили цю ідею на розташування атомів в просторі. Вони вважали, що молекули не плоскі, а трьохмірні структури. Ця концепція дозволяла пояснити багато відомих явищ, наприклад просторову ізомерію, існування молекул однакового складу, але з різними властивостями. Дуже добре вписувалися в неї дані Луї Пастера (1822 - 1895) про ізомери винної кислоти.

До кінця 19 в. ідеї структурної хімії були підкріплені даними, отриманими спектроскопічними методами. Ці методи дозволяли отримувати інформацію про будову молекул виходячи з їх спектрів поглинання. До 1900 концепція трьохмірної організації молекул як складних органічних, так і неорганічних була прийнята практично всіма вченими.

***Народження фізичної хімії.*** До кінця 19 в. з'явилися перші роботи, в яких систематично вивчалися фізичні властивості різних речовин (температури кипіння і плавлення, розчинність, молекулярна вага). Початок таким дослідженням поклали Люссак і Вант-Гофф, що показали, що розчинність солей залежить від температури і тиску. У 1867 норвезькі хіміки Петер Вааге (1833 - 1900) і Като Максиміліан Гульдберг (1836 - 1902) сформулювали закон діючої маси, згідно з яким швидкість реакцій залежить від концентрацій реагентів. Використаний ними математичний апарат дозволив знайти дуже важливу величину, що характеризує будь-яку хімічну реакцію, константу швидкості.

**ДВАДЦЯТЕ СТОРІЧЧЯ**

***Нова структурна теорія.*** З розвитком фізичних теорій про будову атомів і молекул були переосмислені такі старі поняття, як хімічна спорідненість і трансмутація. Виникли нові уявлення про будову матерії.

***Модель атома.***У 1896 Антуан Анрі Беккерель (1852 - 1908) відкрив явище радіоактивності, виявивши спонтанне випущення солями урану субатомних часток, а через два роки дружина Пьера Кюрі (1859 - 1906) і Марія Кюрі (1867 -1934) виділила два радіоактивних елементи: полоній і радій. Відкриття Фредеріка Содді (1877 - 1956), що показало, що при радіоактивному розпаді відбувається перетворення одних речовин в інші, дало нове значення тому, що древні називали трансмутація.

У 1897 Джозеф Джон Томсон (1856 - 1940) відкрив електрон, заряд якого з високою точністю виміряв в 1909 Роберт Міллікен (1868 - 1953). У 1911 Ернст Резерфорд (1871 - 1937), виходячи з електронної концепції Томсона, запропонував модель атома: в центрі атома знаходиться позитивно заряджене ядро, а навколо нього обертаються негативно заряджені електрони. У 1913 Нільс Бор (1885 - 1962), використовуючи принципи квантової механіки, показав, що електрони можуть знаходитися не на будь-яких, а на суворо визначених орбітах. Планетарна квантова модель атома Резерфорда примусила вчених по-новому підійти до пояснення будови і властивостей хімічних сполук. Німецький фізик Вальтер Коссель (1888 - 1956) передбачив, що хімічні властивості атома визначаються числом електронів на його зовнішній оболонці, а утворення хімічних зв'язків зумовлюється в основному силами електростатичної взаємодії. Американські вчені Гілберт Ньютон Льюїс (1875 - 1946) і Ірвінг Ленгмюр (1881 - 1957) сформулювали електронну теорію хімічного зв'язку. Відповідно до цих уявлень молекули неорганічних солей стабілізуються електростатичними взаємодіями між іонами, що входять до їх складу, які утворяться при переході електронів від одного елемента до іншого (іонний зв'язок).

***Нові методи дослідження****.* Всі нові уявлення про будову речовини могли формуватися тільки внаслідок розвитку у 20 ст. експериментальної техніки і появи нових методів дослідження. Відкриття в 1895 Вільгельмом Конрадом Рентгеном (1845 - 1923) Х-променів послужило основою для створення згодом методу рентгенівської кристалографії, що дозволяє визначати структуру молекул по картині дифракції рентгенівських променів на кристалах. За допомогою цього методу була розшифрована структура складних органічних сполук інсуліну, ДНК, гемоглобіну і інш. З створенням атомної теорії з'явилися нові могутні спектроскопічні методи, що дають інформацію про будову атомів і молекул.

***Біохімія.*** Ця наукова дисципліна, що займається вивченням хімічних властивостей біологічних речовин, спочатку була одним з розділів органічної хімії. У самостійну область вона виділилася в останнє десятиріччя 20 ст. внаслідок досліджень хімічних властивостей речовин рослинного і тваринного походження. Одним з перших біохіміків був німецький вчений Еміль Фішер (1852 - 1919). Він синтезував такі речовини, як кофеїн, фенобарбітал, глюкозу, вніс великий внесок в науку про ферменти білкових каталізаторів, уперше виділених в 1878. Формуванню біохімії як науки сприяло створення нових аналітичних методів. У 1923 шведський хімік Теодор Сведберг (1884 - 1971) сконструював ультрацентрифугу і розробив новий метод визначення молекулярної маси макромолекул, головним чином білків. Асистент Сведберга Арне Тізеліус (1902 - 1971) в тому ж році створив метод електрофорезу більш довершений метод розділення гігантських молекул, заснований на відмінності в швидкості міграції заряджених молекул в електричному полі. У 1944 англійські хіміки Арчер Мартін ( 1910) і Річард Синг ( 1914) запропонували новий варіант методу: вони замінили трубку з адсорбентом на фільтрувальний папір. Так з'явилася паперова хроматографія один з найбільш поширених в хімії, біології і медицині аналітичних методів, за допомогою якого в кінці 1940-х початку 1950-х років вдалося проаналізувати суміші амінокислот, що виходять при розщепленні різних білків, і визначити склад білків. Внаслідок копітких досліджень був встановлений порядок розташування амінокислот в молекулі інсуліну (Фредерік Сенгер, 1953), а до 1964 цей білок вдалося синтезувати. Зараз методами біохімічного синтезу отримують багато гормонів лікарських засобів, вітамінів.

***Промислова хімія.*** Ймовірно, найбільш важливим етапом в розвитку сучасної хімії було створення у 19 в. різних дослідницьких центрів, що займалися, крім фундаментальних, також прикладними дослідженнями. На початку 20 ст. ряд промислових корпорацій створили перші промислові дослідницькі лабораторії. У США в 1903 була заснована хімічна лабораторія «Дюпон», а в 1925 лабораторія фірми «Белл». Після відкриття і синтезу в 1940-х роках пеніциліну, а потім і інших антибіотиків з'явилися великі фармацевтичні фірми, в яких працювали професійні хіміки. Велике прикладне значення мали їх дослідження в області хімії високомолекулярних сполук. Одним з її основоположників був німецький хімік Герман Штаудінгер (1881 - 1965), що розробив теорію будови полімерів. Інтенсивні пошуки способів отримання лінійних полімерів привели в 1953 до синтезу поліетилену (Карл Циглер, 1898 - 1973), а потім інших полімерів із заданими властивостями. Сьогодні виробництво полімерів найбільша галузь хімічної промисловості.

ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

------ Медіа – енциклопедія: www.krugosvet.ru