

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ИМ. М. В. ЛОМОНОСОВА

Химический факультет

**ВВЕДЕНИЕ В ИСТОРИЮ ХИМИЧЕСКОЙ НАУКИ.
(ПЕРИОДЫ, ФАКТЫ, ФРАГМЕНТЫ)**

МЕТОДИЧЕСКАЯ РАЗРАБОТКА

по курсу:

“Введение в историю и методологию химии.

История химического факультета”

(для студентов второго года обучения)

МОСКВА, 2000 г.

© Составители: доц. О. Н. Зефирова, асс. Т. В. Богатова, 2000.

Ответственный редактор: академик РАН В. В. Лунин.

С другими материалами по курсу “Введение в историю и методологию химии. История химического факультета” можно ознакомиться в Интернет по адресу:
<http://www.chem.msu.su/rus/teaching/bogatova/welcome.html>

ВВЕДЕНИЕ

Книг по истории химии написано очень много. Подавляющее большинство из них - это солидные монографии и учебники, в которых детально и последовательно описывается развитие химической науки от древнейших времен до наших дней. Однако в рамки предмета "*Введение в историю и методологию химии. История химического факультета*", читаемого студентам II курса химфака МГУ, подробное описание процесса развития мировой химии не включено. Предусмотрено лишь краткое (1-2 лекции) введение, представляющее собой описание основных этапов истории химической науки, включающее изложение важнейших идей и теорий, а также краткую характеристику заслуг выдающихся ученых. обстоятельное рассмотрение истории и методологии химии предполагается в рамках соответствующего курса, читаемого для студентов 5 года обучения; для второкурсников же, изучающих введение в данный предмет, большинство из доступных учебников по истории химии курса представляются избыточными. Именно это обстоятельство послужило причиной создания настоящего учебно-методического пособия.

Материал пособия располагается следующим образом. Каждый из восьми разделов посвящен одному из периодов (или подпериодов) развития химии; внутри раздела три рубрики: ОСНОВНЫЕ КОНЦЕПЦИИ, ИМЕНА и ФАКТЫ. При этом составители придерживаются периодизации, данной в книге М. Джуа "*История химии*" (М., "Мир", 1975). Разумеется, такое деление условно; периоды имеют размытые границы, а деятельность персонажей может быть связана с несколькими концепциями и не всегда однозначно соответствовать по времени тому или иному периоду (так, например, Дж. Пристли, будучи сторонником *теории флогистона*, занимался *пневматической химией* и открыл кислород - событие, которое предшествовало созданию *кислородной теории горения*). Необходимо отметить, что составители не претендуют на полноту описания исторических периодов и заслуг выдающихся деятелей, а в большинстве случаев - и на экскурс в предысторию открытий; выбор концепций, имен и фактов обусловлен необходимостью дать студентам основной справочный материал для подготовки к зачету по указанному курсу (*в дополнение к материалу лекций*), а также привлечь внимание и интерес студентов к этой области науки.

Когда и как появилось слово “химия”

По некоторым данным, слово “химия” возникло еще за 3000 лет до н. э. Чаще всего его происхождение связывают с наименованием Древнего Египта - “хем”, что означает “темный” или “черный” (видимо, по цвету почвы в долине Нила) или древнеегипетским словом “хюма” - “земля”. Смысл этого названия - “египетская наука”. Некоторые историки считают, что слово “химия” связано с древнегреческим “ $\chi\upsilon\mu\omicron\zeta$ ” (“сок”), и означает *искусство выделения соков* (возможно, жидких расплавов из руд). Существует также версия происхождения этого слова от древнекитайского “ким” - “золото”.

Современное название “химия” производится от позднелатинского слова “Chimia” и является интернациональным словом: немецкое Chemie, французское chimie, английское chemistry и др.

ПРЕДАЛХИМИЧЕСКИЙ ПЕРИОД

(начало цивилизации - IV в. н. э.)

ОСНОВНЫЕ КОНЦЕПЦИИ

(Первыми теоретическими построениями в этот период были античные натурфилософские учения, которые содержали первоначальные представления о природе различных веществ).

“Античная атомистика” Демокрита - учение, признающее вечность материи и утверждающее, что она состоит из бесконечного числа мельчайших неделимых частиц - атомов, сочетания которых образуют бесчисленное множество разнообразных вещей и их свойств.

Учение Аристотеля о стихиях-качествах - концепция, утверждавшая, что в основе всего сущего лежат четыре элемента-стихии (огонь, воздух, земля, вода), являющиеся не материальными субстанциями, а лишь носителями определенных качеств - теплоты, холода, сухости и влажности. Кроме них существует пятый, всеобщий принцип (по латыни *quinta essentia* - *квинтэссенция*), вечный и неизменный эфир. Сочетание элементов в различных соотношениях создает все качественное разнообразие тел на Земле.

ИМЕНА

Левкипп (жил в V в. до н. э.) - древнегреческий ученый, считающийся основателем греческого атомизма. О его жизни практически ничего не известно; о его идеях есть лишь упоминания в работах более поздних авторов. Известно, что он был учителем Демокрита.

Демокрит (около 460 – 370 гг. до н. э.) - древнегреческий натурфилософ. Развивал идеи своего учителя Левкиппа о мельчайших неделимых частицах вещества. Впервые ввел термин “атом”.

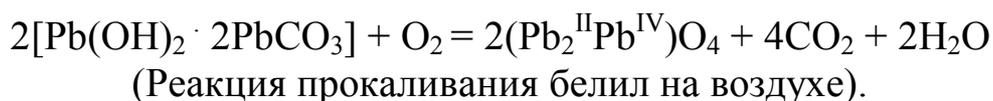
Фалес (640 - 546 гг. до н. э.) - древнегреческий философ из Милета. Считал воду первоначалом всего сущего. Представлял себе Землю в виде плоского диска, накрытого полусферой неба и плывущего по бесконечному океану воды.

Аристотель (384 – 322 гг. до н. э.) - древнегреческий философ, ученик Платона, воспитатель Александра Македонского. Основал в Афинах в 335 до н. э. свою философскую школу - Ликей (от этого названия происходит современное слово - *лицей*). Учение Аристотеля об элементах-качествах было канонизировано церковью; этими представлениями оперировала в течение более чем тысячелетнего периода вся алхимия.

ФАКТЫ

- Одним из первых металлов, известных человеку, было метеоритное железо. Древние греки и египтяне называли его небесным металлом, его название переводится как “звездный” (древнегреч.) или “*капнувший с неба*” (древнеарм.). Изделия из “земного” (выплавленного из руды) железа появились лишь в XII в. до н. э. в Малой Азии, Египте и Месопотамии. Это время и считается началом “железного века”.
- Первое оружие было изготовлено в конце V - начале IV тысячелетия до н. э. из природного золота, содержавшего до 20 % примесей других металлов. В III тысячелетии до н. э. для изготовления металлических предметов стала применяться медь (“медный век”), а во II тысячелетии до н. э. - бронза (“бронзовый век”).

- В древности было широко развито получение красок, в основном, из природных объектов. Часто способы их получения находили случайно. Так, 3000 лет тому назад, прославленный греческий художник Никий, ожидал прибытия заказанных им белил с острова Родос. Корабль с красками прибыл в порт, но там вспыхнул пожар. Пламя охватило и корабль. Когда его погасили, среди останков корабля, на месте обгоревших бочек Никий обнаружил под слоем угля и золы вместо белил какое-то ярко-красное вещество. Так, пожар в порту подсказал путь изготовления новой краски, названной *суриком*:



АЛХИМИЧЕСКИЙ ПЕРИОД

(IV в. н. э. - XVI в.)

ОСНОВНЫЕ КОНЦЕПЦИИ

(Главное место в алхимии отведено учению о металлах, их получению и очистке, металлическим сплавам и трансмутации металлов)

Трансмутация - одно из фундаментальных понятий алхимии, обозначающее взаимопревращение веществ, в основном, металлов. Наибольшее внимание алхимики уделяли попыткам получения золота ("самого совершенного" металла) из не содержащих его источников (часто из "неблагородных" металлов). Для этого предполагалось использовать "*философский камень*" - некий "препарат-посредник", "вылечивающий" несовершенные металлы и превращающий их в золото. Ему приписывали чудодейственные свойства излечивать от всех болезней, возвращать молодость и давать бессмертие. На протяжении столетий подавляющее большинство алхимиков шло двумя параллельными путями: одни пытались найти "философский камень" и получить золото, другие - добыть эликсир жизни ("*панацея*"), дававший бессмертие.

ИМЕНА

Джабир ибн Хайян (латинизированное имя Гебер) (ок. 721 г. - ок. 815 г.) - арабский алхимик. Ему приписывают введение представлений об

особых *элементах-принципах* - “сере” и “ртути”, из которых состоят все металлы (позднее к ним добавили третий принцип - “соль”).

Роджер Бэкон (ок. 1214 - ок. 1292) - алхимик и философ, монах английского ордена францисканцев. Впервые установил состав черного пороха; заметил, что *горение вещества в закрытых сосудах (без доступа воздуха) быстро прекращается*; разработал методы очистки золота от серебра и меди; приложил много усилий для распространения в Европе арабских и античных знаний. Значительную часть жизни провел в тюрьме по подозрению в обладании тайной “философского камня”.

ФАКТЫ

- Врач и алхимик Арнольд из Виллановы (1240 - 1311) по-видимому, первым описал винный спирт, называемый им “водой жизни” (*aqua vitae*) и указал, что он может быть получен дистилляцией виноградного вина.
- Первое письменное упоминание о получении мышьяка из природных сульфидов (ок. 1250 г.) встречается в работах немецкого философа и алхимика Альберта фон Больштедта. Популярность этого ученого была так высока, что он получил прозвище “Альберт Великий”, а в 1260 г. Папа Римский сделал его епископом. Однако уже через два года Альберт Великий отказался от этого сана ради занятий алхимией.
- В самом конце XVI в. получили громкую известность сочинения некоего Василия Валентина (возможно, под этим псевдонимом скрывались разные лица). Особой популярностью пользовалась его книга “Триумфальная колесница антимония”, в которой были впервые описаны свойства и способы получения сурьмы из ее соединений. Согласно легенде, Василий Валентин применял соединения сурьмы “для очистки человеческого организма от вредоносных начал”. Действие этих препаратов он испытывал на монахах бенедиктинского ордена, и некоторые из них, приняв снадобье, умирали в муках. По легенде, отсюда и пошло другое название сурьмы - “антимониум”, что означало “противомонашеский”. В действительности, название "антимоний" скорее всего происходит от древнегреческого "цветок" из-за сходства с цветками сростков игольчатых кристаллов природной сернистой сурьмы.

ПЕРИОД ОБЪЕДИНЕНИЯ ХИМИИ

(XVI - XVIII вв.)

Подпериод ятрохимии

ОСНОВНЫЕ КОНЦЕПЦИИ

Ятрохимия (от греческого слова “*ιατρος*” - врач) - направление науки, стремившееся поставить химию на службу медицине. Основой является положение Парацельса о гармонии химических функций организма и о болезнях как нарушении этой гармонии.

ИМЕНА

Теофраст Парацельс (1493 - 1541) - немецкий врач и естествоиспытатель (родился в Швейцарии). Явился основателем ятрохимии. Изучал лечебное действие химических веществ, используя препараты, содержащие ртуть, медь, железо и сурьму, а также экстракты лекарственных веществ из растений. Ценные лечебные свойства приписывал “золотой тинктуре” - коллоидному раствору золота. В области чистой химии внес немалый вклад в изучение соединений мышьяка и сурьмы, разработал способ получения концентрированной уксусной кислоты путем перегонки виноградного и древесного уксуса. Оставил огромное количество трудов как по медицине, так и по химии. Большая часть их изложена туманным языком, по-видимому, вследствие того, что эти сочинения Парацельс диктовал своим ученикам во время своих многочисленных путешествий.

Иоганн Глаубер (1604 - 1668) - немецкий химик и врач. Некоторое время был лекарем при королевском дворе в Гиссене. Позднее разработал метод получения соляной кислоты воздействием серной кислоты на поваренную соль. Установил, что остаток, полученный после отгонки кислот (сульфат натрия), обладает сильным слабительным действием. Это вещество было названо Глаубером “удивительной солью” (*sal mirabile*) и считалось панацеей, почти эликсиром жизни (позднее эта соль получила название глауберовой). Глаубер одним из первых применил стекло для изготовления химической посуды.

ФАКТЫ

- Настоящее имя Парацельса - Теофраст Бомбаст фон Гогенгейм, псевдоним Парацельс означает “превосходящий Цельса”, знаменитого

древнеримского врача, одного из медицинских авторитетов того времени. Возможно, желая превзойти и других врачей древности, свою деятельность в качестве профессора Базельского университета в Швейцарии, Парацельс начал с того, что рекомендовал студентам сжечь на площади города все книги Гиппократ, Галена и Авиценны из университетской библиотеки, что студенты под веселые возгласы и сделали. Эта акция вызвала возмущение городских властей, врачей и аптекарей...

- Первые в истории учебники ("Алхимия" и "Полное собрание медико-химических сочинений"), в которых систематизированы практические сведения по химии того времени, опубликовал в 1597 г. немецкий врач и преподаватель химии Андреас Либавий. В них, в частности, он впервые описал приготовление "царской водки" - смеси азотной и соляной кислот, получившей свое название из-за способности растворять золото. Либавий был последователем Парацельса, однако выступал против некоторых его "туманных" теорий, называя их "парацельсианскими".

Подпериод пневматической химии.

ОСНОВНЫЕ КОНЦЕПЦИИ

Корпускулярная теория. Возрождение атомистических представлений и эксперименты с газообразными веществами привели к гипотезе о дискретном (корпускулярном, от латинского слова *corpuscula* - *частица*) строении вещества.

ИМЕНА

Ян Баптист ван Гельмонт (1579 - 1644) - голландский естествоиспытатель, основные работы относятся к области ятрохимии и пневматической химии. Ван Гельмонт первым из химиков обратил внимание на воздухоподобные вещества, для которых он ввел термин "газ". Наблюдал образование газа (названного им "лесным газом" - *gas sylvestre*) при сжигании дерева, брожении молодого вина и действии кислот на мел. Более чем через сто лет этот газ был выделен, исследован и получил название диоксида углерода.

Роберт Бойль (1627 -1691) - английский химик и физик, сторонник корпускулярной теории. Доказал, что воздух легко сжимается и,

применив точное измерение, установил обратную зависимость изменения объема воздуха от давления (*закон Бойля - Мариотта*). Это был несомненный довод в пользу корпускулярной теории, т. к. объяснялся только “дискретным” строением воздуха (атомы, разделенные пустым пространством).

Бойль определил главным объектом химического поиска “элемент” и добивался *экспериментального* подхода к определению элементов.

ФАКТЫ

- Выдающиеся исследования ван Гельмонта не избавили его от веры в существование духов, нимф и сильфид, якобы играющих важную роль в жизненных процессах. Верил он и в самозарождение, говоря, например, что если в кадку с мукой бросить грязную рубаху, в ней сами собой зародятся мыши.
- Тот факт, что Бойль ратовал за экспериментальный подход к определению элементов, не означал, что он знал об их существовании - возможно, эксперимент подтвердил бы существование “аристотелевских элементов-качеств”: огня, воздуха, воды и земли. Сам Бойль был убежден в обоснованности воззрений алхимиков, считавших, что металлы не являются элементами. В 1689 г. Бойлю удалось убедить английского короля Генриха IV отменить указ, запрещавший алхимические опыты по превращению металлов в золото. Бойль считал, что получив золото из “основного металла” (точнее, “корпускулярной основы металлов”, которую, по Бойлю, еще предстояло найти), удастся подтвердить и корпускулярную структуру материи.

Подпериод теории флогистона.

ОСНОВНЫЕ КОНЦЕПЦИИ

Учение о флогистоне (1697 - 1703 гг., Георг Шталь,) - учение, предполагавшее, что существует некое начало горючести - **флогистон**, которое содержится во всех веществах, способных гореть с выделением пламени или превращаться при обжигании в землистые вещества (“окалины” или “известы”). **При горении или прокаливании таких веществ происходит выделение флогистона.** Чем больше флогистона содержит вещество, тем больше оно способно к горению.

Металлы, согласно этой теории, считались сложными телами, состоящими из окарины и флогистона, и именно потерей последнего объяснялись процессы горения и ржавления металлов.

ИМЕНА

Иоганн Бехер (1635 – 1682) - немецкий химик и врач. Считается предшественником теории флогистона. Рассуждая о составе неорганических веществ, высказал мысль о том, что они состоят из воды и трех земель: "ртутной", "стеклюющей" и "горючей". От различия количеств этих земель в образующихся телах зависят свойства последних. По мнению Бехера, горючая земля, названная им "жирной землей", выделяется во время горения; тело тем горючее, чем больше оно содержит "жирной земли".

Георг Шталь (1659-1734) - немецкий химик и врач, долгое время проработавший в качестве профессора медицины в Иене и Галле. Исследованиями по химии занимался вплоть до своей смерти и вошел в историю химии как *создатель теории флогистона*. Идеи Шталя о явлениях горения и обжигания металлов, а также о природе тел изложены им в трудах "Бехеров пример", "Основания догматической и экспериментальной химии" и др. Шталю принадлежат также работы по горному делу и металлургии, из которых видно, что он был прекрасно знаком с техникой получения металлов из руд и с практикой аналитического искусства. Скорее всего, именно эти производственные познания Шталя во многом способствовали разработке теории флогистона.

ФАКТЫ

- Термин "флогистон" в смысле "горючее" или "воспламеняющееся" (подразумевается "вещество") встречается еще у Аристотеля. Однако только Шталь ввел в обиход это понятие для объяснения химических реакций. Выдающийся французский химик Антуан Лавуазье, опровергнувший теорию флогистона, писал в 1783 г. : "Химики сделали из флогистона смутное начало, которое не определено в точной мере и которое поэтому пригодно для любых объяснений, в которые его хотят ввести".
- Теория флогистона Шталя на первых порах встретила резкую критику. Возражения, в основном, сводились к тому, что обычное горение и образование ржавчины не могут быть по сути дела одним и тем же

явлением, так как горение сопровождается выделением пламени, а ржавление нет. Шталь объяснял это различие тем, что при горении веществ, подобных дереву, флогистон улетучивается настолько быстро, что нагревает окружающую среду и становится видимым. При ржавлении флогистон улетучивается медленно, и поэтому пламя не появляется.

- Целая плеяда замечательных химиков искала способы выделения флогистона из различных веществ, но так и не смогла их найти. Среди этих химиков были английские ученые Кавендиш и Пристли, шведский химик Шееле и русский ученый Михаил Васильевич Ломоносов.

Подпериод антифлогистической системы.

ОСНОВНЫЕ КОНЦЕПЦИИ

Кислородная теория горения (1774 - 1780 гг., Антуан Лавуазье) - учение о том, что в процессах горения *кислород соединяется* с горючими телами и увеличивает их вес; металлические окалины - не простые тела (как в теории флогистона), а соединения металлов с кислородом.

ИМЕНА

Карл Шееле (1742 - 1786) - шведский химик и фармацевт, один из лучших экспериментаторов своего времени. В 1772 г. выделил “огненный воздух” (кислород) и описал его свойства, однако эти исследования были опубликованы лишь в 1777 г. До конца жизни оставался сторонником теории флогистона.

Джозеф Пристли (1733 - 1804) - английский химик, философ и богослов. Исследования относятся к области пневматической химии. В 1774 г. открыл “дефлогистированный воздух” (кислород), получив его при нагревании оксида ртути. В теоретических воззрениях придерживался теории флогистона.

Антуан Лоран Лавуазье (1743 - 1794) - французский ученый, один из самых выдающихся химиков в истории человечества. На свои средства создал хорошо оборудованную химическую лабораторию, которая была научным центром Парижа. Ввел в химическую практику строгие количественные методы, в особенности метод точного взвешивания,

благодаря которому пришел к выводу о *сохранении массы* веществ в процессах горения.

Установил способность кислорода соединяться с фосфором и серой при горении и металлами при обжиге (название “кислород” произошло от того, что Лавуазье ошибочно считал его необходимым элементом всех кислот). Лавуазье доказал сложный состав воздуха, показав, что он состоит из кислорода и азота. К 1780 г. он создал основы *кислородной теории*, правильно объяснив процессы горения и окисления.

Позже Лавуазье показал, что вода есть соединение кислорода и водорода (“горючего воздуха”).

Лавуазье первым из ученых систематически применял физико-химические методы в биологии и показал, что процесс дыхания подобен процессу горения.

Жизнь Лавуазье закончилась трагически - во время Великой французской революции он был казнен по приговору революционного трибунала.

ФАКТЫ

- Уже в 32 года Шееле был удостоен звания члена Стокгольмской академии наук и по своим знаниям, приобретенным путем самообразования, превосходил многих академиков того времени. Помимо кислорода, он выделил в свободном виде хлор, марганец, фтористый водород, оксиды бария, молибдена и вольфрама. Шееле выделил и описал более половины известных в XVIII в. органических соединений, в том числе молочную, щавелевую и бензойную кислоты. Умер Шееле внезапно в возрасте 44 лет, по видимому, от быстро прогрессирующей подагры, хотя существует версия, что он погиб при попытке определить вкус синильной кислоты.
- Жизнь Пристли, открывшего помимо кислорода также хлористый водород, закись азота, аммиак и пр., была необычайно беспокойной и пестрой из-за независимой позиции, занятой им по отношению к англиканской церкви. Еще будучи очень молодым, Пристли был отлучен от государственной церкви, осужден на вечное проклятие и стал священником религиозной церкви диссидентов. Он восторженно приветствовал Великую французскую революцию, за что подвергся преследованиям и был вынужден в 1794 г. эмигрировать в США, где и провел последние десять лет своей жизни.

- Лавуазье, к сожалению, оспаривал у Пристли честь открытия кислорода. В октябре 1774 г. Пристли прибыл в Париж, встретился с Лавуазье и рассказал ему о своем открытии “дефлогистированного воздуха” (кислорода). После визита Пристли, Лавуазье, который также проводил опыты с разложением оксида ртути, сделал сообщение в Парижской академии наук об открытии им нового газа без ссылки на разговор с Пристли, что, естественно, вызвало возмущение последнего. В 1781 г. английский химик Кавендиш открыл водород и наблюдал превращение водорода при горении в чистую воду. Пристли, повторив эти опыты, обнаружил те же явления. В 1783 г. знаменитый изобретатель паровой машины англичанин Джеймс Уатт показал, что вода состоит из водорода (“горючего воздуха”) и кислорода (“чрезвычайно чистого воздуха”). В том же году Лавуазье проверил опыты Кавендиша и Пристли и уже вполне определенно заявил, “что вода не есть вовсе простое тело... но она может быть разложена и вновь соединена”. Уатт узнал об этом объяснении Лавуазье и с чувством глубокой обиды написал одному из своих друзей: “Лавуазье знал о моей теории, но не упомянул ни в малейшей степени обо мне... Богатым людям дозволено совершать низкие дела...”

Период количественных законов (первые 60 лет XIX в.).

ОСНОВНЫЕ КОНЦЕПЦИИ

“Химическая атомистика” Дальтона. Сущность ее заключается в том, что материя состоит из атомов, причем каждому элементу соответствует определенный тип атомов (то есть атомы каждого элемента одинаковы); атомы характеризуются *атомным весом*. Если два элемента образуют несколько соединений, то массы одного элемента, приходящиеся на одну и ту же массу другого, относятся как целые числа (последнее положение носит название *закона кратных отношений*).

Электрохимическая дуалистическая теория Берцелиуса предполагала, что каждое химическое соединение состоит из двух частей, имеющих различную электрическую полярность, поскольку притяжение возможно только между положительно и отрицательно заряженными частями. Иными словами, силы химического сродства имеют электрическую природу.

Концепция “витализма” в химии. Согласно этой концепции, все вещества, составляющие организмы животных и растений образуются в них под действием “жизненной силы”; соответственно вне живого организма (без участия “жизненной силы”) искусственное получение (лабораторный синтез) органических соединений невозможно. Одним из ярых приверженцев этой концепции был Берцелиус.

Атомно-молекулярное учение ввело в химию понятие о молекуле как о наименьшем количестве вещества, вступающем в химическое взаимодействие, и состоящей из одинаковых или различных атомов (работы Авогадро, Канниццаро).

ИМЕНА

Джон Дальтон (1766 - 1844) - английский химик и физик. В 1803 - 1804 гг. выдвинул и обосновал теорию атомного строения или *химическую атомистику*. Теоретически предсказал и открыл *закон кратных отношений*. Ввел фундаментальное понятие атомного веса и составил первую таблицу относительных атомных весов (азота, углерода, серы, фосфора и др.), приняв за единицу атомный вес водорода. В конце жизни проводил работы, направленные на уточнение и разъяснение отдельных положений и сущности своей атомистической теории.

Йенс Якоб Берцелиус (1779 - 1848) - шведский химик, внесший огромный вклад в развитие *атомистической теории*. В 29 лет он был выбран членом Шведской королевской академии наук, а двумя годами позднее - ее президентом. Экспериментально проверил и доказал достоверность законов постоянства состава и кратных отношений применительно к неорганическим оксидам и органическим соединениям, проанализировав с целью определения их состава **более 2000 соединений**. Определил атомный вес 45 элементов и опубликовал таблицу уточненных атомных весов (в которой они не были целыми числами, как в таблице атомных весов Дальтона). Предложил систему химических символов для обозначения элементов, которые сохранились и в современной химии. Автор электрохимической дуалистической теории.

Амедео Авогадро (1776 - 1856) - итальянский физик и химик. Заложил основы молекулярной теории, обобщив накопленный к началу XIX в. экспериментальный материал о составе веществ. В 1811 г. открыл

закон, согласно которому **в одинаковых объемах газов** при одинаковых температурах и давлениях содержится **одинаковое число молекул** (*закон Авогадро*). Создал метод определения молекулярных масс, посредством которого по экспериментальным данным других исследователей первым правильно вычислил атомные массы кислорода, углерода, азота, хлора и ряда других элементов. Установил количественный атомный состав молекул многих веществ (например, водорода, кислорода, воды и др.), для которых он раньше был определен неправильно.

Результаты работ Авогадро по молекулярной теории были признаны лишь после его смерти.

Станислао Канниццаро (1826 - 1910) - итальянский химик, один из основателей атомно-молекулярной теории. Главный вклад в химию заключается в предложенной им системе основных химических понятий. Установил и обосновал правильные атомные массы элементов, в частности металлов; проанализировав учения Авогадро и Дальтона, четко разграничил понятия “атом”, “молекула” и “эквивалент”. На первом Международном конгрессе химиков в Карлсруэ (1860 г.) убедил многих ученых встать на позиции атомно-молекулярного учения и внес ясность в запутанный вопрос о различии в значениях атомных, молекулярных и эквивалентных весов (масс).

Прах Канниццаро покоится в Пантеоне рядом с прахом Рафаэля, Леонардо да Винчи, Галилео Галилея и других выдающихся деятелей Италии.

ФАКТЫ

- Химическая атомистика Дальтона способствовала объяснению эмпирического закона постоянства состава, который сформулировал в конце 18 века французский химик Ж. Пруст, считавший, что все соединения содержат элементы в строго определенных пропорциях вне зависимости от условий получения этих соединений. Долгое время Пруст вел яростную полемику с французским химиком *К. Л. Бертолле*, полагавшим, что состав химических соединений зависит от соотношения исходных компонентов (к этому заключению он пришел, наблюдая, в частности, кристаллизацию соды в одном из египетских озер - при разных условиях получался либо безводный карбонат натрия, либо его кристаллогидрат).

- Личная жизнь Дальтона - автора химической атомистики и нескольких физических и химических законов - не изобилует яркими событиями; он вел уединенный образ жизни, много лет работал учителем начальных школ в разных городах Англии, был членом религиозной общины квакеров и всегда носил костюм квакеров: короткие, до колен брюки, серые чулки, башмаки с пряжками и белый галстук. У Дальтона были глухой хриплый голос, плохая дикция и невзрачная наружность. Он мало читал и часто говорил, что “может унести всю свою библиотеку на спине”, и что “даже из этих книг он не прочитал и половины”.
- Свою электрохимическую дуалистическую теорию Берцелиус пытался распространить как на неорганические, так и на органические соединения. Однако достаточно очевидная для неорганических веществ, дуалистическая система в применении к органическим соединениям оказалась несостоятельной, и **крушение электрохимического дуализма** связано, главным образом, с развитием органической химии.
- **Концепция витализма была опровергнута** уже к середине XIX столетия. В 1828 г. немецкий химик Вёлер, пропуская аммиак через водный раствор циановой кислоты, получил мочевины, которую до этого получали только из мочи. Это было первое открытие, поколебавшее позиции сторонников теории витализма. В 1845 г. немецкий химик Кольбе синтезировал из элементов уксусную кислоту, считавшуюся в его время несомненно органическим веществом. А начиная с 1850-х гг. французский химик Бертло осуществил многочисленные синтезы органических соединений из неорганических, показав таким образом, что “химия не нуждается в жизненной силе”.

СОВРЕМЕННЫЙ ПЕРИОД (60-е гг. XIX в. - настоящее время).

ОСНОВНЫЕ КОНЦЕПЦИИ

(Дается лишь *перечисление* некоторых важнейших теорий, возникших во второй половине XIX - начале XX вв.).

- Учение о валентности
- Теория химического строения органических соединений
- Периодический закон и периодическая система элементов

- Учение об асимметрическом атоме углерода
- Теория электролитической диссоциации
- Координационная теория
- Учение о радиоактивности
- Учение о катализе
- Теория химической связи

ИМЕНА

Август Кекуле (1829 - 1896) - немецкий химик-органик, один из создателей *теории химического строения органических соединений*. Известен своими работами в области органического синтеза, а также в области теоретической органической химии по вопросам валентности (“основности”). Указал на "двухосновность" (двухвалентность) серы и кислорода, высказал идею о “четырёхосновности” (четырёхвалентности) атома углерода. Предложил *циклическую формулу строения бензола* с чередующимися простыми и двойными связями, распространив таким образом положения теории строения органических соединений на ароматические соединения.

Александр Михайлович Бутлеров (1828 - 1886) - русский химик, один из создателей *теории химического строения органических соединений*. Утверждал, что структура вместе с составом определяет физические и химические свойства вещества. С помощью структурных формул предсказал и объяснил изомерию многих органических соединений, например предсказал существование третичного бутилового спирта и доказал это, синтезировав его.

Дмитрий Иванович Менделеев (1834 - 1907) - русский ученый-энциклопедист, имеющий многочисленные работы в области химии, физики, метеорологии, геологии, технологии, экономики и т. д., один из самых известных ученых в истории химии. Ему принадлежит честь создания Периодической системы элементов, в которой он впервые предсказал существование и свойства неоткрытых элементов. Сформулировал Периодический закон.

Осуществил фундаментальный цикл работ по изучению растворов, разработав гидратную теорию растворов. Изучая газы, получил общее уравнение состояния идеального газа, обобщив уравнение Клапейрона (*уравнение Менделеева - Клапейрона*).

Более 90 академий наук, научных обществ, университетов и институтов разных стран мира избрали Д. И. Менделеева своим членом. Его имя носят химический элемент № 101, минерал, подводный горный хребет, кратер на обратной стороне Луны.

Якоб Вант-Гофф (1852 - 1911) - голландский ученый, один из основателей физической химии и стереохимии, первый лауреат Нобелевской премии. Первые работы относятся к стереохимии (разработал теорию асимметрического атома углерода).

Исследовал кинетику химических реакций. Установил, что при повышении температуры на 10° скорость реакции увеличивается в 2 - 4 раза (правило Вант-Гоффа).

Вывел одно из основных уравнений химической термодинамики (зависимость константы равновесия от температуры и теплового эффекта реакции). Вывел закон об осмотическом давлении водных растворов солей, кислот и оснований (закон Вант-Гоффа).

Сванте Аррениус (1859 - 1927)- шведский ученый, один из основоположников физической химии. Основные работы посвящены учению о растворах и кинетике химических реакций. Изучая зависимость между химическими свойствами растворов электролитов и их проводимостью, предложил в 1887 г. всесторонне обоснованную *теорию электролитической диссоциации* (сама идея о распаде молекул солей в растворе на ионы была высказана им тремя годами раньше). В 1889 г. ввел в химию понятие *энергии активации*, и вывел уравнение зависимости константы скорости реакции от температуры, энергии активации и фактора, определяющего частоту столкновения молекул (уравнение Аррениуса). Это уравнение стало одним из основных в химической кинетике.

Интересно, что в конце жизни Аррениус занимался также космогоническими и биохимическими проблемами и написал такие труды, как "Образование миров", "Жизнь Вселенной", "Судьба звезд" и другие работы.

Вильгельм Оствальд (1853 - 1932) - немецкий ученый (родился в Риге), один из основателей физической химии. В 1888 г. установил закон, выражающий зависимость электрической проводимости разбавленных растворов бинарных электролитов и реакционной способности от концентрации (закон разбавления Оствальда).

Создал основы учения о катализе. В 1901 г. дал следующее определение: "Катализатор есть всякое вещество, которое изменяет

скорость химической реакции, но отсутствует в конечном продукте последней”.

Интересно, что Оствальд занимался также историей химии и написал монографию "Великие люди" (открывшую серию под тем же названием), где он дал исторические портреты некоторых знаменитых ученых.

Альфред Вернер (1866 - 1919) - швейцарский химик, основоположник химии координационных соединений. В 1893 г. выдвинул и развил координационную теорию строения комплексных соединений, опровергающую представления о постоянстве чисел валентности. Практически всю свою дальнейшую деятельность посвятил экспериментальному обоснованию координационной теории, синтезировав для этого множество комплексных соединений и определив их строение и состав.

Мария Склодовская-Кюри (1867 - 1934) - химик и физик, родилась в Польше, училась и работала во Франции. Является одним из основоположников учения о *радиоактивности*. Совместно с Пьером Кюри открыла химические элементы *полоний* и *радий* (переработав несколько тонн остатков урановой руды). Впервые использовала термин “радиоактивность” и разработала количественные методы радиоактивных измерений. Открыла радиоактивность тория. Лауреат двух Нобелевских премии - по физике и по химии. При участии Марии Кюри были созданы Институт радия в Париже и Институт по изучению радиоактивности в Варшаве.

Лайнус Полинг (1901 - 1994) - американский физик и химик, лауреат Нобелевской премии по химии и Нобелевской премии мира. Работы посвящены, главным образом, изучению строения молекул и природы химической связи. Разработал квантово-механический метод изучения и описания структуры молекул - метод валентных связей (ВС). Автор теории резонанса. Количественно определил понятие электроотрицательности и предложил шкалу электроотрицательностей. Предсказал возможность получения химических соединений ксенона. С 1940-х гг. занимался вопросами биохимии. Впервые высказал мысль о спиральном строении полипептидной цепи белковых молекул, удерживающейся в этом положении за счет водородных связей; дал описание α -спирали.

Фредерик Сенгер (р. 1918) - английский биохимик. Основные работы посвящены химии белка. Разработал метод для определения порядка расположения аминокислот в молекуле белков, с помощью которого расшифровал строение инсулина.

Предложил метод расшифровки первичной структуры ДНК (носителей наследственной информации в организмах живых существ) и расшифровал первичную структуру некоторых РНК и ДНК. Единственный из ученых - лауреат двух Нобелевских премий по химии.

ФАКТЫ

- Изучив ряд металлоорганических соединений, английский химик Эдуард Франкленд установил, что каждый атом металла присоединяет определенное число органических групп, причем оно различно для разных металлов. В 1852 г. Франкленд выдвинул теорию, которая позднее стала известна как теория валентности (от латинского *valentia* - "сила"). Современный термин "валентность" стал общепотребительным только в конце XIX - начале XX века.
- В 1858 г. английский химик Арчибальд Купер в своей статье "О новой химической теории" выдвинул идею о том, что углерод может вступать в соединение с самим собой, то есть, что в органических соединениях имеется связь углерод - углерод. Формулы различных соединений углерода Купер предложил обозначать графическими формулами, применяя черточки для изображения валентности, введя, таким образом близкий к современному способ изображения органических соединений. К сожалению, Купер рано вынужден был прекратить научную работу из-за нервного заболевания.
- Одним из практикантов у Кекуле был будущий лауреат Нобелевской премии за 1905 г. немецкий химик Адольф фон Байер. В конце 1850-х гг. он синтезировал метилдихлорарсин (CH_3AsCl_2) и решил его понюхать, не зная, что это вещество сильный яд. Байер сразу же начал задыхаться и вскоре потерял сознание. Его спас Кекуле, вытащив на свежий воздух.
- Интересно, что диссертационная работа Аррениуса о "гальванической проводимости электролитов" (в которой он излагал теорию электролитической диссоциации) была встречена в шведской научной среде очень холодно и даже враждебно. Не найдя повода для отклонения диссертации, члены научного совета после долгих

обсуждений присудили Аррениусу, хотя и неохотно, искомую степень. Содержание диссертации получило оценку “не без похвалы”, а защита ее - оценку “с похвалой”, что соответствует оценке “удовлетворительно”. Такая оценка не позволяла получить должность доцента в университете. К числу противников теории Аррениуса принадлежал и его учитель, профессор химии Клеве, который заявлял: “Но ведь это бессмыслица - допустить, ... что в растворенном хлориде натрия хлор и натрий отделены друг от друга”. Интересно, что противником теории электролитической диссоциации до самой своей смерти оставался и Дмитрий Иванович Менделеев.

- В 1913 г. шведский король Густав V вручил Альфреду Вернеру золотую медаль лауреата Нобелевской премии и диплом, в котором указывалось, что премия присуждена Вернеру “в признание его работ о природе связей в молекулах, которыми он по-новому осветил старые проблемы и открыл новые области для исследований, особенно в неорганической химии”.
- С 1898 по 1902 гг. Мария Кюри занималась химическими операциями по извлечению полония и радия, а ее муж Пьер Кюри - изучением физических свойств солей радиоактивных элементов. Вдыхая радиоактивную пыль и спокойно беря в руки сильно радиоактивные соли радия и полония, они не думали об облучении и не подозревали о лучевой болезни. Когда через 55 лет после смерти Пьера поднесли к счетчику листок из его блокнота, то прибор зафиксировал сильнейшее излучение.
- Л.Полинг считал, что витамин С (аскорбиновая кислота) - лучший, безвредный и чудодейственный препарат, способный излечивать простудные заболевания, если принимать его в очень больших дозах - от одного до четырех граммов ежедневно. К сожалению, исследования последнего времени не подтвердили это положение.

В XX столетии, наряду с развитием как вышеперечисленных, так и многих других учений и концепций, возникают новые направления, часто требующие своего теоретического аппарата (биоорганическая химия, химия полимеров, супрамолекулярная химия и др.). Обстоятельное рассмотрение этого периода предполагается в курсе “История и методология химии”, IX семестр.

При составлении настоящего пособия использованы следующие материалы, которые также могут быть рекомендованы для студентов:

- Азимов А. Краткая история химии. Развитие идей и представлений в химии. М.: Мир, 1983.
- Фигуровский Н.А. История химии. М.: Просвещение, 1979.
- Джуа М. История химии. М.: Мир, 1975.
- Волков В. А., Вонский Е. В., Кузнецова Г. И. Выдающиеся химики мира. М., 1991.
- Степин Б. Д., Аликберова Л. Ю. Книга по химии для домашнего чтения. М.: Химия, 1995.
- Фигуровский Н. А. Очерк общей истории химии. От древнейших времен до начала XIX века. М.: Наука, 1969.
- Фигуровский Н. А. Очерк общей истории химии. Развитие классической химии в XIX столетии. М.: Наука, 1979.
- Соловьев Ю. И. История химии. (Развитие химии с древнейших времен до конца XIX века.). М.: Просвещение, 1983.
- Соловьев Ю. И., Трифонов Д. Н., Шамин А. Н. История химии. (Развитие основных направлений современной химии). М.: Просвещение, 1984.