

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕСПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

**ГУЛИСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ**



ФАКУЛЬТЕТ ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

КАФЕДРА ХИМИИ

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС
ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«ИСТОРИЯ ХИМИИ»**

GULISTON - 2018

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕСПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

ГУЛИСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ФАКУЛЬТЕТ ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

КАФЕДРА ХИМИИ



**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС
ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«ИСТОРИЯ ХИМИИ»**



Область знаний: – 100000 – Гуманитарная
Область образования: – 140000 – Естественные науки
Направление образования: – 5140500 – Химия

Гулистан – 2018

Учебно-методический комплекс разработан на основании по учебному плану и учебной программе (№BD-5140500-2.08.) утвержденной Министерством высшего и среднеспециального образования по приказу №_ от 25. 08. 2018 г.

Составитель: **Ш.К.Ташбаева** - старший преподаватель кафедры Химии, ГулГУ

Рецензент: **Н.Умирова** – преподаватель кафедры Химии, ГулГУ

Учебно-методический комплекс рассмотрена и рекомендована для применения в учебном процессе на заседании Учебно-методического Совета Гулистанского государственного университета протокол «№1» от «30» августа 2018 года

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	4
Теоритические занятия (курс лекций)	5
Методические указания по семинарским занятиям	55
Темы самостоятельных работ	89
Глоссарий	90
Список литературы	93
<i>Приложение</i>	94
Учебная программа	94
Рабочая учебная программа	101
Тесты по дисциплине	104
Лауреаты Нобелевской премии в области химии присуждённые в 1901 – 2017 гг	119

Введение

Реальная картина развития химии – результат многовекового, удивительно сложного и разнообразного по формам научного творчества. Эта картина характеризуется и необычайным богатством идей, выраженных в смелых гипотезах, строгих теориях и точных законах, и множеством самых драматических человеческих судеб и характеров. История химии свидетельствует о том, что постижение химических истин – законов, лежащих в основе строения вещества и процессов его превращения, – особого рода коллективное творчество, в котором участвуют и одновременно и последовательно учение разных стран, драматических школ, разных направлений и поколений. Это, иногда и непомерно тяжелый труд, и исключительное за него вознаграждение – радость открытия неизвестного. Это и спокойное течение мысли, и перевороты в устоявшихся взглядах, связанные с внезапными открытиями.

История химии изучает и описывает сложный процесс накопления специфических знаний, относящихся к изучению свойств и превращений веществ; её можно рассматривать как пограничную область знания, которая связывает явления и процессы, относящиеся к развитию химии, с историей человеческого общества. При изучении истории развития химии возможны два взаимно дополняющих подхода: *хронологический* и *содержательный*.

При хронологическом подходе историю химии принято подразделять на несколько периодов. Следует учитывать, что периодизация истории химии, будучи достаточно условной и относительной, имеет скорее дидактический смысл. При этом на поздних этапах развития науки (в случае химии – уже с начала XIX века) в связи с её дифференциацией неизбежны отступления от хронологического порядка изложения, поскольку приходится отдельно рассматривать развитие каждого из основных разделов науки.

В большинстве учебников и учебных пособий при рассмотрении периодизации истории химии за периодом количественных законов следует современный период. Однако, по мнению автора, это не совсем корректно, т. к. в начале XX в. теоретические основания химии претерпели существеннейшие изменения. Вторая половина XIX в. является чрезвычайно важным особым этапом развития химических знаний. В этот период окончательно формируется атомно-молекулярная теория и учение о химических элементах, классические разделы химии, создаётся периодический закон, возникают две новых концептуальных системы химии – структурная химия и учение о химическом процессе.

Содержательный подход к истории химии основывается на изучении того, как изменялись со временем теоретические основы науки. Вследствие изменений в теориях на всём протяжении существования химии постоянно менялось её определение. Химия зарождается как «искусство превращения неблагородных металлов в благородные»; Менделеев в 1882 г. определяет её как «*учение об элементах и их соединениях*». Определение из современного школьного учебника в свою очередь значительно отличается от менделеевского: «*Химия – наука о веществах, их составе, строении, свойствах, взаимных превращениях и законах этих превращений*».

Основной задачей содержательного подхода к истории химии является, говоря словами Д.И. Менделеева, выделение «неизменного и общего в изменяемом и частном». Таким неизменным и общим для химических знаний всех исторических периодов является *цель химии*. Именно цель науки – не только теоретический, но и исторический её стержень.

Таким образом, в рамках содержательного подхода история химии может быть рассмотрена как история возникновения и развития концептуальных систем, каждая из которых представляет собой принципиально новый способ решения основной задачи химии. Следует отметить, что указанные концептуальные системы не противоречат друг другу и не сменяют одна другую, но являются взаимно дополняющими.

Лекция 1. Введение в курс «История химии».

Периодизация истории химии

План лекции:

1. Возникновение химии.
2. Периодизация истории химии.
3. Предалхимические знания людей.

Опорные слова и термины: возникновение химии, ремесленная химия, доантичный и античный периоды, Платон, Аристотель, Теофраст, Плиний, предалхимический период, алхимия, алхимический период, герметическое искусство, спагирическое искусство, гончарное ремесло, ятрохимический период.

Проследить возникновение химии у истоков цивилизации - задача нелегкая, но еще труднее определить характер химических знаний у различных народов. Правда, степень цивилизации народа, хотя бы и на первой ее стадии, всегда столь многосторонне проявляется в области культуры и техники, что при достаточном знании археологии нетрудно проследить за развитием отдельных искусств (применим этот термин, чтобы более строго отличать античную науку от современной).

Однако при отсутствии связующей нити древняя история той или иной науки сведется к сумме обособленных сведений, к ссылкам на достигнутый в те времена технический прогресс и не будет представлять собой систематического изложения. Последнее возможно только тогда, когда существенную роль начинает играть общая теория, оказывающая влияние на развитие определенной науки. Что касается химии той эпохи, то возникает вопрос: искусство это или наука?¹

Два самых глубоких исследования по истории химии Бертоло и Штрунца позволяют принять первую альтернативу. Химией в древности называли искусство превращать обыкновенные металлы в золото и серебро или их сплавы. Название это, вероятно, произошло от египетского слова *хам* или *хеми*, что означало Египет, а также «черный». Происхождение названия «химия», таким образом, еще окончательно не выяснено, и проще понимать под химией «искусственное приготовление золота и серебра», как у Свиды в Энциклопедии XI в., в которой собрано все, что сохранилось в преданиях по существу этого вопроса. История египетской цивилизации и, в частности, привилегии жреческой касты на опеку тех ремесел, которые представляли особенный интерес для сохранения и увеличения богатства, позволяют предполагать, что химическое ремесло возникло в Египте. Так или иначе, совершенно ясно, что в Египте оно считалось священным и было окружено таинственностью. Если, как утверждает Вико, наводнения на Ниле привели к разработке в Египте геометрии, выросшей из землемерия, то и возникновение химии может быть приписано практическому стимулу.²

Не таким ясным представляется нам возникновение химического ремесла у эллинов, скрытое неожиданно великим духовным развитием, достигнутым в античности изумительным народом Греции. Несмотря на это, в сочинениях Платона, Аристотеля, Теофраста, Плиния и других легко найти свидетельства о некоторых химических знаниях у этого народа. Греческая цивилизация не могла отнестись с полным пренебрежением к прикладным знаниям и не могла использовать материальные ресурсы для территориальных завоеваний, если бы не считалась с важной ролью техники для всей общественной жизни.

¹ М. Джуа. История химии. - Москва: Мир. 1975.

² A.Grenberg From alchemy to chemistry in picture and story WILEY. 2007

Только ошибками в оценке истории можно объяснить утверждения современных исследователей эллинизма, будто греки не придавали значения практическим знаниям. Но разве смогла бы греческая цивилизация укрепиться и вести победоносную вооруженную борьбу с народами, знакомыми с приложениями различных технических процессов?

Персы также были не только воинственным народом, потому что знали различные приложения металлургии, гончарное ремесло и т. д. В войнах между греками и персами техника обеих сторон не была заимствована у других народов. Дальнему Востоку также была известна практическая химия; в Индии химия получила такое же развитие, как в Египте и Греции. Вероятно, то же можно сказать и о Китае, потому что знакомство с порохом и крашением выдвинуло китайский народ на одно из первых мест по познаниям в практической химии древности.³

Алхимия, которая дала начало *алхимическому периоду*, характеризуется стремлением превратить неблагородные металлы в благородные и представляет поэтому первую попытку рационализировать совокупность знаний на основе общего принципа. Однако с алхимией мы отчасти вступаем в область загадок и присутствуем при создании мифов. В то время как некоторые приверженцы алхимии вели начало своего искусства от Книги бытия, а проще — от эпохи «всемирного потопа», другие связывают происхождение алхимии с Гермесом Трисмегистом, который стал таким образом «трижды величайшим» основателем священного искусства.

Подобно Изиде, Серапису, Митре и другим, мифическая фигура Гермеса Трисмегиста свидетельствует о некоей связи между религией и магией 10а. И вот химия сделалась *герметическим искусством*, а позднее *спагирическим искусством* (от *germo* — *отделяю* и *ayetro* — *собираю*).

В новую эпоху обнаружилась тщетность стремлений алхимиков, в особенности благодаря успехам техники (первые великие поборники прикладной химии, такие, как Бирингуччо, Агрикола, Палисси, Глаубер, жили в XVI в.), и химия стала все более и более приобретать самостоятельный характер, поскольку она начала рассматриваться (Парацельсом в ятрохимический период) как вспомогательная медицинская наука.

С середины XVII в. примерно до последней трети XVIII в. с расширением теоретических и практических сведений сначала под влиянием пневматологии (учения о газах), а затем теории флогистона в химии начал выработываться единый взгляд на химические процессы и использоваться экспериментальный метод, основателями которого в XVII в. были Галилей, Ньютон, Гюйгенс, а также пневматолог и химик Бойль.

Но только к концу XVIII в., начиная с Лавуазье, эта наука приняла свой настоящий характер, заключающийся в *экспериментальном изучении *состава тел*. С XIX в. химия окончательно выступает как самостоятельная наука, хотя и связанная с другими отраслями естествознания; в этом веке химия, используя достижения физики, механики и математики, совершила переход от эмпиризма к рациональности.

Атомная теория Дальтона, молекулярная теория Авогадро и все более широкое применение в химии математики в первую очередь способствовали этому переходу. Возникновение теории электролитической диссоциации Аррениуса (1887) ознаменовало, по словам Джонса, новую эру в химии. Применение в химии принципов термодинамики и теории фаз Гиббса для гетерогенных равновесий (которая, кроме других заслуг, имеет еще и ту, что она способствовала развитию современной металлографии), расширение теории химического сродства и разработка третьего начала термодинамики, или «тепловой теоремы» Нернста, — все эти завоевания науки формировали новое лицо химии.

Еще нельзя предвидеть развитие, которое получит старое понятие валентности под влиянием электронной концепции вещества, создание которой составляет заслугу Дж. Дж.

³ Миттова, И.Я. История химии с древнейших времен до конца XX века / - Долгопрудный: Интеллект, 2012.- Т.1.- 411 с.

Томсона (1904), но открытие в конце прошлого века радиоактивности, а затем открытие супругами Пьером и Марией Кюри радия революционизировало почти все естественные науки. Возникновение под влиянием квантовой теории Планка (1900) атомной физики создало для химии новые проблемы и расширило поле исследования. В настоящее время нельзя провести четкой границы между предметом химии и физики, и самые тонкие физические методы оказываются полезными при решении химических задач. Напомним в связи с этим об изучении кристаллической структуры с помощью рентгеновских лучей, что привело Брэгга к воссозданию истинной архитектуры вещества в твердом состоянии, о применении самых различных физических методов к изучению структуры макромолекул и о многих, многих других успехах, достигнутых в последние десятилетия, чье перечисление увело бы нас в чашу деталей из истории химии.

К концу прошлого века Оствальд противопоставил энергию материи, признавая реальность только за первой и предлагая очистить химию от атомно-молекулярных представлений: теория фаз и понятие энергии, по его мнению, будут достаточны для истолкования любого химического процесса. Ныне, наоборот, материя и энергия рассматриваются как две реальности, которые химия изучает, в согласии с физикой, пользуясь рациональным методом, предписанным математикой. Вскоре будут говорить о «рациональной химии» как о действенной ветви физико-математических наук. И это будет логичным завершением долгого периода возмужания, который неизбежно приводит все естественные науки к рационализму, обобщающему эмпирические данные, хотя и представляющие собой первое приобретение экспериментального метода, но не составляющие конечной цели научного познания.

Охватить взглядом историю химии с самых отдаленных времен до современной эпохи нелегко, если не прибегнуть к подразделению на периоды. Такая периодизация имеет как мнемонический, так и дидактический смысл и поэтому принята всеми историками науки. Конечно, разделение на периоды не следует переоценивать, потому что науку нельзя расчленить в ее историческом развитии, а также и потому, что отдельные периоды сливаются либо с предыдущими, либо с последующими, а иногда и с теми и другими одновременно.

В соответствии с классификацией, принятой большей частью историков химии, мы различаем следующие эпохи:

1. *Период преалхимический* — от начала цивилизации до IV в. нашей эры. Этот период отличается отсутствием понятий, обобщающих приобретенные практические знания, передававшиеся по традиции из поколения в поколение кастами жрецов.

2. *Период алхимический* - с IV в. нашей эры до XVI в. Он характеризуется, кроме веры в магическую силу *философского камня*, поисками *эликсира долголетия*, *алкагеста*, или универсального растворителя, а также созданием мифов, из которых знаменитым стал миф о Гермесе Трисмегисте. Алхимический период можно в свою очередь разделить на подпериоды, которые обозначаются именами народов, практиковавших «превращение» благородных металлов в золото или серебро. Имеется, таким образом, алхимия египетская, греческая, арабская, раннего и позднего средневековья, натуральной магии и т. д.

3. *Период объединения химии* охватывает XVI, XVII и XVIII вв. и состоит из четырех подпериодов: ятрохимии, пневматической химии (химии газов), теории флогистона и антифлогистической системы Лавуазье.

Подпериод ятрохимии, заканчивающийся во второй половине XVIII в., характеризуется трудами Парацельса и идеей присоединения химии к «великой матери» - медицине, на которую смотрели как на универсальную науку. В течение этого подпериода родилась настоящая прикладная химия, которую можно рассматривать как начало современной промышленной химии, поскольку в этот подпериод развились металлургия, производство стекла и фарфора, искусство перегонки и т. д.

Подпериод пневматической химии характеризуется исследованием газов и открытием газообразных простых тел и соединений. Кроме Бойля открывшего известный закон

зависимости объема газа от давления, с пневматологией связаны имена Блэка, Кавендиша, Пристли, Фонтаны и др. Все эти великие химики, за исключением Бойля, которого в известном отношении можно считать предвестником следующего периода, были приверженцами теории флогистона.

Подпериод теории флогистона по времени почти совпадает с периодом пневматической химии. Он характеризуется широким распространением теории флогистона, созданной на рубеже XVII и XVIII вв. Г. Э. Шталем для объяснения явлений горения и обжигания металлов. Представление о флогистоне, предшественником которого было понятие *terra pinguis* И. И. Бехера, быстро распространилось и почти в течение века господствовало при объяснении химических явлений. Люди выдающегося ума, как, например, Пристли и Блэк, были настолько захвачены идеей флогистона, что так и не осознали роли полученного и исследованного ими кислорода в явлениях горения и обжигания.

Подпериод антифлогистической системы характеризуется новаторскими трудами Лавуазье, который, изучая горение и обжигание, не только выяснил и сделал очевидной для других роль кислорода в этих явлениях, разрушив тем самым основу теории флогистона, но также внес четкость в понятие химического элемента и доказал экспериментально закон сохранения вещества.

Период объединения химии, охватывающий эти четыре подпериода, очень важен потому, что с ним связано зарождение и упрочение химии как науки, независимой от других естественных наук.

4. *Период количественных законов* охватывает первые шестьдесят лет XIX в. и характеризуется возникновением и развитием атомной теории Дальтона, атомно-молекулярной теории Авогадро, экспериментальными исследованиями по определению атомных весов, установлением и обоснованием правильных атомных весов, разработкой атомной реформы Канниццаро с его точными формулировками основных понятий: атом, молекула, эквивалент.

5. *Современный период* длится с 60-х годов XIX в. до наших дней. Это золотой период химии, потому что в течение немногим менее века были разработаны периодическая классификация элементов, представление о валентности, теория ароматических соединений и стереохимия, углубились методы исследования строения веществ, были достигнуты огромные успехи в синтетической химии, и было также подготовлено уничтожение всяких преград между инертной и живой материей. Кроме этих достижений химии, следует напомнить об исследовании химического сродства (теорема Нернста), о теории электролитической диссоциации Аррениуса, о термодинамической трактовке химических процессов, об открытии радиоактивности и создании электронной теории материи, о понятии изотопии элементов, возникновении атомной физики, о ядерных реакциях, которые, казалось, возродили древнюю мечту алхимиков и которые во всяком случае лучше выражают идею превращения элементов, поскольку в ходе этих реакций вещество раздробляется на электроны, протоны, нейтроны и т. д., т. е. на частицы, меньшие, чем атомы⁴.

В современный период поле химических исследований значительно расширилось, так что отдельные ветви химии - *неорганическая химия, органическая химия, физическая химия, техническая химия, фармацевтическая химия, химия пищевых продуктов, агрохимия, геохимия, биохимия, ядерная химия* и т. д. - приобрели признаки независимых наук. Вот почему перед историком этого периода стоит проблема отделения их истории от общей истории химических теорий.

Контрольные вопросы:

⁴ Умаров Б.Б., Ниязхонов Т.Н.; История химии. – Т., Навруз, 2015. 576 ст.

1. Какие химические процессы были известны первобытным людям?
2. Что такое «трансмутация»?
3. Чем характеризуется подпериод пневматической химии?
4. Какой период характеризуется стремлением превратить неблагородные металлы в благородные?
5. Имена каких ученых связаны с пневматологией?
6. Какой период охватывает XVI, XVII и XVIII вв. и состоит из четырех подпериодов?
7. Чем важен период объединения химии?
8. Какой период длится с 60-х годов XIX в. до наших дней и называется золотым периодом химии?
9. Кому принадлежит теория флогистона?
10. Кому принадлежит идея присоединения химии к медицине?

Список использованных литератур:

1. A.Grenberg From alchemy to chemistry in picture and story WILEY. 2007
2. C.Cobb, H.Goldwite Creations of Fire Chemistry's Lively History from Alchemy to the Atomic Age // Originally published by Plenum US in 1995, 455 б
3. Умаров Б.Б., Ниязхонов Т.Н. История химии. - Ташкент, Навруз, 2015. 576 ст.
4. Левченков С.И. Краткий очерк истории химии. Изд. РГУ. 2006.
5. Штрубе В. Пути развития химии. Т. 1,2 - Москва: Мир. 1984.
6. Азимов А. Краткая история химии. - Москва: Мнр.1982.
7. М. Джуа. История химии. - Москва: Мир. 1975.
8. Фигуровский М.Н. Очерк общей истории химии. - Москва: Наука. 1978.

Интернет сайты

1. www.nuuz.uz.
2. www.natlib.uz
3. www.ziyonet.uz
4. www.chemexpress.fatal.ru.

Лекция 2. Период алхимии. Арабская алхимия. Европейская алхимия

План лекции:

1. Развитие алхимии.
2. Греко-египетская алхимия
3. Арабская алхимия.
4. Европейская алхимия
5. Особенности алхимического периода.

Опорные слова и термины: алхимия, алхимический период, алкагест, эликсир жизни, трансмутация, небесные светила, философия Эмпедокла, греко-египетская алхимия, арабская алхимия, европейская алхимия, Псевдо-Демокрит, *alkali* (щелочь), *alcohol* (спирт).

Стремление охватить единым взглядом алхимический период наталкивается на непреодолимые трудности. Это связано отчасти с длительностью этого периода (он продолжался более тысячелетия), но в большей степени сложностью химических проблем, которые, если и не были решены, уже намечались. В течение тысячелетия, начиная с IV в. нашей эры, алхимики занимались не только тем, что пытались приготовить золото, отыскать эликсир долголетия и универсальный растворитель. Стремясь к достижению самой привлекательной цели - созданию неисчислимых богатств, алхимики в процессе

проводимых ими исследований разрешали многие практически важные задачи. Поэтому в течение алхимического периода были получены сведения о многих процессах, различных методах производства продуктов, пользовавшихся спросом, разработанные с применением алхимических горнов, которые позднее стали применяться в масштабе настоящих мастерских. Торговля с восточными странами позволила европейцам познакомиться не только с сельскохозяйственными продуктами других континентов, но и с результатами технической деятельности. Например с изделиями из стекла, керамики, фарфора, великолепными красками и тканями Дальнего Востока, впечатляющими фейерверками, которые привели к открытию пороха.⁵

Попытки изготовления золота, которые делались на протяжении многих веков, нельзя объяснять только неосведомленностью или хитростью сторонников занятия алхимией. Необходимо иметь в виду также политическую историю тех веков, образование мелких княжеств, важность денег для торгового обмена, т.е. влияние экономического фактора, заставлявшего властителей благосклонно относиться к алхимическим опытам.

Алхимики, хотя и не смогли найти философского камня, открыли столько процессов, наблюдали столько реакций, что это способствовало становлению новой науки.

Кратко рассмотрим развитие алхимии в различных странах.

ГРЕКО-ЕГИПЕТСКАЯ АЛХИМИЯ

Египет был колыбелью алхимии. Египтяне со своей более, чем тысячелетней культурой создали условия для ее развития. Еще в предалхимический период процессы производства металлов, получения сплавов для монет и драгоценных изделий держались в секрете, были достоянием узких каст. До распространения христианства ни в Греции, ни в Риме алхимические исследования не проводились. Однако аристотелевская физика передала александрийской школе идею превращения одного элемента в другой. Поэтому, спустя много времени, после того как жреческая каста в Египте окутала тайной металлургические операции, относящиеся к благородным металлам, было вполне естественно окутать мистико-спекулятивным покрывалом практику.

Увеличение спроса на благородные металлы в связи с расширением торгового обмена, снижение продуктивности старых золотоносных месторождений, спрос на золото со стороны правителей подтолкнул наиболее активных представителей практической металлургии к реализации предполагавшейся возможности превращения элементов. У этих практиков не было недостатка в наблюдениях, якобы подтверждающих превращение неблагородных металлов в благородные.

Уже в предалхимический период известные тогда металлы рассматривались как истинные "элементы", аналогичные четырем элементам в философии Эмпедокла. Более того, поскольку золото часто находили в медных рудах, стали считать, что оно возникает из меди. Количество золота в медных рудах никогда не бывает большим, и только боги могли увеличить масштабы "превращения". Поэтому алхимический характер металлургической практики поставил ее в зависимость с верованиями в астрологию и магию. Число семь было священным - этому пифагорейская мистическая философия учила в течение веков, известных металлов было также семь. В первые столетия н.э. получило распространение представление о том, что золото связано с Солнцем, серебро - с Луной, медь - с Венерой, железо - с Марсом, свинец - с Сатурном, олово - с Юпитером и ртуть - с Меркурием. Соответственно возникло и обозначение металлов символами и наименованиями, отвечающими небесным светилам.

⁵ A.Grenberg From alchemy to chemistry in picture and story WILEY. 2007

Древние семь металлов

Металлы	Латинское	Планета	Символ	День недели
Золото	Gold	Солнце	☉	Воскресенье
Серебро	Silver	Луна	☾	Понедельник
Железо	Iron	Марс	♂	Вторник
Ртуть	Mercury	Меркурий	♿	Среда
Олово	Tin	Юпитер	♃	Четверг
Медь	Coppe	Венера	♀	Пятница
Свинец	Lead,	Сатурн	♄	Суббота

Алхимики обозначали символика не только элементов, но и даже веществ и стихий:

Вода - , огонь - , земля - , воздух - , азотная кислота , царская водка - 

Опыт показывал, что при перегонке ртути получается остаток в виде королька золота или серебра. Отсюда делался вывод, что ртуть превращается в благородные металлы и, что она есть не что иное, как жидкое серебро, которому следует возратить твердость. Химические и физические превращения при этом объяснялись мифологическими сюжетами. Эта более или менее намеренная неясность языка имела два отрицательных последствия. Во-первых, она приводила к торможению прогресса, поскольку каждый работавший в этой области пребывал в неведении или терялся в догадках относительно того, чем же занимаются его коллеги, так что было нельзя ни учиться на ошибках, ни перенимать опыт. Во-вторых, любой мошенник и шарлатан мог, при условии, что он непонятно изъяснялся, выдать себя за серьезного ученого. Отличить ученого от плута было довольно трудно.

Первым значительным представителем греко-египетской химии, имя которого дошло и до нас, был Болос. В своих работах Болос использовал имя Демокрита, и поэтому его называли Болос-Демокрит или Псевдо-Демокрит. Он посвятил себя решению одной из важнейших задач тогдашней химии - превращению (трансмутации) одного металла в другой, и, в частности, превращению свинца или железа в золото.⁶

Согласно теории о четырех элементах, различные вещества на Земле различаются только по характеру сочетания элементов. Эту гипотезу можно было принять вне зависимости от атомистических воззрений, так как элементы могут смешиваться и как атомы, и как одно родные вещества. Действительно, предположение о том, что сами элементы взаимозаменяемы, не было лишено оснований. Вполне можно было допустить, что вода при испарении превращается в воздух, который в свою очередь превращается в воду во время дождя. Дерево при нагревании превращается в огонь и дым (вид воздуха) и т.д.

На протяжении столетий химики самозабвенно старались отыскать способ получения золота. Некоторые из них пришли к выводу, что проще и выгоднее сделать вид, что это им удалось, так как это давало власть и создавало репутацию. Подобные мошенничества продолжались вплоть до нового времени.

Болос в своих работах приводил подробные описания методов получения золота, но это не было мошенничеством. Можно, например, сплавить медь с металлическим

⁶ М. Джуга. История химии. - Москва: Мир. 1975.

цинком и получить латунь - сплав желтого цвета, цвета золота. Весьма вероятно, что для древних исследователей изготовление металла цвета золота и означало изготовление самого золота.

Одновременно с тщетной погоней алхимиков за философским камнем для приготовления благородных металлов, углублялись и расширялись знания химических процессов, свойственных различным ремеслам. В то же время греко-египетские алхимики улучшили процесс очистки золота путем купеляции (нагревая богатую золотом руду со свинцом и селитрой) и стали применять амальгаму золота для позолоты. Выделение серебра путем сплавления руды со свинцом было широко распространено, как о том свидетельствует Плиний и некоторые александрийские писатели. Все это имело своей целью выделение из руд и сплавов большего количества благородных металлов. Получила развитие и металлургия обыкновенных металлов. Ртуть широко применялась для извлечения золота и серебра. Был известен процесс извлечения самой ртути из киновари (HgS) путем перегонки, и из каломели (Hg_2Cl_2) путем перегонки с известью. С другими металлами в чистом виде, кроме упоминавшихся семи, египетские алхимики не были знакомы. Усовершенствования имелись также в керамическом ремесле и в приготовлении стекла. В этот период изготавливалась посуда из обожженной глины, причем ее покрывали глазурью, получаемой из соединений свинца и олова. Из красящих веществ были известны индиго, марена, пурпур и другие. В качестве протравы стали применять квасцы. Египетские алхимики открыли нашатырь, который частично добывали как природный продукт в оазисе Аммона, частично получали из мочи животных.⁷

АРАБСКАЯ АЛХИМИЯ

В VII веке на мировой арене появились арабы. До тех пор они жили изолированно в пустынях Аравийского полуострова, но со второй половины первого тысячелетия под знаменем новой религии - ислама, начали победоносное шествие и захватили большие районы западной Азии и Северной Африки. В 641 г. они вторглись в Египет и вскоре заняли всю страну, а через несколько лет такая же участь постигла Персию. Возникла огромная арабская империя.

Подражая древним властителям, арабские халифы начали покровительствовать наукам, и в VIII-IX вв. появились первые арабские химики. К слову химия они прибавили характерную для арабского языка приставку -ал. Европейцы позднее заимствовали это слово у арабов. В результате в европейских языках появились термины "алхимия" и "алхимик". Термин *алхимия* сейчас употребляют, когда говорят о периоде истории химии, охватывающем около двух тысячелетий, начиная с 300 по 1600 г. Впервые с химией арабы познакомились довольно необычным образом. В 670 г. корабли арабского флота, осаждавшего Константинополь (самый большой и сильный город христианского мира того времени), были сожжены "греческим огнем" - химической смесью, образующей при горении сильное пламя, которое нельзя погасить водой.

Страницы европейской истории химии периода 300-1100 гг. фактически пусты. После 650 г. развитие греко-египетской алхимии полностью контролировалось арабами на протяжении пяти веков. Следы этого периода сохранились в ряде химических терминов с арабскими корнями: *alkali* (щелочь), *alcohol* (спирт) и др. Самым талантливым и прославленным арабским алхимиком был Джабир ибн Хайян (721-815), ставший известным в Европе позднее под именем Гебер. Он жил во времена наивысшего расцвета арабской империи.

Многочисленные труды Джабира написаны достаточно понятным языком. (Правда,

⁷ Умаров Б.Б.; Ниязхонов Т.Н.; История химии. – Т.; Навруз, 2015. 576 ст.

многочисленные книги, приписанные ему, могли быть написаны и позднее другими алхимиками). Джабир описал нашатырный спирт и показал, как приготовить свинцовые белила. Он перегонял уксус, чтобы получить уксусную кислоту - самую сильную из известных в то время кислот. Ему удалось получить слабый раствор азотной кислоты. Джабир изучал трансмутацию металлов, и эти его исследования оказали сильнейшее влияние на последующие поколения алхимиков. Джабир полагал, что ртуть является особым металлом, так как благодаря своей жидкой форме она содержит очень мало примесей. Столь же необычными свойствами обладает и сера: она способна воспламениться (к тому же она желтая, как золото). Он считал, что шесть остальных металлов образуются из смеси ртути и серы, "созревающие" в недрах земли. Труднее всего образуется золото - самый совершенный металл. Поэтому, чтобы получить золото, необходимо найти вещество, ускоряющее его созревание. Это был al-iksir или пресловутый философский камень, но зато в европейских языках появилось слово "эликсир".⁸

Важнейшие работы Джабира были обнаружены лишь в 1927-1929 гг. В отличие от алхимических трактатов того времени, написанных с позиций Аристотелевского учения о 4 элементах - стихиях, здесь основное место занимает описание практических операций: возгонки, перегонки, растворения, кристаллизации, получения азотной кислоты и азотнокислого серебра, сулемы, выплавления металлов и окраски тканей.

Другой арабский алхимик Ар-Рази (865-925), ставший известным в Европе под именем Разес, занимался медициной и алхимией. Он завоевал почти такую же известность, как и Джабир. Он описал методику приготовления гипса и наложения гипсовой повязки для фиксации сломанной кости. Он изучил и описал металлическую сурьму. Джабир рассматривал серу, как принцип горючести, ртуть, как принцип металличности, Ар-Рази добавил к этим двум принципам третий - принцип твердости, или соль. Летучая ртуть и воспламеняющаяся сера образовывали твердые вещества только в присутствии третьего компонента - соли. Ар-Рази интересовался медициной больше, чем Джабир, но самым знаменитым врачом был бухарец Ибн-Сина (ок.980-1037), гораздо более известный под латинизированным именем Авиценна. Его сочинения служили важнейшими руководствами для врачей в течение многих веков. Авиценна - единственный из алхимиков, который не верил в возможность получения золота из других металлов.

Авиценна был последним крупным ученым арабского мира, началась пора упадка. Опустошительные набеги монгольских орд ускорили этот процесс. Центр научной мысли переместился в Европу⁹.

ЗАПАДНАЯ АЛХИМИЯ

Начиная с 1200 г. европейские ученые могли, познакомившись с переведенным на латинский язык наследием алхимиков прошлого, попытаться двинуться вперед по тернистому пути познания. Первым видным европейским алхимиком был Альберт Больштедский (ок.1193-1280), более известный как Альберт Великий. Благодаря ему философия Аристотеля приобрела особое значение для ученых позднего средневековья и начала Нового Времени.

Современником Альберта Великого был английский ученый монах Роджер Бэкон (1214-1292), который известен сегодня прежде всего благодаря своему четко выраженному убеждению, что залогом прогресса науки являются экспериментальная

⁸ Фигуровский М. Н. Очерк общей истории химии. - Москва: Наука. 1978

⁹ Миттова, И.Я. История химии с древнейших времен до конца XX века / - Долгопрудный: Интеллект, 2012.- Т.1.- 411 с.

работа и приложение к ней математических методов. Однако "опыт" по Бэкону это не только эксперимент в современном смысле, но и мистическое "озарение". Бэкон попытался написать всеобщую энциклопедию знаний и в своих работах дал первое описание пороха. Иногда его называют изобретателем пороха, но это не так.

Имя самого видного из средневековых алхимиков осталось неизвестным. Он подписывал свои труды именем Джабира (Гебера), жившего за шесть веков до него. Этот Псевдо-Джабир был, вероятно, испанцем и жил в XIV веке. Псевдо-Джабир первым описал серную кислоту - одно из самых важных соединений сегодняшней химии. Он также описал как образуется сильная азотная кислота. Серную и сильную азотную кислоты получали из минералов, в то время как все ранее известные кислоты, например уксусную кислоту, получали из веществ растительного или животного происхождения.

Открытие сильных минеральных кислот было самым важным достижением химии после успешного получения железа из руды примерно за 3.000 лет до этого. Используя сильные минеральные кислоты, европейские химики смогли осуществить многие новые реакции и растворить такие вещества, которые древние греки и арабы считали нерастворимыми, поскольку у них самой сильной кислотой была уксусная. Минеральные кислоты дали человечеству гораздо больше, чем могло бы дать золото, если бы его научились получать трансмутацией, потому что оно, перестав быть редким металлом, мгновенно бы обесценилось. Ценность же минеральных кислот тем выше, чем они доступнее. Но открытие минеральных кислот не произвело впечатления, а поиски золота продолжались.

Шло время, и алхимия после многообещающего начала, стала вырождаться в третий раз (первый раз у греков, второй - у арабов). Поиск золота стал делом многих мошенников, хотя и великие ученые, такие как Бойль и Ньютон, не могли устоять от соблазна попытаться добиться успеха на этом поприще¹⁰.

И вновь, как при Диоклетиане, изучение алхимии было запрещено. Запрещение преследовало две цели: нельзя было допустить обесценивания золота (вдруг трансмутация удастся!) и необходимо было бороться против мошенничества. В 1317 г. папа Иоанн XXII предал алхимию анафеме, и честные алхимики, вынужденные скрывать, чем они занимаются, стали изъясняться еще более загадочно, хотя жульничество на почве алхимии процветало, как и прежде. В XIV в. западные алхимики, считая тщетными поиски философского камня, и вернувшись к теории, которая рассматривала ртуть и серу как основные составные части металлов, ввели третью составную часть - "соль". Под солью, однако, подразумевалось соляное основание металлов, которое должно было дополнить две другие составные части и придать ртути свойство затвердевать и противостоять огню. Неудачи всех предшествующих попыток превращения ртути в золото объяснялись свойствами природной ртути, которая неустойчива по отношению к огню и не затвердевает. Введение этой третьей составной части должно было разрешить проблему превращения. Таким образом, область алхимических поисков расширилась, но их путь оставался ошибочным.

Единственный путь формирования экспериментального метода, открытый для алхимиков этого периода, состоял не в исправлении теории металлов, доставшийся в наследство из предшествующих веков, а в ее оставлении вследствие бесполезности попыток найти гипотетические основные компоненты металлов. Но против такого решения вопроса была и традиция, выступающая как консервативная, а не обновляющая сила, и сама организация алхимического исследования, замкнутого в своих рамках, и поэтому неспособная усвоить первые принципы экспериментального метода уже на самой заре XV в. Потребовалось несколько веков, прежде чем химия стала настоящей наукой. Тем не менее, нельзя отрицать, что западная алхимия умножила сведения о многих химических

¹⁰ Азимов А. Краткая история химии. - Москва: Мнр.1982.

соединениях, найдя лучшие способы получения одних и впервые открыв другие. Более обширные знания нелетучих щелочей (карбонатов и гидроксидов щелочных металлов) у западных алхимиков обязаны четкому разграничению между содой и поташом. Важно, как уже упоминалось, знакомство с минеральными кислотами. Серная кислота стала известна после XI в. Ее получали нагреванием железного купороса и квасцов, а также нагреванием серы с селитрой. Хлористоводородная кислота, или соляной спирт, рано стала известна западным алхимикам, которые приготавливали ее нагреванием морской соли и серной кислоты. Азотная кислота, или крепкая водка, также была получена нагреванием смеси селитры, медного купороса и квасцов. Было замечено свойство царской водки воздействовать на золото, считавшееся до тех пор не поддающимся изменению. Получение царской водки действием азотной кислоты на раствор нашатыря изложено в латинских текстах, приписываемых Геберу¹¹.

Значительно лучше были изучены также и соли, количество их значительно возросло. Их различали главным образом по происхождению: хлористый натрий называли морской солью, селитру - каменной солью и т.д. Была известна также общая реакция получения солей, которая впоследствии очень помогла химическому исследованию, а именно: действие кислоты на щелочь и наоборот. Не ускользнуло от внимания осаждение серебра из азотнокислых растворов медью и ртутью - наблюдение, которое в современную эпоху сыграло свою роль в установлении электрохимического ряда напряжений металлов. В связи с этим отметим, что арабским алхимикам с десятого века было известно осаждение меди в виде цементной меди из раствора ее сульфата посредством железа.

Западные алхимики сделали также важное наблюдение о возможности искусственного получения киновари прямым соединением серы с ртутью. Сулема ($HgCl_2$) была получена нагреванием смеси ртути, хлористого натрия, квасцов и селитры - метод, сохранившийся в современной фармацевтической промышленности, где вместо ртути применяется ее сульфат.

"Незаконнорожденным металлом" считали мышьяк, выделенный в этот период, хотя некоторые его соединения были давно известны. Замечено было его свойство придавать меди белый цвет, почему он был назван "лекарством, отбеливающим Венеру". Ядовитые его свойства были давно известны.

Западные алхимики не внесли значительного усовершенствования в металлургию. Они лишь применили то, что было известно арабским химикам, к условиям европейских стран и, главным образом, к переработке руд металлов. Особого упоминания заслуживают продукты брожения (вино, уксус), поскольку именно в западной алхимии берет начало приготовление чистого спирта перегонкой крепких вин и водки. Перегонные аппараты применялись в Италии и быстро нашли распространение в других странах. Вероятно, они наблюдали образование диэтилового и азотноэтилового эфиров, обрабатывая алкоголь серной и азотной кислотами, но не имели представления об их природе. В этот период была известна также уксусная кислота в виде крепкого уксуса, получаемого перегонкой. Тогда же в качестве лекарства применялся основной ацетат свинца.

Заслугой западных алхимиков является значительное расширение знаний в области практической и прикладной химии. Кроме водяной бани, известной в предалхимический период, были созданы аппараты, связанные с нагреванием на прямом огне, песчаной бани, перегонкой, выпариванием, фильтрованием, кристаллизацией, настаиванием и возгонкой. Так были подготовлены условия для лучшего знакомства с химическими соединениями, их применением в медицине и практической жизни. Был прегражден путь к обречению химии на тщетные поиски.

Контрольные вопросы:

¹¹ Штрубе В. Пути развития химии. Т. 1,2 - Москва: Мир. 1984

1. Пересказать развитие и достижения период алхимии.
2. Чего означает термины "алхимия" и "алхимик"?
3. Сущность алхимии в чем?
4. Как формировали алхимики экспериментальных методов?
5. Чего имели ввиду алхимики слово «Царская водка»?
6. Кто рассматривал серу, как принцип горючести, ртуть, как принцип металличности?
7. Чем отличается заслуги западных алхимиков у других?
8. Кем было запрещено изучение алхимии?
9. Кому принадлежит «Книга тайн», «Секреты секретов», элементы – принципы (ртуть, сера, соль (IX-X вв.))?
10. Какая страна является родиной алхимии?

Список использованных литератур:

1. A.Grenberg From alchemy to chemistry in picture and story WILEY. 2007
2. C.Cobb, H.Goldwite Creations of Fire Chemistry's Lively History from Alchemy to the Atomic Age // Originally published by Plenum US in 1995, 455 б
3. Умаров Б.Б., Ниязхонов Т.Н. История химии. - Ташкент, Навруз, 2015. 576 ст.
4. Левченков С.И. Краткий очерк истории химии. Изд. РГУ. 2006.
5. Штрубе В. Пути развития химии. Т. 1,2 - Москва: Мир. 1984.
6. Азимов А. Краткая история химии. - Москва: Мнр.1982.
7. М. Джуга. История химии. - Москва: Мир. 1975.
8. Фигуровский М Н. Очерк общей истории химии. - Москва: Наука. 1978.

Интернет сайты

9. www.nuuz.uz.
10. www.natlib.uz
11. www.ziyonet.uz
12. www.chemexpress.fatal.ru.

Лекция 3. Химические знания мудрецов и мыслителей Великого Востока и Средней Азии

План лекции:

1. Труды Джабира и Авиценны, как промежуточное звено между истоками химии в древнем мире и западно - европейской алхимией.
2. Вклад в науку Аль-Фараби
3. Абу Райхан Беруни и его научные труды.
4. Мухаммед аль-Хорезми и другие.

Опорные слова и термины: Джабир ибн Хайян (Гебер), Абу Али ибн Сина, Аль-Фараби, Абу Райхан Беруни, Мухаммед аль-Хорезми, "Канон врачебной науки", "Ал-Инсаф" ("Справедливость"), "Всеобъемлющая книга по медицине", «Алмагест», «Книга исцеления», «Фармакогнозия в медицине», минералогия, «Книга приложений к „Алмагесту"».

Осваивая наследие деятелей культуры прошлого, мы тем глубже чувствуем меру своей ответственности перед будущим, перед историей за развитие человеческого в человеке. Если мы воспринимаем великое произведение прошлого как устарелое, говорит Нейгауз, то это означает, что нам попросту не хватает исторической перспективы, т. е. культуры. Но это уже факт из нашей печальной биографии, а не из биографии данного произведения.

Самым талантливым и прославленным арабским алхимиком был Джабир ибн Хайян (721-815), ставший известным в Европе позднее под именем Гебер. Он жил во времена наивысшего расцвета арабской империи¹².

Многочисленные труды Джабира написаны достаточно понятным языком. (Правда, многочисленные книги, приписанные ему, могли быть написаны и позднее другими алхимиками). Джабир описал нашатырный спирт и показал, как приготовить свинцовые белила. Он перегонял уксус, чтобы получить уксусную кислоту - самую сильную из известных в то время кислот. Ему удалось получить слабый раствор азотной кислоты. Джабир изучал трансмутацию металлов, и эти его исследования оказали сильнейшее влияние на последующие поколения алхимиков. Джабир полагал, что ртуть является особым металлом, так как благодаря своей жидкой форме она содержит очень мало примесей. Столь же необычными свойствами обладает и сера: она способна воспламеняться (к тому же она желтая, как золото). Он считал, что шесть остальных металлов образуются из смеси ртути и серы, "созревающие" в недрах земли. Труднее всего образуется золото - самый совершенный металл. Поэтому, чтобы получить золото, необходимо найти вещество, ускоряющее его созревание. Это был al-iksir или пресловутый философский камень, но зато в европейских языках появилось слово "эликсир".

Важнейшие работы Джабира были обнаружены лишь в 1927-1929 гг. В отличие от алхимических трактатов того времени, написанных с позиций Аристотелевского учения о 4 элементах - стихиях, здесь основное место занимает описание практических операций: возгонки, перегонки, растворения, кристаллизации, получения азотной кислоты и азотнокислого серебра, сулемы, выплавления металлов и окраски тканей.

Абу Али ибн Сина (980-1037). Абу Али Хусейн ибн Абдаллах ибн Сина - великий ученый, философ, врач, музыкант. Жил в Средней Азии и Иране, был врачом и визирем при разных правителях. Трактаты Ибн Сины были необычайно популярны на Востоке и на Западе, энциклопедия теоретической и клинической медицины «Канон врачебной науки» — обобщение взглядов и опыта греческих, римских, индийских и среднеазиатских врачей — была много веков обязательным руководством, в том числе в средневековой Европе.

Особенная область интересов - современные новости медицины, гомеопатия, народная медицина, изучение современных источников и рефератов по медицине. Через сто с небольшим лет после его смерти религиозные фанатики в Багдаде сожгут философские книги Ибн-Сины, а еще через несколько сотен лет в Европе после изобретения печатного станка напечатают огромные пять томов "Канона врачебной науки" - это будет второе печатное издание, сразу после Библии¹³.

Авиценна родился в небольшом селении Афшана близ Бухары. В своей дошедшей до нашего времени биографии он писал: "Отец мой был из Балха и приехал оттуда в Бухару во дни правления саманида Нух ибн Мансура и занялся там работой в диване - канцелярии того времени. Его должность - управление Хармайсаном, центром одного из районов в окрестностях Бухары.

В жены себе он взял девушку из Афшаны, одного из ближайших селений, мою будущую мать по имени Ситара - звезда. Там же и родились сначала я, а затем мой брат. "Ибн-Сина принадлежал к населению Средней Азии, говорившему на языке фарси-дари. На этом языке он весьма часто писал короткие четверостишья - "для отдохновения души". " Родителям Ибн-Сины нравилось имя Хусейн.

Ими было решено назвать первого сына Хусейном, однако в благородных домах обычно давали сыну и кунью - почетное прозвище. "У моего мальчика непременно будет

¹² Умаров Б.Б., Ниязхонов Т.Н; История химии. – Т.; Навруз, 2015. 576 ст.

¹³ C.Cobb, H.Goldwite Creations of Fire Chemistry's Lively History from Alchemy to the Atomic Age // Originally published by Plenum US in 1995, 455 o.

свой сын смеялся Абдаллах. Так пусть же не мучается мой мальчик Хусейн. Я уже дал имя его будущему сыну - это имя - Али. Кунья будет Абу Али". Откуда было знать Абдаллаху, что напрасна эта затея. Не будет у Хусейна сына, и семьи у него своей не будет.

А будет он скитаться всю жизнь по караванным путям от города к городу, от правителя к правителю, дорога будет домом его, попутчики - его близкими. Маленький Хусейн был очень любопытным мальчиком. Слово "Почему?" - самое распространенное слово его лексикона. Когда Хусейну исполнилось пять лет, семья переехала в Бухару. Мальчика поместили в начальную мусульманскую школу - мактаб, где он проучился до 10 лет.

Хусейн был самым маленьким из пятнадцати учеников хатиба Убайда. Главы из Корана - суры - ученикам школы следовало читать по-арабски. Многие мальчики с трудом понимали арабский язык. Хусейн сразу подступил к учителю с вопросами, но на все вопросы получал ответ: "Учи Коран. Там на все есть ответы. " Одновременно Хусейн занимался с другим учителем, который обучал его грамматике, стилистике и арабскому языку.

Однажды маленький Хусейн сказал: "Я выучил весь Коран. Теперь я могу задать вопросы?" Учитель сильно обиделся: "Коран учат долгие годы и редким мусульманам, знающим его наизусть, дают почетное звание - хафиз". "Значит я хафиз!" - немедленно последовал ответ мальчика. На достаточно пристрастном экзамене Хусейн рассказал все суры, не пропустив ни одного слова.

Так не знал Коран даже сам хатиб Убайд. С тех пор Хусейн больше не ходил в маетаб. К десятилетнему возрасту, то есть к 990 году, Хусейн заканчивает начальный, цикл своего образования. Он поражает всех памятью, цитируя полный текст Корана, и восхищает феноменальным знанием арабской литературы. С этого времени Ибн-Сина становится шейхом. Вот выдержки из его собственной биографии: "К десяти годам я изучил Коран и литературную науку и делал такие успехи, что все поражались".

Следует заметить, что выдающиеся способности мальчика были рано замечены. После достижения возраста десяти лет отец взял его из школы, и дальнейшее весьма полное образование подросток получил, занимаясь с приходившими на дом учителями. Он усиленно изучал математику, физику, логику, законоведение, астрономию, философию, географию и медицину, особенно медицину.

Медицинские знания того времени, народная медицина стали одними из главных его интересов. Обстановка в семье способствовала духовному развитию юноши. Отец Ибн-Сины был человеком состоятельным и образованным, близок к течению исмаилитов (противников ортодоксального ислама), которые и сделали его своим последователем. Хотя Ибн-Сина не принадлежал к исмаилитам, но живо интересовался содержанием их проповедей. Возможно, от исмаилитов Ибн-Сина, воспринял свое критическое отношение к Корану¹⁴.

Первый учитель преподававший Ибн-Сине философию и математику также принадлежал к этому течению - Лбу Абдаллах ан-Натили. Учение шло столь успешно, что вскоре ученик не только догнал учителя, но и неоднократно ставил его в тупик. В автобиографии Ибн-Сина описывает такой случай: "Я дал такой анализ данного определения, подобного какому он не слышал.

Он удивился мне, как только мог и после этого советовал родителю моему не занимать меня ничем, кроме наук. То же самое произошло и с книгой Евклида: пять-шесть теорем я изучил при помощи учителя, а остальные - самостоятельно. Вскоре Натили уже оказался не в силах обучать меня. Он сказал: "Читай сам, решай теорему, а затем приходи ко мне и показывай итоги. Тогда я самостоятельно занялся изучением книг, причем при этом было много таких вопросов, которые он до того не знал и научился им от меня".

Медициной Ибн-Сина заинтересовался очень рано, и эта область постепенно занимала все большую область его интересов. Не имея еще 12 лет от роду, Ибн-Сина, согласно

¹⁴ Миттова, И.Я. История химии с древнейших времен до конца XX века / - Долгопрудный: Интеллект, 2012.- Т.1.- 411 с.

традиции, занялся ее изучением по совету знаменитого в то время врача и философа Абу Салаха ал-Масихи. "Затем я пристрастился к изучению науки врачевания, - говорится в автобиографии, - и стал читать книги посвященные ей.

А медицинская наука не из трудных наук, и, конечно, я преуспел в ней особенно, причем в кратчайшее время так, что известные врачи того времени стали приходить ко мне за советом. Посещал я и больных, и в результате достигнутого мною опыта открылись передо мной такие врата исцеления, что это не поддается описанию. А было мне в это время шестнадцать лет".

Детально изучал медицину Хуссейн под руководством Абу-л-Мансура Камари, известного в то время бухарского медика, автора ряда научных трудов. Обучение у Камари продолжалось не долго, вскоре ибн-Сина быстро начинает заниматься самостоятельной практикой, становится настолько известным целителем, что его приглашают во дворец лечить тяжело заболевшего эмира Бухары Нуха ибн-Мансура.

Вот как об этом вспоминает сам Ибн-Сина: "Однажды эмир тяжело заболел и врачи не могли определить его болезнь. Имя мое было им известно . и они рассказали эмиру обо мне и попросили вызвать меня. Я явился и участвовал вместе с ними в лечении и отличился на этой службе ему".

Чем болел эмир Бухары, и как его лечил Ибн-Сина, точно не известно, однако лечение настолько помогло, что Нух ибн-Мансур блистательный эмир Бухары благополучно правил еще год. В благодарность за излечение Ибн-Сина получил доступ в знаменитое книгохранилище Саманидов, Бухарскую библиотеку - одно из крупнейших и знаменитейших собраний книг того времени.

Сам ибн-Сина считал работу в Бухарской библиотеке важнейшим этапом в своем творческом развитии. В этот момент завершилось его образование и начался самостоятельный жизненный путь.

Библиотекой Саманидов Ибн-Сина пользовался несколько лет. Скорее всего именно во время работы в Бухарской библиотеке у него зародилась идея создать обобщающий труд по медицине, где можно было бы найти название болезни со всеми ее признаками, а также почерпнуть указание на то, отчего она возникает и как ее можно излечить.

Для этой цели Ибн-Сина делал необходимые выписки из различных книг, рефератов, периодически обобщал их. Так началась подготовка материала для "Канона врачебной науки" - основополагающим трудом. над которым Ибн-Сина работал долгие годы.

В 999 году умер отец - Абдаллах ибн Хасан, и на плечи Ибн-Сины легла забота о близких. К сожалению к семье бывшего исмаилита власти относились с большим подозрением, положение Ибн-Сины было непрочно и даже опасно, и он принял решение переехать в Гургандж, столицу Хорезма.

К сожалению самой своей смерти Хуссейн не смог вернуться на родину, скитаясь по чужбине из одного города в другой. Он побывал у властителей Хорезма, Абиверда, Нишапура, Туса, Гургана, Рея, Хамадана, Исфагана, посетил множество городов и селений. Не раз он испытывал множество лишений, часто поднимался к вершинам власти, часто скатывался обратно, становился то великим визирем, то попадал в тюрьму, жил и в роскоши и в нищете, но не на один день не прекращал творческой и научной работы.

Он не слишком много уделял внимания внешним обстоятельствам, в которых оказывался - работа, познание - вот что было основным смыслом и целью его жизни. Имущество его периодически разграблялось, погибла его библиотека, в том числе рукопись философской энциклопедии в двадцати томах "Ал-Инсаф" ("Справедливость").

"Канон врачебной науки"

Для современников Авиценны большим авторитетом пользовался обширный труд основателя и руководителя госпиталя в Багдаде Али ибн-Аббаса под названием "Царская книга". Одним из непосредственных предшественников "Канона" был 30-ти томный труд

Абу Бакара ар-Рази "Всеобъемлющая книга по медицине". Однако эти труды имели существенные недостатки.

Изложенные в них сведения не были должным образом систематизированы, результаты наблюдений переплетались с явным вымыслом, рекомендации очень часто дополнялись мистическими истолкованиями. Построение книг было полностью логичным, а изложение порой оказывалось настолько сложным, что пользоваться ими мог только достаточно опытный врач.

Ибн-Сина, работая над своей книгой, поставил перед собой задачу избежать ошибок своих предшественников и блестяще справился с задуманным, создав один из крупнейших в истории медицины энциклопедических трудов - "Канон врачебной науки".

"Канон врачебной науки" - одна из самых выдающихся книг в истории медицины. По существу он представляет собой целую медицинскую энциклопедию, рассматривающую с большой полнотой (в пределах знаний того времени) все, что относится к здоровью и болезням человека.

Этот капитальный труд включает в себя порядка 200 печатных листов, уже в двенадцатом веке он был переведен с арабского языка на латинский и разошелся во множестве рукописей. Когда был изобретен печатный станок, "Канон" оказался среди первых печатных книг, а по числу изданий соперничал даже с Библией. Латинский текст "Канона врачебной науки" был издан впервые в 1473 году, а арабский - в 1543 году.

Точная дата завершения работы над "Каноном" не установлена, однако предположительно это 1020 год. "Канон врачебной науки" - обширный труд, состоит из 5 книг.

- В книге 1-ой детальным образом излагается теоретическая медицина. Книга разбита на четыре части. В первой части дается современное определение медицины, во второй - речь идет о болезнях, в третьей - о сохранении здоровья и в четвертой - о способах лечения.

- В книге 2-ой описаны "простые" лекарства, излагается учение Ибн-Сины о лекарствах, их действии, их природе, их испытании. По алфавиту расположены 811 средств растительного, животного и минерального происхождения с указанием их действия, способов применения а так же правил сбора, переработки и хранения.

- Книга 3-я, самая обширная, посвящена патологии и терапии - детальному описанию отдельных болезней и их лечению. Каждый раздел снабжен анатомо-топографическим введением.

- Книга 4-я посвящена хирургии, лечению вывихов и переломов, общему учению о лихорадке (кризисах при болезнях). В ней говорится об опухолях, гнойных воспалениях подкожной клетчатки, а также о заразных болезнях. Освещаются основные вопросы современного учения о ядах.

- Книга 5-я содержит описание "сложных" лекарств, а также известных на то время ядов и противоядий.

Фармация и фармакология представляют собой попытку объединить собранные многочисленные эмпирические материалы в систему, связать их с клиническими наблюдениями. Рекомендуемые в "Канонах врачебной науки" лекарственные средства весьма и весьма разнообразны, многие из них позднее вошли в научную фармакологию.

Систематичность и логичность как большие достоинства "Канона" отмечали даже оппоненты Ибн-Сины. Успех "Канона врачебной науки" был вызван ясностью, убедительностью, полнотой и исчерпывающими описаниями клинической картины болезней, точностью терапевтических и диетических предписаний. Эти особенности весьма быстро создали "Канону" огромную даже в наше время популярность, а его автору обеспечили всемирную известность и "самодержавную власть в течении пяти столетий во всем медицинском мире средних веков".

Умер Абу Али Хусейн ибн-Сина 24 июня 1037 года. Его похоронили в Хамаране в непосредственной близости от городской стены, но по прошествии 8 месяцев прах Ибн-Сины был перевезен в Исфahal и погребен в мавзолее Ала ал-Даула.

Абу Наср Мухаммад ибн Мухаммад ибн Тархан ибн Узлаг Аль-Фараби, известный на средневековом мусульманском Востоке как «Второй учитель» (т. е. второй после Аристотеля), родился в г. Фарабе, расположенном на Сырдарье при впадении в нее р. Арысь, в 870 г. в тюркской семье. Бассейн Сырдарьи — колыбель древней цивилизации, сыгравшей в истории Казахстана такую же роль, как Нил для Египта, Тигр и Евфрат для Месопотамии.

Фараб, согласно автору X в. Аль-Мукаддаси, был большим городом с населением около 70 тыс. душ мужского пола, с соборной мечетью, цитаделью и базаром. Город был расположен в Отрарском оазисе, который вместе с прилегающими к нему районами был древнейшим центром оседлости, ирригационного земледелия и городской цивилизации Казахстана. Как поселение городского типа Отрар возник в последние века до нашей эры. О масштабах экономического и культурного развития оазиса говорят руины свыше 60 поселений, замков-крепостей и городов, следы мощной и широко разветвленной оросительной системы, относящиеся к различным историческим периодам от раннего до позднего средневековья. А. Н. Бернштам отмечал, что Отрар привлекал к себе внимание средневековых арабо- и ираноязычных авторов как важнейший узловой пункт караванных дорог. Он находился на стыке различных географических ландшафтов, занимая выгодную позицию с точки зрения орошения плодородных земель. А. Н. Бернштам поэтому видел в Отрарском оазисе ключ к развязке важнейших вопросов взаимоотношения кочевой степи и оседлого населения - далеких предков казахского народа . В результате переселения согдийцев, имевших большой опыт в области земледельческого труда и древних традиций градостроительства, в Южном Казахстане сложилась своеобразная городская цивилизация. Такова была родина Аль-Фараби¹⁵.

Руководимый жаждой знания, Аль-Фараби в молодые годы, когда еще острым и свежим бывает восприятие мира, отправляется в путешествие. Многие годы он проводит в Багдаде — политическом и культурном центре Халифата. Здесь он основательно пополняет свои знания, входит в контакт с видными учеными и благодаря эрудиции, силе мысли и величию характера довольно быстро занимает среди них первенствующее положение. Но у догматически настроенных богословов возникает личная неприязнь к нему, смешанная с завистью, а главное - оппозиция ко всему строю его мыслей, ориентированному на познание реальных вещей и поиски достижения счастья в земной жизни. В конце концов Аль-Фараби был вынужден покинуть этот «город мира».

О Багдаде и его роли в духовном формировании Аль-Фараби следует сказать особо. Прежде всего это был центр интенсивной культурной жизни. Именно в нем пересечение различных культурных традиций и влияний сказалось с наибольшей силой. Языческие верования, иудейство, христианство (в лице несториан и монофизитов), ислам, культуры разных народов создавали импульс для столкновения мыслей, их шлифовки, возвышения над локально-этнической узостью. Именно к Багдаду относится то, что ал-Фараби говорит о коллективном городе: «этот город является самым восхитительным и счастливым из невежественных городов и своим внешним видом напоминает цветастое и красочное одеяние и в силу этого оказывается любимым кровом каждого, ибо любой человек в этом городе может удовлетворить свои желания и устремления. Почему-то народ стекается [в этот город] и оседает там. Его размеры безмерно увеличиваются. В нем рождаются люди разных родов, имеют место браки и половые связи разного вида, здесь рождаются дети самого разного рода, воспитания и происхождения. Этот город состоит из многообразных, входящих в друг друга объединений с отличными друг от друга частями, в которых чужеземец не выделяется из местного населения и в которых объединяются все желания и все действия. Поэтому очень возможно, что с течением времени в нем могут вырасти самые достойные [люди], там могут сосуществовать мудрецы, ораторы, поэты всех видов» . Но соответственно в нем контрасты добра и зла проявляются сильнее, чем где бы то ни было.

¹⁵ Умаров Б.Б.; Ниязхонов Т.Н; История химии. – Т.; Навруз, 2015. 576 ст.

Багдад был Меккой для интеллектуалов того времени. В нем они «пробовали» свои силы, создавали школы, вступали в соперничество, добивались успеха, изгнания, возвышения и унижения. Именно здесь работала знаменитая школа переводчиков, в которой значительную роль играли несториане. Они переводили и комментировали произведения Платона, Аристотеля, Галена, Эвклида. Шел параллельный процесс освоения культурных достижений Индии. Такая работа стимулировала и самостоятельную творческую активность. Наставниками Аль-Фараби в Багдаде . оказались Юханна ибн Хайлан и знаменитый переводчик античных текстов на арабский язык Абу Бишр Матта. О Юханне ибн Хайлане, по сообщению Усейбиа, Аль-Фараби рассказывал как о человеке, который был приобщен к живой традиции передачи наследия Аристотеля от учителя к ученикам через целый ряд поколений. Абу Бишр Матта преподавал логику. Но, как говорят средневековые источники, ученик довольно быстро превзошел учителя. Следует отметить одно обстоятельство из годов учения Аль-Фараби в Багдаде: он получил возможность ознакомления со «Второй Аналитикой» Аристотеля, которую теологически настроенные несториане пытались «прикрыть», поскольку там развивались теоретико-познавательные взгляды, не оставлявшие места для религиозного откровения.

Аль-Фараби переезжает в Харран, где жили ученые-несториане, вытесненные в свое время из Александрии. Последние годы своей жизни он проводит в Халебе и Дамаске, пользуясь высоким уважением ведущей политической фигуры в Северной Сирии — Хамданида Сайф ад-Дауля. Скончался Аль-Фараби в декабре 950 г. в возрасте 80 лет.

В трудах Аль-Фараби нет резкого разделения философии и частных наук. В данном вопросе ему свойственно то отношение к системе знания, которое сложилось в его эпоху. Прежде чем приступить к существу дела, два замечания вводного характера.

Во-первых, Аль-Фараби высоко ценит авторитет науки и занимающихся ею людей. Для науки нужны люди чистого сердца, высоких помыслов, лишённые всякого тщеславия и мелочного себялюбия. Атмосфера научного исследования формирует культуру человека, способность его быть объективным и преклоняться перед истиной. Он нетерпим к тем, кто не способен выполнять высокое предназначение человека науки и играет лишь роль камня преткновения. «А наука из-за тех, кто подвизается на ее поприще, из-за того, что она оказалась несостоятельной и бесполезной для них, теряет престиж и унижается» .

Во-вторых, изучение вклада Аль-Фараби в естествознание и математику имеет принципиальное значение с точки зрения опровержения тех, кто говорит об отсутствии на «Востоке» самобытного мышления, ибо развитие естествознания, по своей сути противоположное мистике и суеверию, — факт чрезвычайной важности.

Прежде всего, необходимо отметить тождество методологических позиций Аль-Фараби и Галилея. Последний подчеркивает, что Аристотель предпочитает чувственный опыт всем рассуждениям. «... У нас в наш век есть такие новые обстоятельства, которые, в этом я несколько не сомневаюсь, заставили бы Аристотеля, если бы он жил в наше время, переменить свое мнение». Сказанное относится и к Аль-Фараби. Подчеркивая внутреннее единство человеческой культуры, О. Нейгебауэр расценивает исключительную роль астрономии, «поскольку она несет в своем медленном, но неуклонном прогрессе корни наиболее решающего события в человеческой истории — создания современных точных наук. Мне кажется, что проследить за этой особенной ветвью истории культуры стоило наших усилий, как бы отрывочны ни были полученные результаты». Выбирая некоторые отрывки, заметим, что Галилей прямо ссылается на предшественника Аль-Фараби — Аль-Фаргани и на его старшего современника — Аль-Баттани. Что касается ученых позднейших времен, то следует отметить некоторые другие факты. Так, Аль-Бируни, между прочим, приводит сведения, которые показывают, что идея эквивалентности геоцентрической и гелиоцентрической систем подспудно жила на Востоке. Аль-Бируни пишет: «Кроме того, вращение Земли ни в коей мере не уменьшает значения астрономии, поскольку все явления астрономического характера так же хорошо можно объяснить этой теорией, как и другой» .

Под влиянием учения Аль-Фараби, Насир ад-Дин ат-Туси выступал против сложных механизмов птолемеевой теории Луны и Меркурия. Коперник использовал его конструкции.

Комментарии Аль-Фараби к «Алмагесту» составлены на основе переработки текста Птолемея; в них авторский текст не выделен из слов толкователя и содержание сочинения вольно и порою сжато излагается комментатором. Комментарии к «Алмагесту» написаны Аль-Фараби как учебно-педагогическое сочинение, но в них имеются добавления и усовершенствования методического характера. Например, в отличие от Птолемея движение планет Аль-Фараби по возможности изучает совместно, так как, по его мнению, у светил много общего как в астрономическом, так и в математическом отношении, и поэтому у него в девятой книге вмещено содержание девятой, десятой и одиннадцатой книг «Алмагеста». Здесь мы встречаем ряд новых добавлений и примечаний, отражающих результаты исследований самого Аль-Фараби, а также достижения его предшественников и современников.

Относительно положения о том, что Земля не совершает никакого поступательного движения, Аль-Фараби замечает, что он в своей «Физике» дал другое доказательство невозможности движения Земли. Он подробно останавливается на вопросах сферической астрономии. Аль-Фараби совершенствует тригонометрический аппарат Птолемея: он везде заменяет хорды синусами, высказывает лемму, равносильную плоской теореме синусов, и доказывает ее для вписанного прямоугольного треугольника, дает ряд разъяснений сущности действия составления отношений. Следует особо отметить, что, обобщая метод Птолемея по вычитанию одного числового отношения из Другого, Аль-Фараби фактически рассматривает каждое отношение как число. В своих комментариях он пользуется терминами «число отношения» и «число линии АВ», которые явились важным шагом в расширении понятия числа. Эти идеи Аль-Фараби в дальнейшем были успешно развиты Аль-Бируни, Омаром Хайямом и другими мыслителями. Введение тригонометрических функций (линий) и расширение понятия числа позволили Абу Насру алгебраизировать многие рассуждения Птолемея. Аль-Фараби своими наблюдениями подтверждает важное открытие, сделанное его предшественниками, об изменении апогея Солнца, что является его заслугой в теории Солнца и показывает, что он был не только крупным теоретиком астрономии, но и превосходным практиком-наблюдателем. Однако, сам ал-Фараби считал это открытие заслугой астрономов обсерватории ал-Мамуна.

Комментарии к «Алмагесту» сыграли важную роль в освоении и развитии учеными мусульманского средневекового астро-номо-математического наследия Птолемея. Свидетельством тому служит включение в астрономический раздел энциклопедической «Книги исцеления» Ибн Сины этих комментариев Аль-Фараби.

Как изложение Абу Насром содержания птолемеевского сочинения, так в особенности его «Книга приложений к „Алмагесту"», содержащая оригинальные разработки, еще не подвергались в литературе детальному анализу. По единогласному мнению крупнейших историков арабской науки и философии, научные труды Аль-Фараби изучены далеко не полностью, почти не изучены его физико-математические труды.

Таким образом, Аль-Фараби в системе наук большое внимание уделяет естественно-математическим наукам. Исходя из того, что в основе познания многообразия всего мира лежит познание чисел и величин, Аль-Фараби особое значение придает среди этих разделов арифметике и геометрии, а также искусству правильного логического мышления. По его утверждению, эти науки «проникают во все науки», так как они оперируют понятиями и отношениями, абстрагированными от реальных предметов и от реально существующих взаимосвязей и взаимоотношений между этими предметами. Так, геометрическое тело есть, не что иное, как реальное тело, рассматриваемое только-с точки зрения его пространственной формы и размеров в полном отвлечении от всех других свойств. Это отвлечение обуславливает умозрительно-дедуктивный метод геометрии, причем ее выводы являются развитием непосредственного отражения в сознании реальных пространственных форм, отношений и их взаимосвязей.

Характерно определение, данное Аль-Фараби последнему разделу математики — «науке об искусных приемах» как науке о применении математики на практике, т. е. прикладной области математики, касающейся «естественных и ощущаемых тел». Мы еще возвратимся к «науке об искусных приемах».

Следует отметить, что до сих пор «Слово о классификаций-наук» рассматривалось односторонне как сугубо философское сочинение, затрагивающее отдельные аспекты методологических вопросов классификации наук. На самом же деле определение предмета каждой отрасли знания в нем органически переплетается с сопровождающим его сжатым, емким и лаконичным изложением самого содержания данной науки. Поэтому более правы те, кто считал этот труд своеобразной энциклопедией науки средневековья. На мой взгляд, разделы «Слова о классификации наук» следует прежде всего рассматривать как миниатюрные монографии по той или иной отрасли знания и принимать их во внимание как при изучении уровня отдельных отраслей наук рассматриваемой эпохи, так и при оценке научных интересов и достижений самого Аль-Фараби как ученого.

Указанная классификация наук легла в дальнейшем в основу классификации наук Ибн Сины, Роджера Бэкона и др. В классификации Р. Бэкона математика и естествознание занимают значительный удельный вес. В этом немалая заслуга его восточных учителей, в частности Аль-Фараби. Р. Бэкон был хорошо знаком с содержанием «Слова о классификации наук»; восхищаясь этим трактатом в своей «Средней книге», он ставит имя Аль-Фараби в один ряд с именами Евклида и Птолемея¹⁶.

Заслуживает особого упоминания то обстоятельство, что Аль-Фараби методологически правильно решает ряд вопросов, связанных с математизацией науки о природе. На примере теории музыки он демонстрирует плодотворность применения математических методов в исследовании объективных закономерностей природы и искусства. У него совершенно отсутствует числовой мистицизм, присущий музыкальному учению пифагорейцев.

При всем уважении к наследию древних греков Аль-Фараби не преклоняется слано перед авторитетами, когда их учения противоречат новым достижениям естествознания. Примером может служить критика Аль-Фараби теории музыки и космологии пифагорейцев. Мнение пифагорейцев, что планеты и звезды при их движении порождают звуки, которые гармонически сочетаются, он считает ошибочным. Предположение о том, что движение небесных светил может породить какой-либо звук, несостоятельно. Другой пример: по мнению Аль-Фараби, Евклид в построении своих начал ограничился лишь синтезом. Сам же Аль-Фараби успешно применяет одновременно и анализ.

Метод научного исследования, аналогичный методу Аль-Фараби, мы встречаем в Европе у Леонардо да Винчи и у Галилея.

Велики заслуги Аль -Фараби в развитии математических наук. Он оставил много трудов по математике, которые до сих пор почти не изучались. Нам известны следующие его сочинения математического содержания: математический раздел «Слова о классификации наук» (рукописи хранятся в библиотеках Парижа, Стамбула, Мадрида), тригонометрические главы «Книги приложений к „Алмагесту"» (единственная известная нам рукопись хранится в Британском музее в Лондоне, которая до сих пор не издавалась и не переводилась на другие языки), «Книга духовных искусных приемов и природных тайн о тонкостях геометрических фигур» (единственная известная нам рукопись хранится в библиотеке Упсальского университета в Швеции), «Комментарии к трудностям во введениях к первой и пятой книгам Евклида» (арабских рукописей этого сочинения не сохранилось, но имеются две рукописи древнееврейского перевода, хранящиеся в Мюнхене), «Трактат о том, что правильно и что неправильно в приговорах звезд» (сохранилось несколько рукописей, имеются издания и переводы на современные языки).

¹⁶ Фигуровский М. Н. Очерк общей истории химии. - Москва: Наука. 1978

В математической главе «Слова о классификации наук» определяется предмет каждой из математических наук: науки чисел (арифметика и теория чисел), науки геометрии, науки о звездах (астрономия и астрология), науки о музыке, науки о тяжестих и науки об искусных приемах. В последнем случае Аль-Фараби имеет в виду прежде всего искусство конструирования «хитроумных» механизмов. Впервые применение термина «искусные приемы» в более широком смысле мы встречаем у Аль-Кинди. Аль-Фараби, развивая идею Аль-Кинди, рассматривает эту науку в более общем смысле, как науку о приложении математики к решению практических задач, и распространяет этот термин, в частности, на алгебраические и другие методы решения числовых задач.

Следует отметить, что во взглядах на применение математики к решению задач естествознания Аристотель и Аль-Фараби стояли на различных позициях. Аль-Фараби не исключает, как Аристотель, полной математизации науки, связанной с материей и движением. Наоборот, он утверждает, что применение математических методов не ограничено. Но только осязаемые тела и материальные вещи, пишет Абу Наср, имеют состояния, которые мешают применять доказанные математические положения на (практике по желанию человека, поэтому необходимо подготовить естественные тела для применения в них этих математических положений, так же как необходимо создать приспособления для устранения препятствий.

Смысл, значение определенной теории становятся объективно измеримыми, когда она рассматривается в развитии и при четком уяснении того, кто является ее сторонником и приемником, а кто выступает в качестве ее критика и врага. Современные защитники теологии стремятся доказать, что материализм в истории философии был-де случайным явлением, что в особенности ярко, по их мнению, демонстрируется в период средневековья. В качестве высшего пункта развития средневековой философии рассматривается учение Фомы Аквинского. Г. Лей указывает на затушевывание заимствований у «арабов» как самим Фомой, так и его нынешними последователями. Текст комментариев Фомы Аквинского к трактату «О душе» Аристотеля почти полностью совпадает с соответствующим текстом Ибн Рушда, хотя имя последнего упоминается в них всего один раз. С этой точки зрения ими затушевывается зарождение и развитие элементов философского материализма в творчестве передовых мыслителей Востока. В материалистическом направлении средневековой европейской философии, получившем разработку в трудах Сигера Брабантского (Франция), Роджера Бэкона (Англия), Мейстера Эккарта (Германия), нашли отзвук идеи великих просветителей арабо-мусульманской культуры. Антифеодалные движения средневековья идеологически тяготели к учению о всеобщем разуме. Даже в учении Яна Гуса, тесно связанном с практической борьбой против феодальной церкви, можно выявить отзвуки традиции, идущей от Аль-Фараби и Ибн Рушда.

Детальный анализ постановки Аль-Фараби проблем теории познания дан И. Мадкуром в книге «Место Аль-Фараби в философской школе мусульман» (Париж, 1936). Американский исследователь Н. Решер в книге «Развитие арабской логики» (1964) останавливается на вкладе Абу Насра Аль-Фараби в логическую науку.

Созрели предпосылки для полного ознакомления общественности со всеми трудами Аль-Фараби и для оценки его вклада в историю культуры.

Чествование памяти великого ученого-энциклопедиста в международном масштабе является свидетельством необходимости освоения культурного наследия прошлого как важнейшего звена борьбы за социальный прогресс, за гуманизм.

Более десяти веков отделяет от нас эпоху Аль-Фараби. За это время человечество добилось огромных успехов во всех областях знания, но всегда следует помнить о тех, кто прокладывал путь к истине. Пусть высказанное ими не отвечает запросам сегодняшнего дня, но они положили кирпичи в фундамент, на котором построена современная культура.

Гениальные люди не умирают. Потому что их интеллектуальная, эмоциональная и духовная Вселенная настолько богата, объемна, многогранна, что после их физической смерти мы ощущаем не только их влияние, но и незримое присутствие. Мы соотносим с

ними свои поступки, советуемся, учимся. И поэтому из далеких веков **великий учитель Беруни** обращается к нам-сегодняшним.

Абу Райхан Беруни (Бируни; Абу Райхан Мухаммад Ибн Ахмад аль-Бируни) (973–1048). Родился 4 сентября 973 года в древней столице Хорезма – городе Кят. О ранних годах жизни Беруни известно очень мало, кроме того, что был он круглым сиротой. О своем происхождении он писал: "...не знаю я по правде своего родословия. Ведь я не знаю настоящего своего деда, да и как знать мне деда, раз я не знаю отца!".

В детстве за большой нос он получил прозвище «Бурунлы» («носатый»). Но, кроме выразительной внешности, с детских лет Беруни отличался пронизательным умом, прекрасной памятью и неодолимым стремлением к знаниям. Гипотезу о происхождении Беруни из городских низов (уже почти утвердившуюся в научной литературе) справедливо поставил под сомнение крупнейший исследователь жизни и творчества Беруни П.Г. Булгаков. Такая гипотеза, по мнению П.Г. Булгакова, не объясняет, как Беруни еще ребенком очутился в дворцовых покоях династии Иракидов, где к нему, по его собственному признанию, относились как к родному сыну и где он получил блестящее образование; почему он «быстро приблизился к фигуре самого хорезмшаха».

Детство и юность Беруни прошли в доме двоюродного брата хорезмшаха Абу Абдаллаха из местной династии Иракидов – одного из выдающихся ученых-математиков Хорезма того времени – Абу Наср Мансура ибн Али ибн Ирака (ему принадлежит одно из первых доказательств теоремы синусов для плоских и сферических треугольников).

Абу Наср был искренне привязан к своему воспитаннику, и эту привязанность сохранил на всю жизнь, продолжая трогательно опекать его и давать наставления, даже когда научная слава ученика намного превзошла его собственную. С годами наставничество уступило место сотрудничеству, и духовная близость этих двух людей, поставивших выше всех земных благ бескорыстное служение истине, определит удивительную схожесть их человеческих путей – судьба, разлучавшая их часто и надолго, в конце концов сведет обоих в изгнании, где оба закончат свою жизнь, так и не увидев родной земли.

Любознательный Беруни с детства старался расширять сведения о мире, полученные им от воспитателя. В своем труде «Фармакогнозия в медицине» он писал, что по своей натуре смолоду был наделен чрезмерной жадностью к приобретению знаний. В качестве свидетельства этому Беруни приводит такой пример: когда ему было около семи лет, в их округе поселился один грек, которому он приносил разные зерна, семена, плоды, растения и прочее, расспрашивал, как они называются на его языке, и записывал названия. Потом грек познакомил Беруни с другим знающим человеком по имени Масихи, который рекомендовал ему необходимые для прочтения книги и объяснял непонятные вещи. Своё первое сочинение "Хронология древних народов", в котором он собрал и описал все известные в его время системы календарей, применявшиеся у различных народов, Беруни написал, когда ему исполнилось немногим более двадцати лет¹⁷.

Удивительна также схожесть земного пути Беруни с судьбой другого величайшего его современника – Абу Али Ибн Сины, с которым они, кстати, активно обменивались письмами, обсуждая натурфилософские взгляды Аристотеля.

Как и Ибн Сину, судьба то возносила Беруни, то била его оземь: годы спокойной жизни, наполненной научными изысканиями и дворцовыми почестями, сменялись годами бедности и изгнания.

Беруни несколько раз пришлось пережить потерю всех своих рукописей, и все начинать с нуля на новом месте. Но сила духа и стремление к научному поиску не позволяли Беруни опускать руки даже в безнадежных ситуациях. С 1017 года, после завоевания Хорезма султаном Махмудом Газневи, Беруни жил в Газне при дворе султана Махмуда и его преемников Масуда и Маудуда. По принуждению султана Беруни участвовал в походах

¹⁷ Умаров Б.Б.; Ниязхонов Т.Н; История химии. – Т.; Навруз, 2015. 576 ст.

Махмуда в Индию, где и прожил вторую половину жизни. Об обстоятельствах его переезда в Газну ходит множество легенд. Добровольно ли он отправился в столицу султана Махмуда в поисках хорошего заработка или насильственно был уведен туда под стражей и в кандалах, как опасный преступник? Большинство исследователей склоняется ко второй версии: когда в 1017 году столица Хорезмийского княжества была разрушена, великий ученый попал в плен и «в качестве пленника-заложника он вместе с другими видными хорезмийцами был отведен в Газну» и был даже там посажен в тюрьму. После освобождения в Газне ученый вел замкнутый образ жизни, и только работа оставалась его единственной радостью.

Только в течение двух дней в году – в день Нового года и в праздник Михрджана – он отдавался заботам по приобретению запасов пищи и одежды, а в остальные дни года полностью посвящал себя науке.

Существует легенда, что однажды сам султан Махмуд вздумал испытать логику и знания Беруни. Для этого он устроил аудиенцию в большом зале своего дворца, в котором было четверо дверей. И повелел ему угадать, через которую из них он войдет в зал. Беруни тотчас попросил бумаги и чернил, и, написав записочку, в которой содержался ответ, спрятал ее под подушку, на которой обычно сидел султан. Тот приказал разломать часть стены в зале и вошел в этот пролом. Вынув же из-под подушки записку Беруни, нашел в ней ответ, что султан должен войти в залу через пролом в стене. Разъяренный Махмуд приказал немедленно выбросить ученого в окно, но Беруни загодя велел подготовить под окном скат, по которому и скатился без всякого вреда для себя.

В старости Беруни потерял зрение, но до последней минуты своей жизни считал главным «механизмом» продолжения жизни бодрый дух. Умирая 9 декабря 1048 года в Газне, Беруни находился в полном сознании и, хотя был слаб, вел беседы на научные темы. Прощаясь с друзьями, последнего он спросил: «Ах да, все хотел спросить, что ты говорил мне однажды о методах счета несправедливых прибылей?». Пораженный друг воскликнул: «Об этом ли сейчас толковать!». Беруни, уже теряя голос, прошептал: «Эх ты! Я думаю, что лучше покинуть мир, узнав ответ на этот вопрос, нежели уйти невеждой...».

Беруни был энциклопедически грамотным человеком, с разносторонними интересами. Арабский язык, грамматику и стилистику Беруни выучил сам. Кроме того, он знал девять языков Востока (помимо хорезмийского и арабского), в том числе санскрит и хинди, а также греческий и латынь.

Всего он написал 45 трудов по разным дисциплинам: медицине, фармакологии, фармакогнозии, истории, географии, математике, астрономии, геодезии, филологии, минералогии. Он рассчитал радиус Земли, установил угол наклона эклиптики к экватору, описал лунные затмения с изменением окраски Луны при них, а также солнечные, проанализировав характер солнечной короны, высказал идею об огненной природе звезд и солнца, в отличие от планет.

В награду за составление звездных таблиц султан послал Беруни в дар слона, нагруженного серебром. Но ученый вернул дар казне, сказав: «Мне не нужно серебро, у меня есть высшее богатство – знания».

Капитальный труд Беруни «**Фармакогнозия в медицине**» («Китаб ас-Сайдана фит-т-тибб») имеет большое значение и в настоящее время. В этой книге он подробно *описал около 880 растений*, их отдельные части и выделения; привел их точные описания, упорядочил терминологию. Описание растений сопровождается рисунками с их изображениями. «Сайдана» («Фармакогнозия») содержит также богатый материал о распространении лекарственных растений и их ареалах.

Беруни собрал и объяснил около *4500 арабских, греческих, сирийских, индийских, персидских, хорезмийских, согдийских, тюркских, и других названий растений*. Эти синонимы до сих пор используются в современной фармакогнозии при расшифровке древних трактатов.

Для европейской науки «Сайдана» («Фармакогнозия») была неизвестной до 1902г.

Афоризм Беруни: «Ученый поступает сознательно даже тогда, когда тратит деньги».

Еще один афоризм: «Ни один народ не избавлен от невежественных людей и руководителей, еще более невежественных».

Контрольные вопросы:

1. Кто описал нашатырный спирт и показал, как приготовить свинцовые белила?
2. Кому удалось получить слабый раствор азотной кислоты?
3. Чьи трактаты были необычайно популярны на Востоке и на Западе?
4. Кто был самым маленьким из пятнадцати учеников хатиба Убайда?
5. Кто усиленно изучал математику, физику, логику, законоведение, астрономию, философию, географию и медицину, особенно медицину?
6. Какая книга считается самых выдающихся книг в истории медицины?
7. Какой книге детальным образом излагается теоретическая медицина?
8. В каком разделе описаны "простые" лекарства?
9. Самая обширная, посвящена патологии и терапии, какая часть книги "Канона врачебной науки"?
10. Под влиянием учения какого мыслителя Насир ад-Дин ат-Туси выступал против сложных механизмов птолемеевой теории Луны и Меркурия?

Список использованных литератур:

1. Умаров Б.Б., Ниязхонов Т.Н. История химии. - Ташкент, Навруз, 2015. 576 ст.
2. Левченков С.И. Краткий очерк истории химии. Изд. РГУ. 2006.
3. Штрубе В. Пути развития химии. Т. 1,2 - Москва: Мир. 1984.
4. Азимов А. Краткая история химии. - Москва: Мнр.1982.
5. М. Джуа. История химии. - Москва: Мир. 1975.
6. Фигуровский М.Н. Очерк общей истории химии. - Москва: Наука. 1978.

Интернет сайты

1. www.nuuz.uz.
2. www.natlib.uz
3. www.ziyonet.uz
4. www.chemexpress.fatal.ru.

Лекция 4. Период объединение истории химии

План лекции:

1. Период объединения.
2. Ятрохимия и ее результаты.
3. Развитие "технической" химии в трудах Парацельса и др.
4. Атомистика и метафизика эпохи Возрождения.

Ключвые слова и термины: эликсир жизни, трансмутация, ятрохимия, Парцельс, техническая химия, период объединения, атомистика, метафизика, эпоха Возрождения, пневмохимия, "тартар", пиротехния, горные дела.

Как уже говорилось ранее, период объединения включает в себя три подпериода, охватывающих в общем три столетия, на протяжении которых отмечаются первые попытки придать химии единое теоретическое содержание. Это длительный период, пройдя который, химия утвердилась как единая и независимая наука.

Обновление культуры, которое стало проявляться в Италии с конца XIII в., ренессанс в искусстве, жизнь общин и связанная с этим потребность в производстве шерсти и шелка, проблемы, поставленные военным искусством, открытие Америки и расширение

торговой деятельности, изобретение компаса и печатного шрифта и многие другие факторы прогресса, проявившиеся в изменении общественной жизни, появились сначала в Италии, а затем в Западной и Центральной Европе. Они повернули научное исследование на новые пути, отличающиеся от прежних торных путей схоластики. Химия также испытала влияние этой новой жизни и, отделившись от старой алхимии, приобрела некоторую свободу исследования. Возникновение ятрохимии в XVI в., множество исследований в области технической химии в тот же период - вот наиболее яркие признаки этого нового направления. В XVI в. в Италии алхимия уже утратила то значение, которое она имела в предшествующие века. То же самое можно сказать о старых европейских странах, где успешно развивалась химия¹⁸.

Основателем ятрохимии был швейцарский немец Теофаст Парацельс, утверждавший, что "настоящая цель химии заключается не в изготовлении золота, а в приготовлении лекарств". Теофаст Парацельс (1493- 1541), (его настоящее имя было Теофаст Бомбаст Гогенгейм) родился в Этцеле в Швейцарии, изучал медицину в Базеле и умер в Зальцбурге. Вел очень подвижную жизнь: во время своих странствий побывал почти во всех странах Европы. Фон Гогенгейм вошел в историю под выбранным им самим именем Парацельс, т.е. "превосходящий Цельса". (Напомним, что Цельс - древнеримский ученый, писавший о медицине). По примеру своего отца Парацельс довольно рано начал изучать медицину. В 1515 г. он получил во Флоренции степень доктора медицины, но продолжал совершенствовать свои знания. При создании новой системы медицины Парацельс опирался на наблюдения врачей, аптекарей, алхимиков и даже цирюльников, собранные им во время путешествий. До Парацельса в качестве лекарств использовались преимущественно растительные препараты, однако он свято верил в эффективность лекарств, изготовленных из минералов. Несмотря на свое негативное отношение к идее трансмутации, Парацельс был алхимиком старой школы. Он принимал древнегреческое учение о четырех элементах-стихиях и учение арабов о трех элементах - принципах (ртуть, сера и соль), искал эликсир жизни.

Согласно Парацельсу, причиной болезни является избыток или недостаток одного из трех компонентов (ртути, серы, соли), которым соответствуют свойства: летучесть, горючесть и твердость. Эти три элемента составляют основу макрокосма (вселенной), но относятся и к микрокосму (человеку), образованному духом, душой и телом. Переходя затем к определению причин болезней, Парацельс утверждает, что лихорадка и чума происходят от избытка в организме серы, при избытке ртути наступают параличи, а избыток соли может вызвать расстройство желудка и водянку. Далее он перечисляет многие другие болезни, приписываемые избытку или недостатку этих трех основных элементов. Среди причин болезней он указывает также на "тартар" (кислый виннокислый калий, содержащий растительные красящие вещества и др. примеси, был известен с алхимического периода и применялся для приготовления поташа, для чего его прокаливали до удаления всей органики), который вызывает образование отложений (почечных камней) подобных тем, которые отлагаются в винных бочках.

Кроме этих основных веществ в живом организме, по представлениям Парацельса, действует духовный регулятор всех функций, названный им "Археем" (от греческого - "основа, управление"). Когда заболевает эта основа, то нарушается равновесие и возникают болезни, с которыми может бороться медицина или магия.

Значение, придаваемое Парацельсом химии, вытекает из его суждения о том, что медицина покоится на четырех опорах: философии, астрономии, химии и добродетели. Химия должна идти вперед в согласии с медициной, поскольку этот союз приведет к прогрессу обеих наук, - таков принцип, которого придерживались все ятрохимики. Парацельс явился основоположником фармацевтической химии, он первым стал

¹⁸ М. Джуа. История химии. - Москва: Мир. 1975.

применять препараты опия и ртути, внес большой вклад в изучение соединений мышьяка и сурьмы, минеральных кислот и винного спирта¹⁹.

Ван Гельмонт (1577-1644), выступивший на сцену после Парацельса, родился в Брюсселе, принадлежал к знатному роду, был по профессии врачом. Применял свои химические знания к объяснению жизни, заметно отклоняясь от концепции Парацельса. Так пищеварение, по Ван Гельмонту, регулируется не "Археем", а кислотой, содержащейся в желудочном соке: избыток или недостаток вызывает болезни желудка, с которыми надо бороться щелочными лекарствами в первом случае и кислотными - во втором. Легко видеть, насколько Гельмонт в этом объяснении, в отличие от Парацельса, опирается на реальные наблюдения.

Кроме уже названных главнейших представителей, выдающимися представителями ятрохимического направления были Сала, Тюрке де Майерн, Либавий, Кроль, Ван Минзихт, Сильвий и другие. Роль аптек и лабораторий особенно возросла в период господства ятрохимического направления в химии. Ятрохимики не только обратили внимание на такие общие явления, как, например, сходство между процессами горения, обжигания металлов и дыханием, но и научились изготавливать различные препараты, важные для фармации. В их числе были не только препараты сурьмы, мышьяка, ртути, железа и др., получившие широкое распространение в медицине, но и такие как "железная тинктура" - жидкие лекарства, содержащие соединения железа, "ланданум" - сложные лекарственные препараты, главной составной частью которых был опий и др. Ятрохимики открыли также серный эфир - "истинно услащенное купоросное масло"(1560 г.), рвотный камень Ван Минзихта, ацетат аммония и др. Они ввели представление о кислотности и щелочности, начали ставить первые воспроизводимые эксперименты.

Немецкий врач-алхимик, известный под именем Либавия, опубликовал в 1597 г. первый в истории учебник химии, называвшийся "Алхимия". Он первым описал приготовление соляной кислоты, тетраоксида олова, сульфата аммония и "царской водки" - смеси соляной и азотной кислот. Он считал, что минеральные вещества можно распознать по форме кристаллов, полученных после испарения раствора²⁰.

Хотя арабские алхимики дали значительный толчок развитию фармации и ее организации, они не были знакомы с настоящей фармацевтической химией, которую, можно считать, создали ятрохимики. "Архей" Парацельса постепенно приобретал у ятрохимиков черты современного "активного начала" фармацевтических препаратов и поэтому служил путеводной нитью при приготовлении некоторых лекарственных средств. Причины, благоприятствовавшие научным успехам и открытиям, не могли не повлиять на техническую химию, элементы которой в ее главнейших направлениях можно найти в XVI и XVII вв. В эти два века появляются систематические описания некоторых отраслей техники, посвященные не только обобщению традиционных приемов, но и доступному описанию химических процессов без употребления фантастического языка. Можно сказать, что открытие Гетенберга (книгопечатание) обновило химическую литературу не только по языку, но и по содержанию. Наиболее важными из дошедших до нас трактатов являются следующие: Бирингуччо: "О пиротехнии" (1540), Пиккольпассо: "Три книги о гончарном искусстве" (1548), Палисси: "Гончарное искусство" (1557-1580), Агрикола: "О горном деле и металлургии" (1530-1546), Россетти: "Собрание сведений об искусстве крашения" (1540), Порта: "Натуральная магия" (1558), Нери: "Об искусстве стеклоделия" (1612). Эти сочинения ценны не только благодаря изложению специальных вопросов технической химии, но и благодаря тому, что их авторы, став независимыми от главной цели алхимических исканий, специализировались в

¹⁹ A.Grenberg From alchemy to chemistry in picture and story WILEY. 2007

²⁰ Азимов А. Краткая история химии. - Москва: Мнр.1982.

отдельных отраслях практической деятельности. Поэтому без преувеличения можно сказать, что в этих сочинениях заложены основы технической химии. Так, Бауэр, более известный под именем Агриколы, интересовался минералогией и ее возможной связью с медициной. Попытки обнаружить такую связь (как и сочетание врач-минералог) вообще характерны для химии того периода и последующих двух с половиной столетий. В своей книге "О металлургии" Агрикола систематизировал практические знания, почерпнутые им у современных ему рудокопов. Эта книга, написанная понятным языком, с иллюстрациями шахтных устройств, сразу же стала популярной и считается классической работой и в наше время.

Интересно, что единственный перевод работы Агриколы на английский язык, опубликованной в 1912 г. с иллюстрациями из оригинала был сделан Гербертом Гувером - бывшим президентом США (по профессии горным инженером). Это самая значительная работа по химической технологии, появившаяся до 1700 г. Со времени ее издания минералогия была признана как наука. (Самой ценной книгой по металлургии и общей прикладной химии до Агриколы считали труд монаха Теофила, вероятнее всего грека, жившего примерно в X веке).

Остановимся несколько подробнее на условиях работы и жизни одного из ученых того времени. Наиболее видным представителем нового направления в химии был немецкий химик Иоганн Рудольф Глаубер (1604-1668). Врач по образованию, он занимался разработкой и совершенствованием методов получения различных химических веществ. Глаубер мог получать крепкую серную кислоту перегонкой железного купороса, квасцов или сульфата цинка. В ретортах оставалась металлическая зола (окись). Он знал, что с помощью серной кислоты можно получать и другие кислоты, потому что она способна вытеснять металл из солей. Эту тайну он долго держал в секрете. Концентрированную азотную кислоту (спиритус нитри) Глаубер получал перегонкой селитры с серной кислотой. Кислотами действовали на окиси, называемые золой, или карбонаты. Полученным продуктам давали самые удивительные названия. Чтобы получить чистые кристаллы, Глаубер растворял их по несколько раз в воде, а потом оставлял кристаллизоваться. Как только чистота образовавшихся кристаллов устраивала его полностью, он отделял их от раствора и помещал в банки.

Глауберу был известен секрет получения еще одной кислоты, которую он называл "спиритус салис" (соляной кислоты). Бесцветный удушливый газ с резким запахом, выходящий клубами из стеклянной реторты, поглощался водой в приемнике и образовывал бесцветный, слегка желтоватый раствор. Глаубер получал его, подогревая поваренную соль и серную кислоту. Остаток в реторте Глаубер растворял в воде и оставлял кристаллизоваться. Он получил прозрачные бесцветные кристаллы, которые назвал "соль глаубери". Мы и сейчас называем сульфат натрия глауберовой солью. С помощью соляной кислоты Глаубер получил кристаллы солей многих известных тогда металлов. Нагревая смесь поваренной соли и песка со "спиритус нитри", Глаубер получил желтовато-коричневую жидкость, которую алхимики называли "царской водкой". Однако она была концентрированной, действовала сильнее, чем жидкость, получаемая общеизвестным в то время способом - нагреванием азотной кислоты и хлористого аммония. О "царской водке" Глаубер писал: "Она обладает такой силой, что может растворить все металлы и минералы, за исключением луны и серы". Упаривая раствор золота, Глаубер получил темно-коричневые кристаллы треххлористого золота²¹.

Позднее, занимаясь сухой перегонкой каменного угля, он выделил каменноугольную смолу, добавил туда соляной кислоты и вновь нагрел. Из изогнутой трубки реторты начала стекать жидкость, которая имела приятный запах и очень быстро испарялась. Второй фракцией отделялась жидкость, которая сильно раздражала кожу, и

²¹ Левченков С.И. Краткий очерк истории химии - Изд. РГУ. 2006.

Глаубер подумал, что из нее получатся хорошие лекарства. Жидкость, привлекавшая внимание исследователя, содержала фенол. Им Глаубер с успехом лечил различные кожные заболевания. Прозрачную жидкость, полученную в начале перегонки, Глаубер не изучал, поскольку она не оказывала заметного влияния на человеческий организм. Он не знал, что это была смесь бензола и толуола. Однако он описал способ ее получения и в заключение к рецепту добавил: "Так как этот спиритус не действует на тело, я передаю его изучение в другие руки".

Этими "другими руками" были руки Фарадея, который спустя почти 200 лет получил и изучил бензол. Лаборатория Глаубера отличалась от обычных аптечных лабораторий. Повсюду громоздились огромные по тем временам печи, стеклянные реторты и приемники. Соли, кислоты и жидкости, получаемые при перегонке, Глаубер переливал в большие бутылки, хранил в сундуках, а то и просто в мешках. На них были загадочные для непосвященных надписи; "спиритус салис" (соляная кислота), "олеум алюминиис" (квасцовое масло, раствор сульфата алюминия), "саль тартари" (винный камень, преимущественно состоит из $\text{KH}(\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6)$) и др. Лаборатория Глаубера напоминала химическую мастерскую. Она явилась как бы праобразом больших химических заводов.

Стеклянные реторты часто лопались и, зная, что у Глаубера много денег, стеклодувы продавали ему реторты по баснословным ценам. Это заставило его освоить и стеклодувное дело. Работая со стекловаренной печью, Глаубер заметил, что при добавлении различных веществ, цвет стекла менялся. Труд увенчался успехом. Стекла поражали великолепием цветовых гамм, но и они уже не радовали Глаубера. Работа с вредными веществами на протяжении всей жизни все губительнее сказывалась на его здоровье. В начале 1660 г. наступил частичный паралич ног. Работа в лаборатории замерла: помощники один за другим покинули дом ученого. В следующем году Глауберу удалось отпечатать семь томов своего труда "Опера омниа", где он описал все составы и наблюдения, сделанные им за многолетнее служение науке. Умер ученый в полном одиночестве в 1668 году.

Одна из проблем, связанных с развитием технической химии, заключалась не только в исследовании готовых продуктов, но и исходных веществ. Это предопределило возникновение аналитической химии, как необходимой помощницы химика в его поисках. Нельзя считать, что в XVI в. существовали настоящие аналитические методы. Были известны некоторые реакции неорганических веществ, протекающие при нагревании, однако им не было дано правильного объяснения. Тем не менее, ятрохимии внесли определенный вклад, разработав мокрые способы качественного химического анализа. Так, например, осаждение серебра соляной кислотой из азотнокислого раствора применялось для распознавания, как серебра, так и соляной кислоты. Тахений, Сильвий, Ван Гельмонт и другие пользовались различными реакциями осаждения и цветными реакциями для распознавания металлов в растворе. С этой целью применялись щелочные растворы (гидроокиси, карбонаты) и настой дубильных орешков. Ятрохимии были еще очень далеки от настоящего систематического метода анализа, но уже догадывались о возможности придать таким поискам точно определенную цель, а именно распознавание составных частей тел. Немного позднее Бойлю удалось уяснить эту цель и создать настоящую качественную аналитическую химию на научных основах.

Необходимость исследования соединений и продуктов, применяемых в обыденной жизни и технике, обусловила потребность в многочисленных производственных лабораториях, прежде всего металлургических. Практика испытания металлов и минералов установилась в предшествующие периоды. Достаточно вспомнить об умении отличать чистое золото от его сплавов с другими металлами и от фальшивого золота, известного в древности. Так, Плиний утверждает, что римлянам был известен пробирный камень для сортировки различных сплавов золота.

Распространению аналитических лабораторий способствовала также фармация, которая в тот период под влиянием ятрохимиков все больше укреплялась на

рациональных основах. В первые периоды образования различных направлений химии именно фармация со своей традиционной организацией содействовала уяснению многих данных, полученных в химической практике.

Следует упомянуть об атомистических представлениях некоторых мыслителей эпохи Возрождения - о представлениях, которые хотя и не сформировались в настоящую научную доктрину, но имели заслугой то, что привлекли внимание к вопросу о дискретности вещества. Известно, что уже в 1348 г. в Париже Никола д'Отрекур по приговору должен был отречься от некоторых утверждений, распространившихся вместе с неоплатонизмом, в том числе от следующего: "В явлениях природы нет ничего иного, кроме движения атомов, которые соединяются и разделяются". Один из крупнейших представителей неоплатонизма Николай Кребс, прозванный Кузанским (1401-1464), составил пространный трактат об атомизме. Он первым указал на относительность понятия атома. Но тем мыслителем, который детально развил атомистику, был Джордано Бруно (1548-1600).

Согласно Бруно, все тела состоят из неизменяемых и непроницаемых атомов, которые он также называет малостями или монадами. Весь телесный мир есть результат соединения этих первичных элементов. Между атомами может иметь место смешение, но не в схоластическом смысле, что Бруно отрицал, а в смысле физическом, т.е. явление, сводящееся к соединению и разъединению этих конечных частичек. Относительно делимости вещества Бруно в противоположность аристотелевской теории утверждал, что она не может продолжаться до бесконечности. Для обоснования этого Бруно ввел представление о существовании между атомами вакуума или эфира, мирового духа, проникающего в каждое тело²².

Эфир Бруно есть небо, бесконечное пространство, неизменное и неразрушимое, как и малость. Такое спиритуалистическое начало (душа, воля, активная сила) находится в согласии с пантеистическими воззрениями этого мученика на свободную мысль. Бруно, подобно Кузанскому, утверждал относительность познания, и его труды не погибли полностью, а послужили тропинкой, ведущей от античности к научному возрождению в XVII в.

Контрольные вопросы:

1. Кому принадлежит «Книга триумфальная колесница антимония», описание сурьмы и её соединений?
2. В какой книге Агрикола систематизировал практические знания, почерпнутые им у современных ему рудокопов?
3. Кому принадлежит «Книга тайн», «Секреты секретов», элементы – принципы (ртуть, сера, соль (IX-X вв.))?
4. Что такое «трансмутация»?
5. Кому принадлежит «Книга семидесяти», «Книга о ядах», трансмутация: ртуть + сера все металлы, включая золото (VIII века)?
6. «Тетрасомату» - это ...?
7. Кто когда впервые осуществил трансмутацию элементов?
8. Основоположником ятрохимии является..?
9. Ятрохимия в переводе с греческого означает?
10. Кто автор книг "О пиротехнии", "Три книги о гончарном искусстве"?

Список использованных литератур:

1. A.Grenberg From alchemy to chemistry in picture and story WILEY. 2007

²² М. Джуа. История химии. - Москва: Мир. 1975.

2. C.Cobb, H.Goldwhite Creations of Fire Chemistry's Lively History from Alchemy to the Atomic Age // Originally published by Plenum US in 1995, 455 б
3. Умаров Б.Б.; Ниязхонов Т.Н. История химии. - Ташкент, Навруз, 2015. 576 ст.
4. Левченков С.И. Краткий очерк истории химии. Изд. РГУ. 2006.
5. Штрубе В. Пути развития химии. Т. 1,2 - Москва: Мир. 1984.
6. Азимов А. Краткая история химии. - Москва: Мнр.1982.
7. М. Джуа. История химии. - Москва: Мир. 1975.
8. Фигуровский М.Н. Очерк общей истории химии. - Москва: Наука. 1978.

Интернет сайты

9. www.nuuz.uz.
10. www.natlib.uz
11. www.ziyonet.uz
12. www.chemexpress.fatal.ru.

Лекция 5. Период открытия количественных законов

План лекции:

1. Характеристика периода.
2. Зарождение классической химии, как науки.
3. Становление атомно-молекулярного учения в химии.
4. Период количественных законов.

Ключевые слова и термины: стехиометрия, эквивалент, закон постоянных отношений, закон кратных отношений, закон Авогадро, пропорциональность, изоморфизм, атомная реформа, электролиз, удельная теплоемкость, количество теплоты.

Этот период, охватывающий первые 60 лет XIX в., характеризуется открытием количественных законов химии, которые не только придали химии рациональный характер, но и положили начало развитию различных направлений, которые в наше время считают независимыми от породившей их науки. Кроме того, эти законы способствовали подведению экспериментального фундамента под атомно-молекулярную гипотезу, полностью лишив ее метафизической окраски 1. Целесообразно рассмотреть эти законы в хронологическом порядке.

Закон эквивалентов Рихтера (1792—1802).

Закон постоянных отношений Пруста (1799—1806).

Закон кратных отношений Дальтона (1802—1808).

Закон соединения газов между собой Гей-Люссака (1805—1808).

Закон пропорциональности между плотностями газов или паров и молекулярными весами — закон Авогадро (1811).

Закон изоморфизма Митчерлиха (1818—1819).

Закон удельных теплоемкостей Дюлонга и Пти (1819).

Законы электролиза Фарадея (1834).

Закон постоянства количества теплоты Гесса (1840).

Закон атомов Канниццаро (1858).

ЗАКОН ЭКВИВАЛЕНТОВ

Формулировка этого закона принадлежит Рихтеру; он установил его, изучая весовые отношения, в которых кислоты соединяются с основаниями при образовании солей. *Если одно и то же количество какой-либо кислоты нейтрализуется различными количествами*

двух или большего числа оснований, то количества последних эквивалентны и нейтрализуются одним и тем же количеством другой кислоты. Из того, что соли остаются нейтральными при реакциях двойного разложения, следует, что кислоты и основания соединяются в определенных отношениях независимо от своей природы, и найденные таким путем пропорции являются физическими постоянными.

Иеремия Вениамин Рихтер (1762—1807). Родился в Гиршберге (Силезия), был сначала горным секретарем, а затем ассессором в Бреславле. В Берлине, где он и умер, служил на Шарлоттенбургской фарфоровой фабрике. Он был химиком-технологом, далеким от преподавательской деятельности и теоретических исследований. В течение некоторого времени Рихтер был последователем Штала, и поэтому его сочинения засорены флогистонной терминологией; из написанных им сочинений следует упомянуть «Начальные основания стехиометрии или искусства измерения химических элементов» 3 (1792—1794) и «О новых вопросах химии» в 11 частях (1791 — 1802)²³.

Оригинальность работ Рихтера не была оценена современниками, хотя их внимание, казалось, и должен был бы привлечь сам термин *стехиометрия*, придуманный Рихтером для обозначения искусства измерения химических элементов, основанного на законах, согласно которым тела соединяются между собой. Но в тот период химики еще не были достаточно подготовлены к восприятию такой идеи; еще в большей степени от правильной оценки закона нейтрализации их отвлекало утверждение Рихтера, что соединительные веса кислот находятся в арифметическом отношении, а оснований — в геометрическом (*закон прогрессии*). Закон нейтрализации был признан, когда берлинский современник Рихтера Г. Э. Фишер (1754—1831), публикуя в Берлине перевод на немецкий язык «Исследований законов сродства» 4 Бертолле, добавил таблицу соединительных весов, полученных для различных кислот и оснований по данным Рихтера. В своем «Опыте химической статики» Бертолле также принял выводы Фишера и косвенно привлек внимание химиков к исследованиям Рихтера. Предшественником Рихтера был Карл Фридрих Венцель (1740—1793), управляющий литейным заводом во Фрейберге, который считал, что кислоты и основания соединяются в постоянных отношениях. Однако работы Венцеля также прошли незамеченными.

ЗАКОН ПОСТОЯННЫХ ОТНОШЕНИЙ

Этот закон был установлен Луи Жозефом Прустом (1755— 1826). Пруст родился в Анжере, был учеником Руэля, управляющим аптекой больницы Сальпетриер в Париже, профессором химии в Мадриде (с 1791 по 1808 г.) и, наконец, потеряв кафедру вследствие испанской войны, был избран в 1804 г. членом-корреспондентом Национального института, а в 1816 г. — действительным членом Парижской Академии наук.

Пруст был очень скромным человеком, искусным экспериментатором, но теоретическими вопросами не занимался. Тем не менее его экспериментальные работы связаны с работами Бертолле, одного из крупнейших теоретиков той эпохи, и можно даже проследить полемическое происхождение этой связи. Чтобы понять работы Пруста, следует сначала остановиться на одной статье, прочитанной Бертолле в 1799 г. в Египетском институте, основанном в Каире во время экспедиции Наполеона Бонапарта. Статья Бертолле имеет заглавие: «Исследования законов сродства»; в ней впервые выдвинуто утверждение, что на течение химической реакции влияет масса и другие физические силы, как-то: сцепление, летучесть, растворимость, упругость и т. д. Руководящие идеи этих исследований изложены самим Бертолле следующим образом: «Доказав прямыми опытами, что химическое действие тел противоположной силы зависит не только от их сродства, но и от их количества, я выберу из наблюдений над различными видами соединений те, которые

²³ М. Джуа. История химии. - Москва: Мир. 1975.

подтверждают этот принцип и указывают на область его применения; я исследую впоследствии обстоятельства, которые его изменяют, и условия, которые благоприятствуют или не благоприятствуют химическому действию тел и заставляют изменяться пропорции в соединениях, которые эти тела могут образовать; я применю эти соображения к сложному сродству и к сродству сложных тел; я попытаюсь, наконец, установить фундамент, на котором должны основываться общие теории и особенно теории химических явлений». Заслуживают упоминания следующие главы статьи Бертолле: II.

Опыты, которые доказывают, что компоненты данного соединения распределяются в соответствии с химическим сродством реагирующих веществ; III. Наблюдения, которые подтверждают положение о том, что химическое действие пропорционально массе; IV. Об изменениях в химическом действии, которые вызываются нерастворимостью веществ; VI. Об упругости веществ, проявляющих химическое действие; X. Об определении химического сродства; XII. О сложном сродстве; XIII. Об осаждении металлов из растворов посредством других металлов²⁴.

«Соединения, которые образуются в результате существования противоположных сил,— пишет Бертолле, — зависят, таким образом, не только от сродства, но и от пропорций, в которых находятся действующие вещества. Итак, я лишь применил ко всем химическим явлениям то, что наблюдение заставляло принять для многих из них, и извлек из этих наблюдений непосредственные выводы. Они состоят в том, что вещества действуют пропорционально их сродству и их количеству, находящемуся в сфере действия, что последнее может компенсировать силу сродства и что химическое действие каждого из них пропорционально насыщению, которое они производят. Я обозначил наименованием *химическая масса*, или *масса*, количества, характеризуемые одной и той же степенью насыщения и, следовательно, связанные со способностью к насыщению: когда два вещества конкурируют при соединении с третьим, они, таким образом, насыщаются, каждое в степени, пропорциональной их массе. Поэтому причина соединения действует соразмерно массам и при варьировании последних варьируются и результаты. Я рассмотрел все силы, которые, способствуя или препятствуя взаимному сродству веществ, действующих в соответствии с вышеупомянутым принципом, могут влиять на соединения и химические явления. Эти силы следующие: действие растворителей или сродство, которое они оказывают, также пропорционально их отношению; сила сцепления, которая есть эффект взаимного сродства частей одного и того же вещества или соединения; упругость, естественная или вызываемая теплотой, такая упругость должна рассматриваться как эффект сродства теплоты; выветривание, которое может быть приписано еще неопределенной причине и которое проявляется при редчайших обстоятельствах; вес также оказывает влияние, в первую очередь когда вызывает сжатие упругих флюидов [т. е. газов], но его всегда без труда можно смешать с силой сцепления... Все соображения, высказанные мною о видоизменениях химического действия, препятствуют только приписыванию сродству тела всей его химической потенции, которую оно проявляет в данных условиях в силу своей конституции или своего относительного количества или даже конкуренции с другим сродством; но необходимо избегать: 1) рассмотрения этой потенции как постоянной силы, производящей соединение и разложение; 2) вывода отсюда, что она должна оставаться такой же и в других условиях, которые могут придать ей очень различные степени силы; 3) пренебрежения всеми видоизменениями, через которые она проходит от своего начального действия и до достижения равновесия».

Благодаря официальному положению Бертолле эти идеи должны были бы быстро распространиться, но Пруст показал 7 на большом экспериментальном материале, что природный карбонат меди и карбонат, полученный осаждением раствора какой-либо соли меди карбонатом щелочного металла, имеют один и тот же постоянный состав.

²⁴ Азимов А. Краткая история химии. - Москва: Мнр.1982.

Впоследствии Пруст распространил свои наблюдения на обе степени окисления олова, сурьмы и оба сульфида железа 8. Пруст установил для элементов, которые образуют друг с другом два или более соединений, закономерность, согласно которой переход от одного соединения к другому происходит не непрерывно, как это следовало бы, согласно предположениям Бертолле, а скачками.

Основываясь на экспериментальных данных, Пруст допускал, что элемент может соединяться с кислородом и серой в одном или немногих отношениях, но он не сумел обобщить наблюдение до конца, до постулирования закона кратных отношений; однако последний в скрытом виде встречается во многих частях экспериментальных исследований Пруста, например когда он раскрывает неточность утверждения Бертолле о том, что металлы образуют окиси путем постепенного увеличения количества кислорода 9.

ЗАКОН КРАТНЫХ ОТНОШЕНИИ И АТОМНАЯ ТЕОРИЯ ДАЛЬТОНА

Этот закон открыт Джоном Далтоном (1766—1844). Дальтон родился в бедной семье в Иглистфелде (Камберленд). Он не занимал никакого важного университетского поста, но с 1799 г. читал частные лекции; умер в Манчестере. Кроме некоторых физиологических исследований, которые привели его к открытию слепоты по отношению к отдельным цветам (*дальтонизм*), ему принадлежат исследования физического поведения газов, их поглощения водой и другими жидкостями (1803), открытие закона кратных отношений и разработка начал атомной теории. Работы Дальтона ставят его в ряд великих химиков. Личная жизнь Дальтона не представляет особого интереса; он обладал большой скромностью и необычайной жадой знания ²⁵.

К закону кратных отношений Дальтон пришел, вероятно, дедуктивным путем, поэтому приведем рассуждение из его труда «Новая система химической философии» 11: «Во всех химических исследованиях с полным основанием считается важной задачей определение относительного *веса* простых веществ, составляющих сложное. К сожалению, исследования ограничивались только этим; в действительности же из весов, пропорциональных массе атомов, можно было бы вывести относительные веса конечных частиц или атомов тел, что привело бы к установлению их числа или веса во многих других соединениях. И одна из главных задач настоящей работы состоит в том, чтобы показать важность и преимущество *определения относительных весов конечных частиц как простых, так и сложных веществ, определения числа простых элементарных частиц, которые образуют сложную частицу, и числа частиц менее сложных, которые участвуют в образовании частицы более сложной.*

Пусть А и В — два вещества, способные к соединению, которое может произойти в следующем порядке, начиная с самого простого, а именно:

1 атом А + 1 атом В = 1 двойному атому С;

1 атом А + 2 атома В = 1 тройному атому D;

2 атома А + 1 атом В = 1 тройному атому E;

1 атом А + 3 атома В = 1 четверному атому F;

3 атома А + 1 атом В = 1 четверному атому G и т. д.

Следующие общие правила можно считать путеводными во всех исследованиях по химическому синтезу:

1. Если из двух веществ может быть получено одно соединение, следует полагать при отсутствии противоречащих соображений, что оно двойное.
2. Если известно, что образуются два вещества, то можно допустить, что одно из них двойное, а другое — тройное.

²⁵ A.Grenberg From alchemy to chemistry in picture and story WILEY. 2007

3. Если получено три соединения, то одно следует рассматривать как двойное, а два других — как тройные.

4. Если получается четыре соединения, то следует полагать одно двойным, два тройными и одно четверным и т. д. есть двойное или тройное соединение в зависимости от своего происхождения и образована из атома азота и двух атомов кислорода, которые вместе весят 19; селитровая кислота есть двойное соединение селитряной кислоты и селитряного газа 13 и имеет вес 31; надселитряная кислота есть двойное соединение азотной кислоты и кислорода 14 с весом 26. Окись углерода есть двойное соединение, состоящее из атома кислорода и атома углерода с суммарным весом около 21; угольная кислота [угольный ангидрид] есть тройное соединение (иногда, впрочем, двойное) атома углерода и двух атомов кислорода и имеет вес 19 и т. д. Во всех этих случаях веса отнесены к атому водорода, вес которого принят равным 1». этом длинном отрывке из работы Дальтона ясно изложен закон кратных отношений; из него также видно, что основатель атомной теории не имел еще определенных представлений об истинных атомных весах и формулах соединений. Этот вопрос будет выяснен немного ниже, но пока заметим, что кислородные соединения азота и углерода, а также два водородных соединения углерода (метан и этилен) послужили Дальтону основой для установления закона кратных отношений.

Подобно древним атомистам, Дальтон исходил из положения о корпускулярном строении материи, но, основываясь на развитом Лавуазье понятии химических элементов, принял, что все атомы каждого отдельного элемента одинаковы и характеризуются, кроме других свойств, тем, что обладают определенным весом, который он называет *атомным весом*. Таким образом, каждый элемент обладает атомным весом, о котором, по мнению Дальтона, можно иметь представление только в относительном смысле, так как определить абсолютный вес атомов невозможно. Ставя вопрос об определении относительного атомного веса, Дальтон принимает за единицу атомный вес самого легкого из известных элементов, а именно водорода, и сопоставляет с ним веса других элементов. Для экспериментального решения этого вопроса необходимо, чтобы элемент соединялся с водородом, образуя определенное соединение, или же если этого не происходит, то чтобы данный элемент соединялся с другим элементом, о котором известно, что он способен соединяться с водородом. Зная вес этого другого элемента относительно водорода, можно всегда найти отношение веса данного элемента к принятому за единицу весу водорода. Теоретическая простота проблемы, поставленной Дальтоном, ясна каждому, однако с экспериментальной точки зрения эта задача отнюдь не является простой и для ее решения надо использовать не обычную технику работы.

Проследим, каким путем возникла теория Дальтона. Впервые он упоминает об атомной теории в статье под заглавием «Об абсорбции газов водой и другими жидкостями», которая была прочитана 20 октября 1803 г. в Манчестерском литературно-философском обществе и напечатана в «Записках» этого общества. Законы растворимости газов в воде и других растворителях были установлены Генри (одним из друзей Дальтона) — вице-президентом Манчестерского литературно-философского общества.

В своей статье Дальтон обсуждает механическую теорию поглощения газов и в заключительном параграфе утверждает: «Наибольшая трудность, стоящая перед механической гипотезой, вызывается фактом, что различные газы следуют различным законам. Почему вода не поглощает одно и то же количество разных газов? Я надлежащим образом исследовал эту проблему и пришел к выводу, впрочем, полностью в настоящее время меня не удовлетворяющему, что поглощение зависит от веса и числа конечных частиц различных газов... Насколько я знаю, *вопрос об относительном весе конечных частиц тел совершенно нов*».

Дальтон приводит таблицу относительных весов конечных, частиц газов и других тел, которая важна с исторической точки зрения, будучи первой таблицей весов некоторых элементов .

Эти значения не очень точны и сильно занижены; укажем, например, что соответствующие современные значения для кислорода, азота и углерода будут 7,94, 4,64 и 6. Тем не менее приведенная таблица показывает, что проблема атомных весов не только была обоснована теоретически, но и могла быть решена экспериментально.

В декабре 1803 г. и январе 1804 г. Дальтон прочитал об относительных атомных весах курс лекций в Королевском институте в Лондоне, а в последующие годы еще в большей степени разработал этот вопрос. В 1807 г. о теории Дальтона сообщил химикам его поклонник Томсон в своей «Системе химии», а впоследствии обсудил ее также в «Истории химии» (1830—1831). «Господин Дальтон сообщил мне,— писал Томсон,— что атомная теория созрела в его уме во время исследований.

ЗАКОН СОЕДИНЕНИЯ ГАЗОВ МЕЖДУ СОБОЙ

Этот закон установлен Жозефом Луи Гей-Люссаком, одним из самых выдающихся химиков XIX в., прекрасным экспериментатором, обладавшим глубоким критическим умом. Его научные труды отличаются большой ясностью, и сделанные им открытия имели фундаментальное значение для развития химии.

Гей-Люссак родился в Сен-Леонаре, был учеником Бертолле, с 1809 г. - профессор физики в Сорбонне и химии в Политехнической школе. Его юношеские исследования посвящены газам, они привели его к установлению двух законов. Первый устанавливал связь между температурой и объемом газов, другой определял объемные отношения, в которых газы соединяются между собой. Именно этот второй закон послужил Авогадро стимулом для разработки атомно-молекулярной теории. Экспериментальные работы Гей-Люссака внушительны и охватывают неорганическую, органическую, аналитическую и прикладную химию. Он внес оригинальный вклад в изучение галогенов, фосфорных кислот, щелочных металлов и содействовал распространению объемных методов в аналитической химии.

В 1805 г. в одной из своих работ Гей-Люссак в сотрудничестве с Гумбольдтом показал, что 2 объема водорода соединяются с одним объемом кислорода, давая два объема водяного пара. В 1808 г. он опубликовал более обстоятельное исследование, где принимая во внимание случайные наблюдения других химиков, таких как Дэви и Воклен, показал, что газы всегда соединяются в простых объемных отношениях, и отметил, что плотность газов пропорциональна принятым соединительным весам или простым (весам) кратным последним.

МОЛЕКУЛЯРНАЯ ТЕОРИЯ АВОГАДРО

Основоположником молекулярной теории был Амедео Авогадро ди Кваренья (1776-1856), профессор физики в Туринском университете. В его жизни внешне не было ничего выдающегося, но его научные труды заложили основы молекулярной теории. Неувязки при установлении формул сложных веществ попытался устранить итальянский ученый Авогадро, высказавший в 1811 г. свою знаменитую гипотезу: в равных объемах всех газов "при одинаковой температуре и давлении" содержится равное число молекул. Ценность этой гипотезы, ставшей впоследствии одним из самых основных законов химии, заключается, во-первых в том, что она распространяет представление о равном числе частиц в равных объемах на любые сложные газы, а во-вторых, что она вводит в химию представление о молекулах как о мельчайших частицах, способных к самостоятельному существованию²⁶.

²⁶ C.Cobb, H.Goldwite Creations of Fire Chemistry's Lively History from Alchemy to the Atomic Age // Originally published by Plenum US in 1995, 455 o.

Авогадро принимал, что молекулы простейших газов двухатомны. С этой точки зрения реакцию между азотом и кислородом с образованием окиси азота следовало формулировать в виде: $N_2 + O_2 = 2NO$, т.е. из двух объемов и должно было получиться два объема. Подобным же образом легко объяснялись и другие результаты опытов Гей-Люссака.

Несмотря на это, гипотеза Авогадро была принята его современниками весьма холодно. Главной причиной ее непризнания являлись взгляды Берцелиуса на природу химического взаимодействия, которые господствовали в то время. Предвосхищая результаты новейших исследований, Берцелиус считал, что в основе многих химических явлений лежат явления электрические. Реакцию соединения двух элементов он представлял себе как взаимное притяжение противоположно заряженных атомов. Атомы металлов, по Берцелиусу, имели избыток положительного заряда, атомы металлоидов - отрицательного. Господствовавшее среди ученых метафизическое мышление, привыкшее считать все вещи и свойства неизменными, постоянными, независящими от других вещей и условий, никак не допускало возможности существования молекул, состоящих из двух одинаковых атомов. Гипотеза Авогадро могла быть поэтому принята не раньше крушения верной, в основном, для большинства неорганических соединений теории Берцелиуса.

Крушение это было подготовлено самими ее приверженцами, настаивавшими на ее применимости во всех областях химии и ко всем случаям, что нередко приводило к противоречию с опытом.

ЗАКОН ИЗОМОРФИЗМА

Предположение об аналогии в химической конструкции изоморфных кристаллических веществ высказал Митчерлих, который изучая соли фосфорной и мышьяковой кислот, нашел, что те соединения, которые содержат в молекуле одинаковое число атомов, обладают одной и той же кристаллической формой. Отсюда Митчерлих пришел к выводу, что кристаллическая форма зависит не от природы атомов, а скорее от их числа. Его закон формулируется так: "одинаковое число атомов, соединенных одним и тем же способом, дает одну и ту же кристаллическую форму, которая не зависит от химической природы атомов, а зависит лишь от их числа и положения.

Эйльгард Митчерлих (1794-1863) родился в окрестностях Ольденбурга, с 1821 г. до конца жизни - профессор Берлинского университета, ученик и сотрудник Берцелиуса.

ЗАКОН УДЕЛЬНЫХ ТЕПЛОЕМКОСТЕЙ

В 1819 г. французы Дюлонг и Пти доказали существование зависимости между удельными теплоемкостями элементов в твердом состоянии и их атомными весами.

Иными словами, показали, что произведение удельной теплоемкости на атомный вес элемента - величина постоянная. Это положение формулируется следующим образом: атомы элементов имеют одинаковую теплоемкость, или атомные теплоемкости элементов имеют одну и ту же величину. Дюлонг и Пти проверили закон на 12 металлах и сере. Позже они обнаружили, что удельные теплоемкости повышаются с температурой. Последующие работы Авогадро и особенно Ренью показали важность этого закона. Исключения из него (в случае бора, углерода и кремния) смогли получить объяснение только в более позднее время благодаря работам Нернста.

На протяжении всей первой половины XIX в. как бы патриархом химии был Берцелиус. Йенс Якоб Берцелиус (1779-1848) родился в Веферсунде (Швеция), изучал химию, но скоро обратился к медицине, которой занимался несколько лет. Под влиянием своей первой страсти к химии Берцелиус посвятил себя экспериментальным

исследованиям. Изучение действия электрического тока на соли, позволили Берцелиусу получить должность ассистента медицинского факультета в Стокгольме, а затем стать профессором медицины и фармации. Некоторое время он преподавал химию в военной академии в Стокгольме, а позднее (1815г.) был назначен на штатную должность на кафедру химии. И хотя его лаборатория была скромной, здесь он выполнил большую часть исследований, которые принесли ему мировую славу. В Берцелиусе рано проявилась страсть к литературной деятельности: в 1808-1818 г. он опубликовал "Учебник химии" в трех томах, который широко разошелся, выдержал пять изданий и был переведен почти на все языки. С 1821 г. Берцелиус составлял также ежегодные, критические обзоры исследований, опубликованные в различных странах. Его "Обзоры успехов физики и химии" (всего 27 томов) составляли главный источник информации в тот период и также переводились на другие языки.

С работами Берцелиуса по атомистике тесно связано введение употребления символов, предложенных им в 1814 г. для обозначения не только элементов, но также и химических реакций. Как символы, так и формулы соединений с применением индексов, а также химические уравнения были введены Берцелиусом.

Деятельность Берцелиуса чрезвычайно широка. Он сделал вклад в развитие атомного учения классическими исследованиями закона кратных отношений и атомных весов, электрохимической теорией, основанной на дуалистической системе представления химических соединений, которая хотя и продержалась только несколько десятилетий, сыграла важную роль и стимулировала проведение обширных исследований. Неорганическая химия обязана Берцелиусу открытием многих элементов: церия, селена, кремния, циркония, тантала и ванадия. Органическую химию он обогатил сведениями о кислотах и явлениях изомерии. Не менее важен его вклад в химический качественный и количественный анализ, в минералогическую химию и др.

ЗАКОНЫ ЭЛЕКТРОЛИЗА

Гальванический ток давно уже применялся для разложения различных веществ. Благодаря этому Дэви удалось сделать ряд важных открытий, из которых самые яркие связаны с выделением щелочных металлов. Гемфри Дэви (1778-1829) родился в Пензансе в бедной семье. Его отец был резчиком по дереву. Еще мальчиком Дэви отличался большими способностями. В 1799 г. он получает место руководителя лаборатории в Пневматическом институте в Бристоле с целью проверки физиологического и терапевтического действия различных газов. С ущербом для своего здоровья Дэви испытывал действие газов на самом себе и таким образом открыл опьяняющее и обезболивающее действие закиси азота, или "веселящего газа", определил его состав. Своеобразное действие закиси азота на людей доставило молодому Дэви и светский успех. В 1801 г. Дэви был приглашен в королевский институт в качестве профессора химии и руководителя лаборатории. Немного позднее был избран членом Королевского общества²⁷.

В 1807 г. Дэви опубликовал электрохимическую теорию, которая содержала следующие положения:

- а) тела неодинакового рода, способные соединяться химически, приобретают при контакте противоположные электрические заряды;
- б) акт химического соединения представляет собой выравнивание электрических зарядов, и он протекает тем быстрее, чем больше разность между противоположными зарядами;
- в) если сообщить электричество какому-либо соединению, то составные его части восстанавливают свою электрическую полярность и те, которые заряжены

²⁷ М. Джуа. История химии. - Москва: Мир. 1975.

положительно, передвигаются к отрицательному полюсу, а заряженные отрицательно - к положительному;

г) химическое сродство составных частей связано с их электрической полярностью: чем больше полярность, тем больше и сродство;

д) между химическими и электрическими процессами существует однозначная зависимость, и первые всегда связаны со вторыми.

Эта теория имела ту слабую сторону, что сводила сродство к проявлению электричества, в то время как состояние химии не было таким, чтобы принять сразу этот принцип. Эта теория сыграла важную роль, потому что помогла обнаружить взаимосвязь между физикой и химией.

В 1834 г. Фарадей нашел, что одно и то же количество электричества разлагает электролиты (вода, кислоты, минеральные соли и т.д.) с выделением на катоде эквивалентных количеств водорода и металлов, а на аноде - эквивалентных количеств кислорода. В результате тщательно проведенных исследований Фарадей установил, что количество вещества, разлагающееся при прохождении электрического тока через электролит, пропорционально количеству электричества. Этот закон постоянства электролитических действий позволяет определять электрохимические эквиваленты и при желании даже атомные веса. Однако одним из главных противников признания важности закона для определения атомных весов был сам Берцелиус.

Майкл Фарадей (1791-1867) - один из самых знаменитых ученых XIX в. родился в Лондоне. Принятый в лабораторию Дэви в Королевском институте сначала в качестве ученика, а затем ассистента, Фарадей в 1828 г. стал ее руководителем и продолжал оставаться им до самой смерти. Большинство его исследований и открытий относятся к области физики (электричество, магнетизм, сжижение газов), но они оставили глубокий след также и в химии. Благодаря работам по электролизу Фарадей заложил основы электрохимии, для которых он разработал терминологию, сохранившуюся до наших дней.

ЗАКОН ПОСТОЯНСТВА КОЛИЧЕСТВА ТЕПЛОТЫ РЕАКЦИЙ

В 1840 г. в результате многочисленных экспериментальных наблюдений Герман Гесс (1802-1850), профессор химии Петербургского педагогического института, сформулировал правило, согласно которому в химическом процессе выделяется всегда одно и то же количество тепла вне зависимости от того, протекает ли процесс в одну или более стадий.

В тот период, когда был установлен этот закон, он мог бы значительно способствовать изучению химических реакций и косвенно установлению истинных формул соединений - одной из самых животрепещущих проблем химии. Кроме того, новое направление могло бы основываться на принципе, высказанном в 1790 г. Лавуазье и Лапласом, согласно которому для разложения соединения на его составные части требуется столько же тепла, сколько его выделяется при образовании соединения из его составных частей. Однако под влиянием Берцелиуса, Дюма и других, химики не сумели оценить выгоду, которую могли принести эти положения при правильном истолковании, и прошли мимо термохимических данных так же, как и мимо закона Фарадея.

АТОМНАЯ РЕФОРМА КАННИЦАРО

Преждевременная смерть помешала Лорану и Жерару закончить работу по реформе атомных весов. Недостатки, которые были свойственны их системе - отнесение атомных весов то к 2, то к 4 объемам, не делали яснее атомную проблему, и все же большая часть химиков приняла их принципы, хотя и признавала, что они не всегда находятся в согласии с опытом. Отсюда возникла необходимость в завершении системы Жерара так, чтобы сделать ее пригодной для объяснения исключений. Для решения этой проблемы открывались два пути: химический, уже проложенный самим Жераром и

физический, контуры которого были намечены законами Гей-Люссака и Авогадро. Проблема была решена Канницаро, преподавателем университета в Генуе.

Канницаро показал, как защищаемая Жераром идея о том, что все молекулы простых тел делятся при реакции соединения, привела этого французского химика к ошибочному предположению, что даже молекулы металлов, подобно водороду, состоят из двух атомов и что соединения металлов принадлежат к тому же типу, что и соединения водорода.

Сопоставление различных количеств одного и того же элемента как в молекуле свободного тела, так и в молекулах всех его соединений приводит Канницаро к выводу, что: различные количества одного и того же элемента, содержащиеся в различных молекулах, являются целыми кратными одного и того же количества, которое, выступая всегда нераздельно, должно с полным основанием именоваться атомом. Это закон атомов. Здесь заключены закон кратных отношений и закон простых отношений между объемами газов. Канницаро был убежден, что этот закон ведет к подтверждению атомной теории, и поэтому считал, что атом любого простого тела "представляет такое его количество, которое входит всегда целиком в равные объемы, как свободного тела, так и его соединений. Это количество может быть равно или в несколько целых раз меньше количества, содержащегося в одном объеме свободного тела". "Атомные веса водорода, хлора, брома, иода равны весам полумолекул, т.е. им отвечает вес половины объема".

Реформой Канницаро завершается период, который определяется установлением количественных законов. Второй половине XIX в. принадлежат исследования отношений между элементами, сродства, которое они проявляют, способа их связывания при образовании соединений. К сюрпризам, которые принесли эти исследования, принадлежит открытие радиоактивности. Неорганическая, органическая, физическая и ядерная химия нашли в атомной теории неопределимую путеводную нить для своего развития.

Контрольные вопросы:

1. Кто и в каком году сформировал закон кратных отношений?
2. Кто впервые описал концентрированную азотную кислоту (растворяющую воду), которую в последствии стали называть «крепкой водкой», а также «царской водкой»?
3. Кто и в каком году создал «химическую атомистику»?
4. Символы химических элементов ввел в науку...
5. Кто когда впервые осуществил трансмутацию элементов?
6. Сколько металлов образует сера и ртуть?
7. Кому принадлежат научные достижения «Основы атомно-корпускулярного учения», «Кинетическая теория теплоты»
8. Какой закон завершает период открытия количественных законов?

Список использованных литератур:

1. A.Grenberg From alchemy to chemistry in picture and story WILEY. 2007
2. C.Cobb, H.Goldwite Creations of Fire Chemistry's Lively History from Alchemy to the Atomic Age // Originally published by Plenum US in 1995, 455 б
3. Умаров Б.Б.; Ниязхонов Т.Н. История химии. - Ташкент, Навруз, 2015. 576 ст.
4. Левченков С.И. Краткий очерк истории химии. Изд. РГУ. 2006.
5. Штрубе В. Пути развития химии. Т. 1,2 - Москва: Мир. 1984.
6. Азимов А. Краткая история химии. - Москва: Мнр.1982.
7. М. Джуа. История химии. - Москва: Мир. 1975.
8. Фигуровский М.Н. Очерк общей истории химии. - Москва: Наука. 1978.

Интернет сайты

9. www.nuuz.uz.
10. www.natlib.uz
11. www.ziyonet.uz
12. www.chemexpress.fatal.ru.

Лекция 6. Открытие периодического закона. Исследования явления радиоактивности

План лекции:

1. Исторические аспекты возникновения Периодического закона.
2. Периодический закон - основа классической и современной химии.
3. Современное состояние Периодического закона

Ключевые слова и термины: триады, период, периодический закон, периодическая система элементов, атоманалогия, Демокрит, Дальтон, Доберейнер, Канницаро, Шанкуртуа, Одлинг, Мейер, Ньюледс, Менделеев, Лекок-де-Буабодран, "закон октав", свойства элементов, группы, порядковый номер, диагональ,

Из всех основных теоретических представлений современной химии самым древним является представление о молекулярно-атомистическом строении вещества. Наиболее раннее известное нам развитие его принадлежит индусскому философу Канада, жившему вероятно более чем за 1 000 лет до начала нашей эры. В удивительном согласии с воззрениями более поздней эпохи, Канада учил, что вещества состоят из мельчайших частиц, каждая из которых, в свою очередь, слагается из более мелких и уже неделимых. Взгляды Канада были широко распространены в древней Азии и нашли отражение в философских системах ряда буддийских религиозных сект. Весьма вероятно, что влияние их дошло до Европы и сказалось также на древнегреческих философах Левкиппе (ок. 450 г до н.э.) и его ученике Демокрите (ок. 425 г. до н.э.), которые обычно считаются основателями молекулярно-атомистических представлений.²⁸

Заслуга введения в науку понятия об атомах на экспериментальной базе принадлежит в основном Дальтону. Используя результаты как чужих, так и собственных исследований, он уже в 1803 г. выдвинул законы паев и кратных отношений и объяснил их существование наличием взаимодействия между атомами реагирующих элементов. Наиболее полно эта теория была развита Дальтоном в сочинении "Новая система философии химии", вышедшем в 1808 г. Вскоре после этого она стала общепринятой.

Исходными положениями теории Дальтона были: с одной стороны, закон простых кратных отношений, с другой - допущение, что наиболее устойчивым соединением двух данных элементов друг с другом всегда является простейшее по составу, т.е. то, в которое входит по одному атому каждого элемента. Оба этих исходных пункта являются далеко не всегда верными. Действительно закон простых кратных отношений неприменим в целом ряде случаев, например, к тем же окислам азота, если расчет в последних вести на одну весовую часть не азота, а кислорода. Допущение Дальтона об особой устойчивости именно бинарных соединений внесло в химию чрезвычайную путаницу (как, например, заставило приписывать воде формулу НО) и в течение 50 лет тормозило установление правильных атомных весов и общеупотребительных формул. Таким образом, принятая современниками в целом теория Дальтона одновременно и сильно

²⁸ Умаров Б.Б., Ниязхонов Т.Н; История химии. – Т.; Навруз, 2015. 576 ст.

продвинула науку вперед (выводом о существовании атомов) и сильно задержала ее развитие.

Попытки создания систематики химических элементов начались уже вскоре после освоения наукой понятия об атомах. Первым ученым, успешно работавшим над этим вопросом, был Доберейнер, опубликовавший в 1829 г. следующую табличку "триад":

Li	Ca	P	S	Cl
Na	Sr	As	Se	Br
K	Ba	Sb	Te	J

В каждой из триад, как указывал Доберейнер, помимо химического сходства имеет место и следующая закономерность в отношении атомного веса: величина его для промежуточного элемента (например Na) приблизительно равна среднему арифметическому из величин для двух крайних. После Доберейнера в том же направлении работал ряд других исследователей, однако, на протяжении последующих тридцати лет существенных результатов получено не было²⁹.

В 1858 г. Канниццаро опубликовал работу "Сжатый очерк преподавания теоретической химии", возродивший к жизни гипотезу Авогадро, четко разграничившую понятия атома и молекулы и послужившую основным толчком к установлению единообразных взглядов по вопросам об атомных весах и формулах соединений. Почти тотчас после этого сильно продвинулись вперед и работы по систематизации химических элементов.

В 1863 г. Шанкуртуа разместил их в порядке возрастания атомных весов по винтовой линии, описанной вокруг цилиндра. Сходные по свойствам элементы расположились при этом друг под другом. В том же году Ньюлендс заметил, что если написать химические элементы в порядке возрастания их атомных весов, то каждый восьмой приблизительно повторял свойства первого. Он назвал это наблюдение "законом октав". Первые три "октавы" приведены ниже:

H	Li	Be	B	C	N	O
F	Na	Mg	Al	Si	P	S
Cl	K	Ca	Cr	Ti	Mn	Fe

Как видно из этих данных, некоторые элементы (Mn, Fe) попадают у Ньюлендса под совершенно непохожие на них. В дальнейших "октавах" дело обстояло не лучше. Интересно отметить, что Ньюлендс впервые применил к элементам понятие порядкового номера.

В следующем 1864 г. появляются работы Лотара, Мейера и Одлинга. Первый из них объединил "шесть связанных между собой хорошо охарактеризованных групп элементов" в приводимую табличку:

IV	III	II	I	I	II
-	-	-	-	-	-
C	N	O	F	Li	(Be)
Si	P	S	Cl	Na	Mg
-	As	Se	Br	K	Ca
Sn	Sb	Te	J	Rb	Sr
Pb	Bi	-	(Tl)	Cs	Ba

²⁹ Штрубе В. Пути развития химии. Т. 1,2 - Москва: Мир. 1984

Одлинг, в свою очередь, переработал свою прежнюю (1857 г.), основанную на эквивалентных весах систематику и под названием "Атомные веса и знаки элементов" дал таблицу, не сопроводив ее никакими пояснениями.

Оба автора пытались найти определенные соотношения между атомными весами различных элементов. Но ни тому, ни другому это не удалось, однако оба они уже чувствовали наличие какой-то закономерности.

Об этом свидетельствуют их высказывания. "Нельзя сомневаться, что имеется закономерность в численных величинах атомных весов", - пишет Мейер. Еще определеннее высказывается Одлинг: "Несомненно, что некоторые из арифметических соотношений, представленные в предыдущей таблице, являются просто случайными, но взятые в общем, они слишком многочисленны и четко выражены, чтобы не зависеть от какого-то до сих пор неизвестного закона".

Этот закон был открыт Д.И.Менделеевым (1834-1907) лишь через несколько лет. Подобно своим предшественникам, Менделеев прежде всего расположил все известные в то время элементы по величинам их атомных весов и в 1869 г. опубликовал таблицу³⁰.

Сама по себе эта таблица не представляла большого интереса и в некоторых отношениях являлась даже шагом назад по сравнению с системой Одлинга. Однако, сопровождавший эту таблицу текст статьи уже содержал в себе все важнейшие моменты детально разработанного годом позднее периодического закона. Сюда относятся главным образом следующие положения:

1. "Элементы, расположенные по величине их атомного веса, представляют явственную периодичность свойств"

2. "Величина атомного веса определяет характер элемента, как величина частицы определяет свойства сложного тела". "Оттого, например, соединения S и Te, Cl и J и т.п. при сходстве представляют и различия весьма ясные".

3. "Должно ожидать открытия еще многих неизвестных простых тел, например, сходных с Al и Si элементов с паем 65-75".

4. "Величина атомного веса элемента иногда может быть исправлена, зная его аналогии"

5. "Некоторые аналогии элементов открываются по величине веса их атома".

В следующем 1870 г. появилась новая работа Мейера, в которой он уже ссылается на статью Менделеева и дает систему элементов, несколько отличающуюся по форме, но "по существу тождественную с менделеевской". Заканчивая свою статью, Мейер пишет, что "было бы преждевременно предпринимать на таких шатких основаниях изменение принятых раньше атомных весов".

Совершенно иначе подошел к этому вопросу Менделеев. Будучи убежден в том, что им открыт один из важнейших законов природы, он смело взял его за основу при оценке имевшихся данных опыта. Для того, чтобы выявить периодический закон во всей его стройности, требовалось расположить некоторые элементы (Os, Ir, Pt, Au, Te, J, Ni, Co) вопреки известным в то время величинам их атомных весов, и изменить их для ряда других элементов (In, La, Y, Er, Ce, Th, U) и, наконец, допустить необходимость существования элементов еще не открытых. Нужна была гениальность Менделеева для того, чтобы пойти на все это и уже в статье 1871 г. дать развернутое изложение периодического закона и мало чем отличающуюся от современной форму периодической системы.

Не ограничившись допущением существования еще не открытых элементов, Менделеев на основе периодического закона дал их довольно подробную химическую характеристику. Рассуждал он при этом следующим образом. "Если в некоторой группе находятся элементы R_1 , R_2 , R_3 и в том ряде, где содержится один из этих элементов, например, R_2 , находится перед ним элемент Q, а после него элемент T, то свойства R_2 определяются по свойствам R_1 , R_3 , Q и T. Так например атомный вес $R_2 = 1/4 \cdot (R_1 + R_3 + Q$

³⁰ Фигуровский М.Н. Очерк общей истории химии. - Москва: Наука. 1978

+ Т). Например, селен находится в VI группе между серой (S=32) и теллуrom (Te=127), а в 5-м ряду перед ним стоит мышьяк (As=75), и после него бром (Br=80). Отсюда атомный вес селена равен $1/4 \cdot (32+127+75+80) = 77,5$ - число, близкое к действительности" (78,9). Наиболее детально были предсказаны свойства элементов с вероятными атомными весами 44, 68 и 72.

В 1875 г. Лекок-де-Буабодран открыл новый элемент, названный им галлием и характеризующийся атомным весом 69,7. Еще через четыре года Нильсон и Клеве выделили элемент с атомным весом 45,1 и назвали его скандием. Наконец в 1885 г. Винклер открыл германий и показал, что атомный вес его равен 72,6. Ближайшее изучение всех трех элементов и их важнейших соединений обнаружило прекрасное совпадение найденных на опыте свойств с предсказанными Менделеевым.

По определению самого Менделеева периодический закон заключается в том, что "свойства элементов (а следовательно и образованных ими простых и сложных тел) находятся в периодической зависимости от их атомных весов". Первоначально он был воспринят большинством современников весьма холодно. Лишь последовавшее затем подтверждение ряда измененных Менделеевым атомных весов, а особенно открытие Ga, Sc и Ge и совпадение их свойств с предсказанными, расчистило периодическому закону путь ко всеобщему признанию. Окончательно оно было завоевано около 1880 г. В самой химии периодический закон создал новую эпоху и ценность его для этой науки совершенно исключительна.

Первым серьезным испытанием, которое пришлось пережить периодическому закону уже вскоре после его всеобщего признания, было открытие аргона (Релей и Рамсей, 1893 г.). По своему атомному весу (39,9) этот новый элемент должен был располагаться между калием (39,1) и кальцием (40,1), где для него не находилось свободного места. Лишь после последовавшего затем нахождения на Земле гелия и других инертных газов стало ясно, что все они являются членами особой, "нулевой" группы, которая должна быть расположена в системе после седьмой. Таким образом, та угроза самому существованию периодической системы, которая возникла с открытием аргона, с открытием остальных инертных газов превратилась в свою противоположность - система Менделеева стала более полной и законченной³¹.

Следующий важный этап в развитии периодического закона связан с работами Мозли. В 1912 г. Мозли поставил перед собой задачу систематически изучить характер лучей Рентгена, получаемых на антикатадах, сделанных из различных химических элементов. Обработывая результаты своих измерений, Мозли обнаружил, что квадратный корень из обратных значений длин волн (так называемых волновых чисел) является функцией, близкой к линейной для атомного веса, и почти точно линейной функцией атомного номера, т.е. порядкового номера элемента в периодической системе.

По теории длина волны должна быть тем меньше (и, следовательно, обратное значение тем больше), чем больше заряд атомного ядра соответствующего элемента. Совершенно независимо от работ Мозли и, исходя из чисто теоретических соображений, Ван-дер-Брек в 1912 г. указал, что число положительных единиц заряда ядра должно равняться атомному номеру соответствующего элемента. Результаты этих работ с очевидностью указывали на то, что ввиду его нейтральности оно должно равняться значению положительного заряда ядра. *положительный заряд ядра численно равен порядковому номеру элемента в периодической системе.* Тем самым определялось и число электронов любого атома.

Эти работы принесли периодическому закону одновременно и отрицание и подтверждение. Первое имело принципиальное теоретическое значение: в связи с тем, что

³¹ Левченков С.И. Краткий очерк истории химии - Изд. РГУ. 2006.

определяющим для атомной структуры является положительный заряд ядра (численно выражаемый атомным номером), основой для периодической системы должен был служить именно последний, а не атомный вес, как то принимал Менделеев. Подтверждение непосредственно вытекало из отрицания - была подтверждена правильность расположения в системе некоторых элементов, которые с точки зрения атомных весов как основы, стояли не на своих местах. Если не считать Os, Ir, Pt и Au, для которых данные по атомным весам были впоследствии исправлены, но уже при самом возникновении системы имелось два таких случая: кобальт (атомный вес 58,9), был поставлен Менделеевым перед никелем (58,7), теллур (127,6) - перед йодом (126,9). Это отступление от общего принципа расположения по атомным весам настоятельно диктовалось свойствами рассматриваемых элементов, так как например теллур был очень похож по свойствам на селен, но совершен но не похож на бром, йод же - очень похож на бром, но не похож на селен. После открытия инертных газов прибавилось еще третье отступление: аргон (39,9) расположился перед калием (39,1). Все эти неувязки отпали в результате работ Мозли, так как с точки зрения новой основы - зарядов ядер, система Менделеева оказалась построена совершенно правильно: кобальту действительно соответствовала клетка 27, никелю 28 и т. д.

Вместе с тем результаты работ Мозли уточнили периодический закон и по вопросу о числе еще не открытых элементов. Принятая в то время система Менделеева, с одной стороны, оставляла возможность предполагать существование ряда элементов, переходных между водородом (который ставился в I группу) и гелием - с другой включала в себя существенную неясность, касающуюся как числа, так и расположения элементов в промежутке между Ba и Ta. Работы Мозли определенно установили, что между водородом и гелием новых элементов быть не может, что общее число их между Ba и Ta должно быть равно шестнадцати и что неизвестными в пределах периодической системы остаются лишь элементы, отвечающие атомным номерам 43, 61, 72, 75, 85, 87 и 91. Так как большинство из них было затем открыто, периодическая система является в настоящее время почти нацело заполненной и неопределенным оставался лишь вопрос о возможности существования элементов с большим зарядом ядра, чем уран (так называемых трансуранов).

По Бору и Уиллеру (1940 г.) устойчивость ядер тяжелых атомов уменьшается по мере роста отношения Z/A , где Z -заряд ядра, A - его масса. Критическое значение этой величины, при котором ядро становится совершенно неустойчивым, составляет около 40, что приблизительно соответствует элементу с атомным номером 100. Таким образом теоретически намечалась невозможность существования элементов с еще более высокими атомными номерами, а также малая вероятность устойчивого существования трансуранов вообще.

Таким образом, если число элементов между барием (56) и танталом (73) вполне определилось, то неясным оставалось их расположение в системе. Решение этого вопроса дала теория Бора.

Ход его рассуждений при выяснении атомных структур элементов был приблизительно следующий. Если переходить от легких атомов к более тяжелым, то такой переход представляется происходящим путем последовательного введения протонов в ядро и соответствующего числа электронов во внешнюю область атома. При этом возникал вопрос, будут ли вновь добавляемые электроны образовывать новый слой или включаться в один из уже имеющихся. Решить его можно было, руководствуясь общими соображениями о сравнительной устойчивости различных возможных структур, с одной стороны и аналогиями спектров - с другой. Это было сделано Бором.

Периодическая система элементов послужила Бору важнейшим "источником информации" при разработке теории строения атомов. А создание такой теории означало переход менделеевского учения о периодичности на новый уровень - атомный, или электронный. Стали ясными физические причины проявления химическими

элементами и их соединениями самых разнообразных свойств, оставшихся непонятными для химии XIX в.

Синтез большого числа трансурановых элементов и исследование их свойств, стали важнейшим вкладом в развитие современного учения о периодичности. Развитие теоретических представлений ядерной физики позволило высказать гипотезу, что в области больших значений Z возможно существование так называемых островков относительной стабильности. Согласно этой гипотезе, элементы с соответствующими порядковыми номерами должны обладать резко повышенной устойчивостью по отношению к спонтанному делению, т.е. иметь высокие значения периодов полураспада.

В послевоенное время широко развернулись исследования лантаноидов, установлены новые особенности строения их атомов и обнаружено существование неизвестных ранее аномальных степеней окисления у редкоземельных элементов. Примечательным событием оказалось получение химических соединений благородных газов (ксенона, криптона и радона) и многое другое.

Список использованных литератур:

1. A.Grenberg From alchemy to chemistry in picture and story WILEY. 2007
2. С.Cobb, Н.Goldwite Creations of Fire Chemistry's Lively History from Alchemy to the Atomic Age // Originally published by Plenum US in 1995, 455 б
3. Умаров Б.Б., Ниязхонов Т.Н. История химии. - Ташкент, Навруз, 2015. 576 ст.
4. Левченков С.И. Краткий очерк истории химии. Изд. РГУ. 2006.
5. Штрубе В. Пути развития химии. Т. 1,2 - Москва: Мир. 1984.
6. Азимов А. Краткая история химии. - Москва: Мнр.1982.
7. М. Джуа. История химии. - Москва: Мир. 1975.
8. Фигуровский М.Н. Очерк общей истории химии. - Москва: Наука. 1978.

Интернет сайты

9. www.nuuz.uz.
10. www.natlib.uz
11. www.ziyonet.uz
12. www.chemexpress.fatal.ru.

Лекция 7. Развитие органической химии в XIX–XX веках

План лекции:

1. Органическая химия и химические теории.
2. Учение о составе.
3. Теория радикалов, типов, унитарная теория.
4. Валентность, как степень сродства.

Параллельно с попытками разработки рациональной системы атомных весов, химики стремились разработать учение, которое позволило бы связать воедино многочисленные факты, накопленные химией.

Открытие вольтова столба дало толчок не только применению электрического тока в различных реакциях, но также и разработке теорий, объясняющих конституцию тел. Так электрохимическая теория Дэви и аналогичная теория Берцелиуса появились в результате

изучения в первые два десятилетия XIX в. процессов разложения соединений под действием электрического тока. В связи с электрохимической концепцией Берцелиус создал дуалистическую теорию, основным достоинством которой было установление конституционных формул, отличающихся от валовых формул. Неполноценность этой и других теорий была обнаружена прежде всего в результате неожиданно быстрого развития органической химии. В процессе создания теории "типов", в чем особенная роль принадлежит Дюма, Жерару и Лорану, возникло понятие "радикалов", сохранившее большое значение даже для современной химии. Над развитием теории радикалов усиленно работали Вёллер, Либих, Франкланд.

Сложной исторической проблемой является выяснение влияния всех этих теорий, назревших в первой половине XIX в., на возникновение учения о способности элементов к насыщению, которое привело к введению в химию понятия о валентности, с чем связаны имена Франкланда, Купера, Одлинга, Кекуле, Вюрца, Бутлерова, Эрленмейера, Бломстранда и многих других³².

Анализ уровня развития химии по работам крупных экспериментаторов и ученых-комментаторов XVIII в. показывает, что органическая химия находилась тогда еще в зачаточном состоянии. Правда, уже в XVII в. Лемери в "Курсе химии" различал минеральные, растительные и животные вещества, а к концу XVIII в. Лавуазье признал в качестве основных частей органических соединений углерод, водород и кислород наряду с азотом, серой и фосфором и высказал мнение, согласно которому органические кислоты представляют собой окислы сложных радикалов. Верно также, что Бергман в тот же период провел различие между неорганическими и органическими веществами, но этого было недостаточно, чтобы преодолеть эмпирическую и описательную фазу развития химии. Как уже упоминалось, органическая химия к началу XIX в. находилась в зачаточном состоянии. И таковой она оставалась в последующие два десятилетия. В статье 1818 г. "О химических пропорциях" Берцелиус выступил против попыток применить закон объемов Гей-Люссака к некоторым органическим соединениям, т.е. против попыток представить спирт состоящим из одного объема этилена и воды, эфир - из двух объемов этилена и одного объема воды, сахар - из одного объема углерода и одного объема воды. Исследования циана Гей-Люссаком и Либихом (1824), синтез мочевины Вёллером (1828), хотя и имели фундаментальное значение, но были недостаточны, чтобы существенно изменить мнение большинства химиков и в первую очередь Берцелиуса, тем более, что между неорганическим и органическим царствами с введением понятия мифической "жизненной силы" был поставлен барьер. Сам Берцелиус пришел в 1833 г. к отрицанию возможности получать органические тела синтетически, полагая, что только "жизненная сила" способна осуществить такой синтез.

Позже несостоятельность и бесполезность этого понятия, которое было лишь путями, наложенными на химическое исследование, стала очевидной. Именно по этой причине оно было отброшено теми химиками, которые не исключали возможности приготовления самых сложных веществ, принимающих участие в жизненных процессах.

Попытки поставить органическую химию на рациональное основание привели вскоре к созданию понятия "радикал", которое было введено в химию Гитоном де Морво и Лавуазье. Многократно упоминавшиеся исследования циана Гей-Люссаком показали со всей очевидностью, что циан реагирует как элемент, хотя должен считаться сложным радикалом. Теория *этерина*, возникшая в результате работы Дюма и Буллея (1828) над производными спирта и эфира, а также исследования Либихом и Вёллером радикала бензойной кислоты (1832) привели к созданию *теории радикалов*, которую принял даже сам Берцелиус. Но уже в 1816 г. Ампер предположил, что радикал NH₄ по своей функции аналогичен металлам. Это было подтверждено приготовлением

³² A.Grenberg From alchemy to chemistry in picture and story WILEY. 2007

амальгамы аммония (Берцелиус, Дэви). В 1833 г. Роберт Джон Кейн (1810-1890) показал существование аналогии между аммонием и радикалом спирта и эфира.

Благодаря этим и другим исследованиям у химиков к 1840 г. созрела мысль, что радикалы в соединениях сохраняются без изменения, так что Дюма и Либих определили органическую химию как *химию сложных радикалов*. Получение радикалов в свободном состоянии в сравнительно недавнее время обновило органическую химию. Теория замещения, предложенная Дюма в 1834 г., также значительно способствовала разработке теории радикалов. В 1836 г. Лоран, развивая аналогичную теорию, принял существование ядер, подобно радикалам, не претерпевающим изменения при переходе от одного соединения к другому. Лоран различал основные ядра (образованные углеродом и водородом в соответствии с простыми отношениями атомов) и производные ядра, возникающие из первых при замещении водорода на другие элементы. Теория *типов*, высказанная Дюма в 1839 г., имела то значение, что она заменила дуалистическую систему Берцелиуса унитарной концепцией. В том же году Жераром была разработана теория *остатков*, в которой возродилось понятие радикала, обещавшее быть весьма плодотворным при установлении природы органических соединений. Затем гениальный французский химик переходит к вопросу об эквивалентах (1842) и обобщенной теории типов (1853), которая представляет одну из самых оригинальных попыток создания рациональной систематики органических соединений. Но в этом отношении не следует забывать о совместных работах Лорана и Жерара, начатых в 1844 г. и направленных на достижение той же цели. Их сотрудничество было важным событием в истории химии.³³

Здесь следует более подробно сообщить о жизни и деятельности упомянутых выше химиков, которые в борьбе за утверждение своих взглядов иногда выступали друг против друга.

Жан Батист Дюма (1800-1884) был сначала фармацевтом в Женеве, но одновременно занимался в университете, где благодаря своим способностям и содействию ряда ученых, познакомился с химическими экспериментальными методами. В 1832 г. Дюма стал преемником Гей-Люссака в качестве профессора химии в Сорбонне. Будучи другом Луи Наполеона, Дюма стал министром после избрания его президентом республики (1848), а после государственного переворота (1851) был одним из советников Наполеона III. После 1870 г. он утратил политическое влияние и посвятил себя академической деятельности. В период своей политической деятельности Дюма усовершенствовал систему снабжения Парижа питьевой водой и давал технические советы по борьбе с окаменением шелковичного червя.

Огюст Лоран (1808-1853). После обучения химии у Дюма был профессором в Бордо и химиком монетного двора в Париже вплоть до преждевременной смерти. Его жизнь, как исследователя проходила в сотрудничестве с Жераром. Оба молодых ученых, придерживающиеся демократических идей, резко выступали против Дюма. В Париже в своем распоряжении Лоран имел скромную лабораторию, где, несмотря на слабое здоровье, выполнил важные исследования, почти целиком относящиеся к органической химии. Лоран открыл фталевую кислоту и фталевый ангидрид (1836), адипиновую кислоту (1837), изучил состав каменноугольной смолы, нафталин, антрацен и их различные производные, заложил основы теории замещения в органических соединениях и теории ядер (1836), имевшей значение для разработки теории типов.

Шарль Жерар (1816-1856) родился в Страсбурге. Сначала обучался торговому делу в Париже, затем занялся химией. В своих работах рассматривал вопросы о плотности паров, понятия о ядрах и о парных веществах. (Стремление к сохранению дуализма породило новое понятие: предложено было, что известные вещества, одаренные

³³ C.Cobb, H.Goldwhite Creations of Fire Chemistry's Lively History from Alchemy to the Atomic Age // Originally published by Plenum US in 1995, 455 o.

характеристическими химическими свойствами, преимущественно вещества неорганические, могут соединяться с различными органическими телами, не имеющими резкого химического характера, и что при этом первые сохраняют свои главные свойства. Органические вещества, то действительно существующие, то гипотетические, предполагавшиеся соединенными с аммиаком или кислотой и т.п., получили название парных веществ, а соединения, рассматриваемые как состоящие из таких двух составных частей, названы были парными соединениями).

Размышляя над строением органических соединений, Берцелиус утверждал, что силы, удерживающие атомы в неорганической молекуле или в органическом радикале (группа из двух или более атомов, способная переходить из одной молекулы в другую, была названа радикалом: от латинского - корень, поскольку в то время считалось, что радикалы являются своеобразными "корнями" из которых "вырастает" молекула), имеют электрическую природу (что в конечном итоге оказалось справедливым). Чтобы такие силы возникали, каждая молекула должна содержать положительно и отрицательно заряженные части. Берцелиус утверждал, что радикалы состоят только из водорода и углерода, причем углерод заряжен отрицательно, а водород - положительно.³⁴

Теория радикалов была первой теорией в органической химии. Сильное влияние на признание теории радикалов оказали осуществленные позднее (1832) Либихом и Велером исследования "горько-миндального масла" - вещества, которое теперь называют бензойным альдегидом (C_7H_6OH). При изучении реакций этого вещества был получен ряд соединений, неизменно содержащих в своей молекуле группу атомов C_7H_5O , названную ими радикалом "бензоилом":

$C_7H_5O - H$ - водородистый бензоил (бензойный альдегид)

$C_7H_5O - Cl$ - хлористый бензоил

$C_7H_5O - OH$ - гидрат окиси бензоила (бензойная кислота)

$C_7H_5O - ONa$ - бензойнонатриевая соль и т.д.

Результаты исследований были восприняты как доказательство того, что органические вещества состоят из радикалов, так же как неорганические вещества - из атомов.

На определенном этапе развития органической химии теория радикалов сыграла значительную роль, поскольку в основе теории радикалов лежало очень важное обобщение: при химических реакциях группы атомов (т.е. радикалы) в неизменном виде входят в образующиеся при этих реакциях молекулы.

Однако теория радикалов имела ряд принципиальных недостатков. Решающим ударом по теории радикалов явилось открытие Огюстом Лораном (1807-1853) химических реакций при которых легко изменялись некоторые из наиболее обычных радикалов. В частности было открыто, что атомы хлора могут замещать атомы водорода в молекулах органического вещества - реакция металепсии. При подобных реакциях не только изменялся сам радикал, но, кроме того, замена электроположительного водорода на электроотрицательный хлор мало влияла на химические свойства соединения.

Таким образом, теория радикалов обращала внимание на ту часть молекулы органического вещества, которая при обычных химических превращениях оставалась неизменной. Сменившая теорию радикалов *теория типов*, наоборот обратила внимание на наиболее изменчивые части молекулы и причины этой изменчивости. Теория типов подчеркивала, что в реакциях органических веществ обнаруживается сходство с реакциями простейших неорганических соединений.

Огюст Лоран (1808-1853) отказался от всякого подчеркивания электрических сил. Он полагал, что органическая молекула содержит ядро (которое может представлять собой и одиночный атом), к которому присоединяются различные радикалы. Органические молекулы можно сгруппировать в семейства или типы (отсюда теория типов).

³⁴ Штрубе В. Пути развития химии. Т. 1,2 - Москва: Мир. 1984

Молекулы соединений одного типа должны иметь сходные ядра. К этим ядрам могут присоединяться любые из радикалов, образующих подобный ряд. Отдельные типы можно распространить и на неорганические соединения.

В соответствии с представлениями этой теории в молекуле воды (H_2O) к центральному атому кислорода - ядру присоединены два атома водорода. Замещая один из атомов водорода на радикалы какого-либо ряда, можно получить группу соединений, в число которых входят и вода, и различные органические соединения.

При замещении атома водорода на метильную, этильную или пропиловую группу, образуются соответственно метиловый, этиловый, пропиловый спирты. В результате можно получить много различных спиртов, которые не только имеют много общего между собой, но и проявляют сходство с водой - низшие спирты смешиваются с водой, щелочные металлы реагируют со спиртами так же, как с водой, но более медленно.

Примерно в 1850 г. английский химик Уильямсон показал, что органические соединения, относящиеся к классу простых эфиров, можно также построить по "типу воды", заместив на органические радикалы оба атома водорода. Несколько раньше, в 1848 г., французский химик Шарль Вюрц, изучавший амины, показал, что у соединений этого типа ядром служит атом азота. В аммиаке атом азота связан с тремя атомами водорода, тогда как в аминах один или несколько атомов водорода замещены на органические остатки.

Согласно теории типов различные радикалы, образующие молекулу, не обладают двумя противоположными зарядами. В связи с этим система Жерара получила название "унитарной системы" в противоположность представлениям Берцелиуса, нашедшим отражение в теории радикалов.

Теория типов завоевывала все большую популярность, поскольку позволяла систематизировать органические соединения. И тем не менее теория типов в первоначальном виде оставалась несовершенной, поскольку вопрос о молекулярной структуре обходился стороной.

Некоторые химики считали теорию типов весьма упрощенной. Вызывало удивление, что согласно теории типов, кислород оказывался неизменно связанным с двумя другими атомами или радикалами. Так, в молекуле воды кислород неизменно оказывался связанным с двумя атомами водорода, в молекуле спирта - с одним атомом водорода и одним органическим радикалом, в молекуле эфира - с двумя органическими радикалами. А азот всегда соединялся с тремя атомами и радикалами.

Английский химик Эдуард Франкланд (1825-1899) первым заинтересовался металлоорганическими соединениями, в которых органические группировки присоединены непосредственно к атомам металла. В соединениях такого типа, каждый атом металла присоединяет определенное число органических групп, причем оно различно для разных металлов. Например, атомы цинка соединяются с двумя органическими группами. В 1852 г. он выдвинул теорию, которая позднее стала известна как теория валентности (от латинского - сила), согласно которой каждый атом обладает способностью к насыщению.

Если для отдельных элементов сопоставить величины их атомных и эквивалентных весов, то окажется, что в одних случаях атомный вес равен эквивалентному, в других - содержит в себе два эквивалентных веса, в третьих - три. Число, показывающее, сколько эквивалентных весов заключается в атомном, т.е. частное от деления атомного веса на эквивалентный, называется *валентностью* рассматриваемого элемента. Так у водорода атомный вес равен эквивалентному, следовательно водород - одновалентный элемент, атомный вес кислорода равен 16, а эквивалентный - 8, следовательно кислород - двухвалентный и т.д. Элемент, имеющий два и более различных эквивалентных веса будет характеризоваться переменной валентностью.

Физический смысл понятия "валентность" заключается в том, что если какой-нибудь элемент, например кислород, заключает в своем атомном весе два эквивалентных, то

это значит, что один атомный вес его в соединении связан с двумя атомными весами какого-либо одновалентного элемента. Например, атом кислорода способен соединяться с двумя атомами какого-либо одновалентного элемента (например, водорода). Понятие валентности легло в основу теории строения химических соединений.

Список использованных литератур:

1. A.Grenberg From alchemy to chemistry in picture and story WILEY. 2007
2. С.Cobb, Н.Goldwite Creations of Fire Chemistry's Lively History from Alchemy to the Atomic Age // Originally published by Plenum US in 1995, 455 б
3. Умаров Б.Б., Ниязхонов Т.Н. История химии. - Ташкент, Навруз, 2015. 576 ст.
4. Левченков С.И. Краткий очерк истории химии. Изд. РГУ. 2006.
5. Штрубе В. Пути развития химии. Т. 1,2 - Москва: Мир. 1984.
6. Азимов А. Краткая история химии. - Москва: Мнр.1982.
7. М. Джуа. История химии. - Москва: Мир. 1975.
8. Фигуровский М Н. Очерк общей истории химии. - Москва: Наука. 1978.

Интернет сайты

9. www.nuuz.uz.
10. www.natlib.uz
11. www.ziyonet.uz
12. www.chemexpress.fatal.ru.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО СЕМИНАРСКИМ ЗАНЯТИЯМ

Семинарские занятия проводятся в целях расширения и углубления знаний, полученных при чтении лекций, для придания направленности к научно-исследовательским работам, для повышения способностей студентов.

Рекомендуемые темы к семинарским занятиям:

1. Цивилизация человечества. Понятия об атоме и элементе при ранней химии. История возникновения термина химия.
2. Алхимия. Греческо-египетская алхимия. Арабская алхимия. Выдающиеся арабские алхимики и их работы. Западная алхимия. Выдающиеся западные алхимики и их работы.
3. Ятрохимия. Пневмохимия и её знаменитые личности. Р. Бойль. Теория флогистона. Антифлогистическая деятельность А.Лавуазье.
4. История открытия основных законов химии.
5. Формирование атомно-молекулярного учения.
6. Атомная реформа С.Канницаро. Химический эквивалент. Электролиз. Работы М.Фарадея.
7. Органическая химия и создание структурной теории. Работы Бутлерова, Купера, Кекуле. Теория валентности и его эволюция.
8. Открытие элементов и периодическая система. Радиоактивность.
9. Формирование квантовой механики и квантовой теории.
10. История развития физической химии.
11. Связь между современной химии и физики.
12. Лауреаты Нобелевской премии в области химии и их достижения.

№	Темы семинарских занятий	Часы
1	Химические знания в предалхимический период. Начатки атомистики	2
2	Греко-египетская, арабская, европейская алхимия и выдающиеся алхимики.	2
3	Ятрохимия. Пневмохимия. Теория флогистона и антифлогистическая деятельность Лавуазье.	2
4	История открытия основных законов химии. Формирование атомно-молекулярного учения и атомная реформа С.Канницаро	2
5	Создание теорий структурной химии. Работы Бутлерова, Купера и Кекуле. Теория валентности	2
6	Открытие элементов и периодическая система. Радиоактивность	2
7	Формирование квантовой механики и квантовой теории. История развития физической химии	2
8	Связь между современной химии и физики. Лауреаты Нобелевской премии в области химии.	2
Всего:		16

Тема №1. Химические знания в предалхимический период. Начатки атомистики
План:

1. Предалхимический период
2. Античная натурфилософия
3. Милетская школа натурфилософии и её последователи

4. Античный атомизм

5. Общие черты античной натурфилософии

Проблема получения материалов (веществ) с заданными свойствами в практическом плане возникает, видимо, одновременно с человеком, который на протяжении достаточно длительного с точки зрения эволюции времени не столько приспосабливается к окружающей среде, сколько приспособливает окружающую среду к себе. Важнейшую роль в преобразовании человеком природы играют разного рода химические операции с веществом. Однако начало зарождения ремесленной химии следует в первую очередь связывать, видимо, с появлением и развитием *металлургии*. В истории Древнего мира традиционно выделяются Медный, Бронзовый и Железный века, в которых основным материалом для изготовления орудий труда и оружия являлись соответственно медь, бронза и железо.

Медь впервые получена выплавкой из руд, видимо, примерно за 9000 лет до н. э. Достоверно известно, что в конце VII тысячелетия до н. э. существовала металлургия меди и свинца. В IV тысячелетии до н. э. уже имеет место широкое распространение изделий из меди.

Приблизительно 3000 годом до н. э. датируются первые изделия из *оловянной бронзы*, сплава меди и олова, значительно более твёрдого, чем медь. Несколько раньше (примерно с V тысячелетия до н. э.) широко распространились изделия из *мышьяковистой бронзы* – сплава меди с мышьяком. Бронзовый век в истории длился около двух тысяч лет; именно в бронзовом веке зародились крупнейшие цивилизации древности.

Первые изделия из *железа* метеоритного происхождения были изготовлены примерно за 2000 лет до н. э. Начиная с середины II тысячелетия до н. э., изделия из железа получили широкое распространение в Малой Азии, несколько позднее – в Греции и Египте. Появление металлургии железа представляло собой существенный шаг вперёд, поскольку технологически получение железа значительно сложнее выплавки меди или бронзы. Для получения железа необходимо применение *дутья* – продувания воздуха через горящий древесный уголь, а также использование добавок – флюсов, облегчающих отделение примесей в виде шлаков. Переход к металлургии железа предполагает также существенное усложнение технологии обработки металла после плавки – ковка, науглероживание поверхностного слоя, закалка и т. п.

В III тысячелетии до н. э. были известны также и способы получения из руд золота и серебра. В середине II тысячелетия до н. э. впервые получена ртуть. Таким образом, в Древнем мире были известны в чистом виде семь металлов: медь, свинец, олово, железо, золото, серебро и ртуть, а в виде сплавов – ещё и мышьяк, цинк и висмут. Достижения металлургов древности стали основой металлургической техники всего средневековья. Сколько-нибудь существенные усовершенствования в старинные методы выплавки металлов, особенно в технику получения железа, были внесены лишь в Новое время.

Помимо металлургии, накопление практических знаний происходило и в других областях химической технологии. Уже в III-м тысячелетии до н. э., помимо известной с древнейших времён терракоты (обожжённой глины), получили широкое распространение изделия из майолики, покрытой слоем обливной глазури, окрашенной оксидами свинца, железа, меди, кобальта. Примерно к тому же времени относятся и первые изделия из стекла, обнаруженные в Месопотамии, Египте и Палестине. Настоящее производство стекла, которое окрашивалось в разные цвета, появилось в Древнем Египте в середине II тысячелетия до н.э. Египетские рецепты, датируемые II-м тысячелетием до н.э., свидетельствуют также и о весьма высоком уровне развития парфюмерного искусства, косметики, технологий крашения тканей и дубления кож, фармации и т.п.

Следует отметить, что в доантичные и ранние античные времена именно Египет являлся общепризнанным лидером в области химической технологии (исключая, пожалуй, металлургию). Весьма важной особенностью ремесленной химии в Древнем Египте являлось то, что все ремёсла находились под эгидой храмов, в которых жрецы тщательно записывали

и сохраняли используемые технологии и рецептуры. Наивысшего расцвета химические (как, впрочем, и все прочие) технологии Древнего мира достигли в эллинистическом Египте и императорском Риме. Своеобразной энциклопедией естественнонаучных знаний античности стала 37-томная «Естественная история» Плиния Старшего, содержащая сведения по медицине, минералогии, металлургии, астрономии, физической географии, метеорологии, зоологии, ботанике и прочим разделам естествознания. Накопление запаса практических сведений и навыков, получение большого числа новых веществ с разнообразными свойствами уже в античные времена не только позволяло, но и требовало сделать некоторые обобщения. Именно в античной философии была впервые поставлена *проблема происхождения свойств вещества*.

Античная натурфилософия

Первые философские представления о природе вещества и происхождении его свойств зародились практически одновременно в разных цивилизациях около VII века до н. э. В Китае это Конфуций и Лао Цзы, в Индии – Будда, в Персии – Зороастр (Заратустра), в Греции – философы т.н. Милетской школы.

Все эти натурфилософские учения имеют общие черты:

1. *Космологический подход*. Учение о природе вещества и его свойств является частью учения о мироздании в целом, причем свойства вещества с необходимостью следуют из свойств Вселенной.
2. *Дуализм*. Важнейшим элементом любого натурфилософского учения является существование пар противоположных мировых начал (Ян – Инь, светлое – тёмное, активное – пассивное, любовь – ненависть и т.п.).

Отличительная особенность греческой натурфилософии – её в значительной степени светский (нерелигиозный) характер. В греческой натурфилософии можно выделить два течения, выделившиеся по способу ответа на вопрос о делимости материи: континуализм и атомизм.

Континуализм исходит из предположения, что материя непрерывна и делима до бесконечности; любая сколь угодно малая часть материи тождественна тому телу, делением которого она получена.

Атомизм утверждает, что материя дискретна и состоит из множества неделимых частичек – атомов, – движущихся в пустоте.

Милетская школа натурфилософии и её последователи

Фалес Милетский (ок. 625–547 до н. э.) явился основателем греческой натурфилософии. По мнению Фалеса, поскольку все вещества способны к взаимопревращениям, все они являются проявлениями одного основного вещества – *архесомы* (элемента). У Фалеса основным веществом является *вода*. Причина выбора воды – в её всеобщести, поскольку Земля представлялась Фалесу в виде диска, плывущего по бесконечному Океану и накрытого полусферой Неба. При этом сама Земля образована «сгущением» воды.

Учение Фалеса о существовании некоего первоначала всех веществ было воспринято большинством более поздних философов; различие взглядов выражалось лишь в вопросе о том, что является первоначалом.

Анаксимен из Милета (ок. 585–525 до н. э.), опираясь на новые представления о том, что Земля представляет собой шар, окружённый воздухом, утверждал, будто первоосновой Вселенной и всех тел (веществ) является именно *воздух*. Сгущаясь к центру Вселенной, воздух образует воду и землю.

Ксенофан (ок. 565–473 до н. э.) считал, что первоначалом всех вещей является, напротив, именно *земля*, находящаяся в центре Вселенной. Из земли и воды произошли все остальные вещи.

Гераклит Эфесский (ок. 540–475 до н. э.) выделял первоначало всех вещей по иному принципу. Поскольку основным свойством Вселенной является постоянное изменение, первосубстанцией должно быть нечто, наделённое способностью к изменению в максимальной степени. Таковой субстанцией, по мнению Гераклита, является *огонь* – изменчивый и всё изменяющий.

Некоторые философы выражали сомнение в том, что все вещества могут иметь единственное первоначало; появились учения, в которых предполагалось существование нескольких начал (элементов).

Анаксимандр (ок. 610–546 до н. э.) высказал предположение о том, что некая *первосубстанция* – бесконечная, вечная, объемлющая все миры – предстаёт нам в виде трёх известных основных субстанций – *воды, земли и огня*. Эти субстанции (стихии) находятся в вечной борьбе, однако некий естественный закон (необходимость) не позволяет одной стихии возобладавать над другими. Все вещества (тела) окружающего мира образуются в результате сочетания воды, земли и огня.

Эмпедокл из Агригента (ок. 490–430 до н. э.) довёл число элементов-стихий до четырёх. По Эмпедоклу, вещество образовано смешением *земли, воды, воздуха и огня*. Элементы Эмпедокла материальны и наделены свойствами *филии* (любви) и *фобии* (вражды). Эти две противоположности, присущие всем телам, и приводят материю в движение.

Идею существования четырёх начал всех вещей (элементов) – земли, воды, огня и воздуха – поддерживали и такие великие философы античности, как Пифагор (ок. 500 до н. э.) и Платон (428–348 до н. э.).

Физическое учение Платона изложено в диалоге «Тимей». Заимствовав у своих предшественников представление о четырех видах материи (земле, воде, воздухе и огне), он считал их способными ко взаимопревращениям. Эти виды материи, по мнению Платона, являются проявлением единой первичной материи. Частицы разных видов материи представляют собой правильные геометрические тела. Платон объяснял свойство видов материи – твёрдость, плавкость, воздухообразность, огнеобразность – геометрией многогранников. Греческими геометрами было доказано, что существует лишь пять правильных многогранников: тетраэдр, октаэдр, куб, икосаэдр и додекаэдр. Поскольку из существующих видов материи самым устойчивым и наименее подвижным является Земля, то ей соответствует четырехугольная плоскость куба (в) как наиболее обеспечивающая эту устойчивость. Свойство других видов материи обеспечиваются соответствующими многогранниками: огню соответствует тетраэдр, воде – октаэдр, воздуху – икосаэдр. Поскольку не было элемента, соответствующего додекаэдру, Платон высказал идею, что существует еще пятый элемент, который бог использовал, чтобы создать небесные тела.

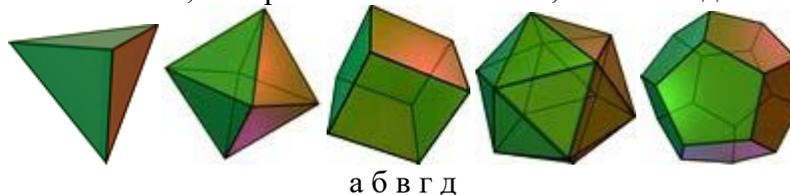


Рисунок 1. Правильные многогранники (платоновы тела): а) – тетраэдр, б) – октаэдр, в) – куб, г) – икосаэдр, д) – додекаэдр

Платоновы тела в некотором отношении можно сравнить с атомами, однако Платон категорически отрицал их неделимость. Элементы, по мнению Платона, представлены числами, которые находятся в постоянной пропорции, т.е. огонь относится воздуху, как воздух к воде и как вода к земле.

Данная картина переключалась с идеями Пифагора, развившего идею объяснения явлений реальности на основе математической закономерности. Однако у Пифагора опытное познание в области физических явлений подменялось мистикой чисел; идеалом познания для его последователей было пассивное созерцание, а не активный эксперимент. Вместе с тем

для развития физических концепций была чрезвычайно важна установленная пифагорейцами возможность операций с физическими величинами путём сведения их к мере и числу.

До логического совершенства систему четырёх стихий довёл один из величайших мыслителей античности – Аристотель из Стагиры (384–322 до н. э.). По мнению Аристотеля, четыре известные стихии не материальны, а являются лишь различными проявлениями (состояниями) *первоматерии*. Первоматерия предстаёт человеку, проявляя одновременно два из двух пар противоположных свойств – *холода* или *тепла* и *влажности* или *сухости*:

Тепло + сухость = огонь *Тепло + влажность = воздух*

Холод + сухость = земля *Холод + влажность = вода*

Существование двух пар противоположных элементов, являющихся носителями двух противоположных пар качеств, Аристотель представлял графически в виде т.н. квадрата противоположностей.

В результате соединения элементов в различных сочетаниях возможно образование сложных тел с различными свойствами. Образование нового тела (с иным сочетанием элементов) возможно, по Аристотелю, в результате *миксиса* – истинного смешивания (в отличие от механического). Важным моментом в учении Аристотеля является способность элементов к взаимопревращению. Это возможно, поскольку каждый элемент представляет собой лишь одно из состояний единой первоматерии (определённое сочетание качеств). Положение о возможности превращения одного элемента в другой стало позднее основой алхимической идеи о возможности взаимных превращений металлов (трансмутации).

Ещё одним моментом в учении Аристотеля является сделанное им предположение о существовании *пятого элемента* (по латыни *quinta essentia*; эфир или начало движения), из которого состоят небесные тела. Поскольку небесам присущи вечность и совершенство, они не могут быть образованы теми же элементами, что и земные тела (тела «*подлунного мира*»).

По мнению Аристотеля, Вселенная и Разум подчинены одним и тем же законам. Поэтому учение Аристотеля построено в точном соответствии с законами формальной логики, созданием которой человечество также обязано ему (именно в формальной логике Аристотеля впервые использован упомянутый выше квадрат противоположностей). Система Аристотеля имеет чрезвычайно важное с точки зрения натурфилософии достоинство – она *внутренне непротиворечива*, т.е. ни одно из следствий не находится в противоречии с исходными посылками. Поскольку в спорах античных философских школ именно логика является главным инструментом (эмпирические данные использовались натурфилософами лишь в качестве иллюстрации), учение Аристотеля со временем заслужило широкое признание. Особенно популярным оно стало у арабов и в средневековой Европе. Несомненной заслугой Аристотеля было создание рациональной, всеобъемлющей, целостной, упорядоченной на основе его логики системы знаний, оказавшей огромное влияние на развитие позднейшей философской мысли.

В целом космология последователей Аристотеля, который, в отличие от Анаксимандра, считал Вселенную конечной, может быть представлена следующим образом. Вокруг центра Вселенной (центра Земли) расположены последовательно сферы четырёх элементов в порядке уменьшения их тяжести – земли, воды, воздуха и огня. Далее следуют планеты, обращающиеся вокруг Земли, в следующем порядке: Луна, Меркурий, Венера, Солнце, Марс, Юпитер и Сатурн. За орбитами планет расположена *сфера неподвижных звёзд*. Движение планет по небосводу чрезвычайно точно описывалось разработанной около 150 г. н. э. геоцентрической системой Клавдия Птолемея (ок. 90–160), у которого в силу совершенства небес орбиты обращения планет вокруг Земли являлись правильными окружностями (вследствие чего пришлось вводить систему *эпициклов*). Нетрудно, кстати, заметить здесь несомненные аналогии с современным взглядом на строение Земли: *литосфера, гидросфера, атмосфера и магнитосфера* – не что иное, как *сфера земли, сфера воды, сфера воздуха и сфера огня* в системах Эмпедокла, Платона, Пифагора и Аристотеля. Четыре стихии античных натурфилософов можно считать также прообразом четырёх агрегатных состояний вещества – твёрдого, жидкого, газообразного и плазменного.

Следует отметить, что в античные времена Платон считался более значительным философом, чем Аристотель. Однако в средневековой философии авторитет Аристотеля был совершенно непререкаемым, и в развитии химии натурфилософия Аристотеля – по выражению Бертрانا Рассела, «система Платона, разбавленная здравым смыслом» – сыграла важнейшую роль. Значительную, хотя и не главную роль в поддержании многовекового господства учения Аристотеля сыграл и тот факт, что именно оно было выбрано в качестве натурфилософии христианской церковью.

Античный атомизм

Способность материи к бесконечному делению отвергалась представителями *атомистической* традиции в греческой натурфилософии. Основоположителем атомизма можно считать ионийского философа Левкиппа (ок. 500–440 до н. э.), утверждавшего, что существует предел деления – настолько малая частица, что её дальнейшее деление невозможно. Демокрит из Абдеры (ок. 460–370 до н. э.) назвал эти неделимые, вечные, абсолютно прочные частицы *атомос* – неделимые. *«Нет ничего, кроме атомов, вечно движущихся в бесконечной пустоте»* – этот тезис Демокрита лёг в основу античного атомизма. Все изложенные выше концепции категорически отрицали возможность существования пустоты. Наличие пустоты (вакуума) было необходимо для существования движения, ибо в заполненном мире вещам двигаться некуда – данный принцип утверждался Парменидом и обосновывался Зеноном Элейским (V в. до н. э.). Кроме пустоты, для атомистической концепции характерно также признание принципов сохранения материи (ничто не может возникнуть из ничего) и сохранения форм материи (природа всё разлагает на тела и в ничто ничего не переводит, т.е. в природе повторяются постоянно одни и те же формы материи). Левкипп и Демокрит исходили из принципа детерминизма: ничто не возникает из ничего, а всё – из определенной причины и необходимости. Они не дали, однако, никакого объяснения происхождения и причины первого толчка, вызывающего первоначальное движение атомов.

Основными характеристиками атомов, по мнению Демокрита, являются размер, форма и весомость; при этом число форм атомов бесконечно. Соединяясь между собой в различных сочетаниях, атомы материи образуют новые вещества с различными свойствами. Сами атомы в соединениях сохраняют свою индивидуальность.

Одной из принципиальных слабостей философского атомизма, проявившейся уже у Демокрита, является вопрос о способе соединения атомов. Демокрит предполагал, что способность атомов к соединению обусловлена особенностями их формы и размера – наличием у атомов выступов, углублений, зубцов, крючков и пр. Однако эти положения Демокрита критиковали даже его последователи – Эпикур (341–270 до н. э.) утверждал, что *«не может быть ни крючкообразных, ни трезубцеобразных... атомов; все эти формы весьма хрупки... Крючки и углы... смогут быть оторваны...»*. Впрочем, Эпикур также не сумел предложить ничего лучше маленьких отростков, посредством которых атомы переплетаются. Важным изменением, внесённым в античный атомизм Эпикуром, стало утверждение об ограниченности числа форм атомов – это число, по его мнению, неопределённо велико, но конечно.

В античном мире число сторонников атомистической концепции было невелико, поскольку в философских спорах (а именно логические доказательства в дискуссии считались критерием истины) позиция атомистов была проигрышной, не в последнюю очередь благодаря вопросу о соединении атомов. Следует отметить, что труды античных атомистов утрачены практически целиком – от Демокрита и Эпикура остались лишь отрывки и цитаты, причём чаще всего – в работах их оппонентов. Практически единственное полностью сохранившееся сочинение – это дидактическая поэма *De Rerum Natura* («О природе вещей»), излагающая воззрения Демокрита и Эпикура, которую написал римский поэт Тит Лукреций Кар (95–55 до н. э.).

Общие черты античной натурфилософии

Несмотря на принципиальные различия континуализма и атомизма в объяснении разнообразия веществ, все античные натурфилософские школы имели известную общность подхода: в любом случае многообразие свойств считалось случайным проявлением субстанции – неких абсолютных начал, хотя бы и дискретных.

В качестве основных черт натурфилософии можно отметить следующее:

1. Умозрительность. Античная натурфилософия представляет собой чистую абстракцию (порой гениальную), лишённую каких-либо эмпирических основ. Чувственные данные всегда используются лишь как иллюстрация для умозаключений.
2. Дедукция (рассуждение от общего к частному). Всякая античная натурфилософская концепция претендует на всеобщее объяснение устройства Вселенной; свойства вещества логически вытекают из свойств Вселенной.
3. Выбор первоматерии (субстанции) в качестве объекта изучения.

Список использованных литератур:

1. A.Grenberg From alchemy to chemistry in picture and story WILEY. 2007
2. C.Cobb, H.Goldwite Creations of Fire Chemistry's Lively History from Alchemy to the Atomic Age // Originally published by Plenum US in 1995, 455 б
3. Умаров Б.Б.; Ниязхонов Т.Н. История химии. - Ташкент, Навруз, 2015. 576 ст.
4. Левченков С.И. Краткий очерк истории химии. Изд. РГУ. 2006.
5. Штрубе В. Пути развития химии. Т. 1,2 - Москва: Мир. 1984.
6. Азимов А. Краткая история химии. - Москва: Мнр.1982.
7. М. Джуга. История химии. - Москва: Мир. 1975.
8. Фигуровский М.Н. Очерк общей истории химии. - Москва: Наука. 1978.

Интернет сайты

9. www.nuuz.uz.
10. www.natlib.uz
11. www.ziyonet.uz
12. www.chemexpress.fatal.ru.

Тема №2. Греко-египетская, арабская, европейская алхимия и выдающиеся алхимики

План:

1. Александрийская алхимия
2. Арабская алхимия
3. Европейская алхимия

Александрийская алхимия

Колыбелью химии принято считать Александрийскую академию. Основанная Александром Македонским в 332 г до н. э. новая столица Египта – Александрия – быстро стала крупнейшим торговым и культурным центром античного Средиземноморья. Птолемей Сотер, соратник Александра, став после смерти последнего (323 до н. э.) царём Египта, основал Александрийскую академию, которая вместе с созданным при ней крупнейшим хранилищем античных рукописей – Александрийской библиотекой (около 700 000 рукописей) – просуществовала около тысячи лет (до VII в.). С академией были связаны имена таких выдающихся мыслителей античности, как Евклид, Архимед, Птолемей.

Греки принесли в Египет свою натурфилософию, прежде всего учение Аристотеля. В самом Египте имелась высокоразвитая ремесленная химия, причём её существенное отличие от греческой заключалось в сосредоточении ремёсел вокруг храмов, прежде всего храмов египетского бога Тота (Дхути). В храмах используемые рецептуры и технологические

процессы тщательно записывались, сохранялись и оберегались от непосвящённых; в то же время они тесно связывались с астрологией и магическими обрядами. Практическими знаниями в Египте (в отличие от Греции), таким образом, обладали не только простые ремесленники – рабы и представители низших классов свободных людей, но и жрецы – достаточно образованные люди, занимающие высокое социальное положение.

Именно в Александрийской академии произошло соединение теории (античной натурфилософии) и практических знаний о веществах, их свойствах и превращениях; из этого соединения и родилась новая наука – *khemeia*. Само название химии обычно считается происходящим от древнего названия Египта – Кем или Хем – и, по-видимому, оно должно было означать нечто вроде «египетского искусства». В результате объединения практических знаний египетских жрецов и натурфилософии произошли два взаимообусловленных процесса:

1. *Эллинизация «священного тайного искусства»* египетских жрецов. Практические знания приобрели «теоретическую базу» в виде платовско-аристотелевского учения о четырёх элементах-стихиях.

2. *Мистификация натурфилософии*. В рациональную систему Аристотеля были привнесены посылки Пифагора о важнейшей роли числа и прочие мистические элементы, изначально совершенно нехарактерные для аристотелевской метафизики.

Родившаяся в Александрии алхимия (само слово «алхимия» имеет более позднее происхождение) сразу же обзавелась небесным покровителем – это бог Тот, египетский аналог греко-римского Гермеса-Меркурия, вестник богов, бог торговли, обмана и т.п. Тот-Гермес часто отождествляется с легендарным основателем алхимии Гермесом Трисмегистом (Трижды Величайшим), которому, по мнению алхимиков, люди обязаны существованием письменности, календаря, астрономии и пр. В Александрийской академии лаборатории «священного искусства» размещались в главном здании академии – храме Сераписа (храм жизни, смерти и исцеления). На протяжении всего своего существования алхимия оставалась наукой *герметической* – закрытой для непосвящённых.

К числу несомненных практических достижений греко-египетских алхимиков следует отнести открытие явления амальгамирования металлов (Диоскорид, I век н. э.). Александрийскими алхимиками был усовершенствован способ извлечения золота и серебра из руд, для чего широко применялась ртуть, получаемая из киновари или каломели. Амальгаму золота начали применять для позолоты. Алхимиками был разработан также способ очистки золота *купелированием* – нагреванием руды со свинцом и селитрой.

Помимо практического значения, уникальная способность ртути образовывать амальгаму привела к появлению представления о ртути, как об особом, «первичном» металле. Тому же способствовали и необычные свойства соединения ртути с серой – киновари, – которая в зависимости от условий получения имеет различную окраску – от красной до синей.

Первым значительным представителем александрийской алхимии, имя которого дошло до наших дней, стал Болос Демокритос из Менде, известный ещё как Псевдо-Демокрит (ок. 200 до н. э.). Написанная Болосом книга «Физика и мистика» состоит из четырёх частей, посвящённых золоту, серебру, драгоценным камням и пурпуру. У Болоса впервые сформулирована идея *трансмутации металлов* – превращения одного металла в другой, прежде всего неблагородных металлов (свинца или железа) в золото, ставшая основной задачей всего алхимического периода.

Следует отметить, что возможность трансмутации обосновывалась алхимиками на основе теории четырёх элементов-стихий. Сами элементы, сочетанием которых образованы все вещества, способны превращаться друг в друга. Поэтому превращение одного металла, составленного из этих элементов, в другой металл, составленный их тех же элементов в другом сочетании, считалось лишь вопросом метода (искусства). Практической предпосылкой возникновения идеи трансмутации могло быть известное с древности резкое изменение окраски и свойств металла при введении некоторых добавок (например, цвет

известной с IV тысячелетия до н. э. мышьяковистой меди варьируется от белого до красноватых и золотистых оттенков).

Осуществление трансмутации металлов и составило основную задачу алхимии на протяжении всего её существования. Первые описания способов изготовления сплавов, подобных благородным металлам, имеются уже в работе Болоса; в частности, там описывается приготовление латуни – жёлтого сплава меди с цинком, каковой сплав, по мнению Болоса, являлся одной из разновидностей золота.

Ещё одно дошедшее до нашего времени сочинение александрийского периода – энциклопедия, которую около 300 г. написал Зосим Панополит. В этой книге, представляющей собой производственные рецептуры, обильно сдобренные мистикой, им сведены все знания по *khemeia*, собранные за предыдущие пять или шесть веков. Зосим определял *khemeia* как искусство делания золота и серебра, причём особо указывал на запрет разглашения тайн этого искусства.

Помимо упомянутых собраний рецептур, от александрийского периода осталось также и множество герметических текстов, представляющих собой попытку философско-мистического объяснения превращений веществ, к числу которых относится и знаменитая «Изумрудная скрижаль» (*Tabula smaragdina*) Гермеса Трисмегиста.

В целом следует отметить, что об александрийском этапе алхимии известно очень мало. Причиной этого является, прежде всего, практически полное уничтожение Александрийской библиотеки. Помимо этого, римский император Диоклетиан (243–315), дабы исключить возможность получения дешёвого золота, что подорвало бы и без того шаткую экономику разваливающейся империи, запретил занятия химией и приказал уничтожить все труды по *khemeia*. Утверждение христианства в качестве государственной религии Римской империи при Константине (285–337) привело к ещё большим гонениям на алхимию, пронизанную языческой мистикой и в силу этого, безусловно, являющуюся ересью. Поскольку средоточием естествознания и античной философии являлась Александрийская академия, она неоднократно подвергалась разгрому фанатиками-христианами. В 385–415 гг. были разрушены многие здания Александрийской академии, в т. ч. и храм Сераписа. В 529 г. римский папа Григорий I запретил чтение древних книг и занятие математикой и философией; христианская Европа погрузилась во мрак раннего средневековья. Формально Александрийская академия прекратила свое существование после завоевания Египта арабами в 640 г. Однако научные и культурные традиции греческой школы на Востоке какое-то время сохранялись в Византийской империи, а затем они были восприняты арабским миром.

Арабская алхимия

В VII веке началось победоносное шествие новой мировой религии – ислама, что привело к созданию огромного Халифата, включившего в себя Малую и Среднюю Азию, Северную Африку (включая, разумеется, и Египет) и юг Пиренейского полуострова в Европе. Арабские халифы, подражая Александру Македонскому, покровительствовали наукам. На арабском Востоке – в Дамаске, Багдаде, Кордове, Каире – были созданы университеты, на несколько столетий ставшие главными научными центрами и давшие человечеству целую плеяду выдающихся учёных. Слово *khemeia* преобразовалось в арабском языке в *al-khimiya*, давшее название описываемому этапу. Влияние ислама в арабских университетах было сравнительно слабым; кроме того, изучение трудов античных авторов не противоречило трём обязательным исламским догматам – вере в Аллаха, в его пророков и загробный суд. Благодаря этому на Арабском Востоке могли свободно развиваться научные представления, в основе которых лежало научное наследие античности, в том числе и александрийская *khemeia*.

Теоретической основой арабской алхимии стало учение Аристотеля и его идея о взаимопревращаемости элементов. Однако для интерпретации опытных данных, касающихся свойств металлов, теория Аристотеля оказалась не слишком удобной, поскольку описывала,

прежде всего, физические свойства вещества. Арабский алхимик Айюб ал Рухави (769–835) давал следующее весьма громоздкое и туманное объяснение свойств металлов, основанное на аристотелевом учении: «Золото содержит больше влажности, чем серебро, поэтому оно более ковко. Золото жёлтое, а серебро белое, т.к. первое содержит больше тепла, а второе – больше холода. Медь суше, чем серебро или золото, и её цвет более красен, т.к. она теплее. Олово более влажно, чем серебро или золото, так же обстоит дело и со свинцом. Это объясняет, почему они так легко плавятся на огне. Больше всего влажности в ртути, поэтому она, подобно воде, испаряется на огне. Что касается железа, то оно землистее и суше, чем все остальные, ... и оно с трудом поддаётся действию огня и не плавится, подобно другим, если только плавящая сила не приведена в тесное соприкосновение с ним». Развитие алхимической практики потребовало создания новой теории, основанной на химических свойствах веществ.

Абу Муса Джабир ибн Хайан (721–815), в европейской литературе известный под именем Гебер, разработал ртутно-серную теорию происхождения металлов, которая составила теоретическую основу алхимии на несколько последующих столетий. Джабир ибн Хайан создал теорию, призванную более конкретно объяснять свойства металлов (в частности, такие, как блеск, ковкость, горючесть) и обосновывать возможность трансмутации. Следует особо отметить, что ртутно-серная теория представляла собой попытку теоретического обобщения экспериментальных данных в достаточно частном вопросе, не претендуя на всеобщность объяснения. Это в корне отличает её от классических натурфилософских учений. Тем не менее, основная идея теории тесно связана с натурфилософской концепцией элемента: принципы, как и аристотелевы элементы, также являются носителями неких качеств. Суть ртутно-серной теории состоит в следующем.

В основе всех металлов лежат два принципа – Ртуть (философская Ртуть) и Сера (философская Сера). Ртуть является принципом металличности, Сера – принципом горючести. Принципы новой теории, таким образом, выступают как носители определённых химических свойств металлов, установленных в результате экспериментального изучения действия высоких температур на металлы. Важно отметить, что на протяжении многих веков принималось, будто действие высоких температур (*метод огня*) есть наилучший метод для упрощения состава тела. Следует подчеркнуть, что философская Ртуть и философская Сера не тождественны ртути и сере как конкретным веществам. Обычные ртуть и сера представляют собой своего рода свидетельства существования философских Ртути и Серы как принципов, причём принципов скорее духовных, нежели материальных. Металл ртуть, по мнению Джабира ибн Хайана, представляет собой почти чистый принцип металличности (философская Ртуть), содержащий, тем не менее, некоторое количество принципа горючести (философской Серы).

Согласно учению Джабира, сухие испарения, конденсируясь в недрах Земли, дают Серу, мокрые – Ртуть. Затем под действием теплоты два принципа соединяются, образуя семь известных металлов – золото, серебро, ртуть, свинец, медь, олово и железо. Золото – совершенный металл – образуется, только если вполне чистые Сера и Ртуть взяты в наиболее благоприятных соотношениях. В земле, согласно Джабиру, образование золота и других металлов происходит постепенно и медленно; «созревание» золота можно ускорить с помощью некоего «медикамента» или «эликсира» (*al-iksir*, от греческого ξεριον, т.е. «сухой»), который приводит к изменению соотношения Ртути и Серы в металлах и к превращению последних в золото и серебро. Поскольку плотность золота больше плотности ртути, считалось, что эликсир должен быть очень плотной субстанцией. Позднее в Европе эликсир получил название «философский камень» (*Lapis Philosophorum*).

Ртуть + Сера ртутьсеребро оловосвинецмедьжелезолото *Эликсир* Ртуть Сера

Проблема трансмутации, таким образом, в рамках ртутно-серной теории сводилась к задаче выделения эликсира, обозначаемого алхимиками астрологическим символом Земли.

По мнению алхимиков, процесс превращения «несовершенных металлов» в «совершенный металл» – золото, – мог быть отождествлён с «излечением» металлов.

Поэтому эликсир, согласно представлениям последователей Гебера, должен был обладать ещё многими магическими свойствами – исцелять все болезни, и, возможно, давать бессмертие. Именно эти «побочные функции» эликсира и закрепились в современном значении этого слова в русском языке. Вообще следует отметить, что арабская алхимия всегда самым тесным образом была связана с медициной, которая в арабском мире была развита весьма высоко (в частности, в Багдаде ещё в VIII веке появилась первая государственная аптека), и практически все арабские алхимики были известны ещё и как врачи.

Среди арабских учёных выделялся знаменитый бухарский врач Абу Али ал-Хусейн ибн Абдаллах ибн ал-Хасан ибн Сина-Али, или Авиценна (980–1037), явившийся первым критиком идеи трансмутации металлов, каковую он считал невозможной, и считавший основной задачей алхимии приготовление лекарственных средств.

Абу Бакр Мухаммед ибн Закарийа Ар-Рази (864–925), в европейской литературе известный как Разес, внёс в ртутно-серную теорию некоторые изменения. Поскольку свойства таких веществ, как соли металлов, довольно сложно объяснить с использованием двух принципов, Ар-Рази добавил к ним третий принцип, *принцип растворимости (хрупкости)* – философскую Соль. Ртуть и Сера, по его мнению, образуют твёрдые вещества лишь в присутствии этого третьего принципа. В таком виде теория трёх принципов приобрела логическую завершённость и просуществовала в неизменном виде несколько веков.

Арабская алхимия, в отличие от александрийской, была вполне рациональна; мистические элементы в ней представляли собой скорее дань традиции. Важнейшей заслугой арабских алхимиков стало создание рациональной фармации, развившей традиции античной медицины.

После XII века по ряду причин (как внутренних, так и внешних) арабская алхимия начала приходить в упадок. Последним крупным арабским алхимиком стал Ал-Джилдаки (первая половина XIV в.), написавший ряд сочинений, очень полно суммирующих труды его предшественников. Центр научной мысли переместился в Европу.

Европейская алхимия

Европейские государства, прежде всего страны южной Европы, достаточно тесно контактировали с Византией и арабским миром, особенно после начала крестовых походов (1-й начался в 1096 г.). Европейцы получили возможность ознакомиться и с блестящими достижениями арабской цивилизации, и с наследием античности, сохранившимся благодаря арабам. В XII веке начались попытки перевода на латинский язык арабских трактатов и сочинений античных авторов.

Тогда же в Европе были созданы первые светские учебные заведения – университеты: в Болонье (1119), Монпелье (1189), Париже (1200). Начиная с XIII века, можно говорить о европейской алхимии как отдельном этапе алхимического периода.

Следует отметить, что между арабской и европейской алхимией имели место весьма существенные отличия. Европейская алхимия развивалась в обществе, где христианская (католическая) церковь активно вмешивалась во все светские дела; изложение идей, противоречащих христианским догматам, являлось делом весьма небезопасным. Алхимия в Европе с момента своего зарождения находилась на полуподпольном положении; в 1317 году папа Иоанн XXII в своей булле *Spondet quas non exhibent* предал алхимию анафеме, после чего всякий алхимик в любой момент мог быть объявлен еретиком со всеми вытекающими последствиями. Однако европейские властители, как светские, так и церковные, объявив алхимию вне закона, в то же время покровительствовали ей, рассчитывая на выгоды, которые сулило нахождение способа получения золота. Вследствие этого европейская алхимия, как и александрийская, изначально являлась *герметической* наукой, доступной только посвящённым. Этим объясняется характерное для европейской алхимии чрезвычайно туманное изложение достигнутых результатов. Впрочем, в течение

довольно долгого времени европейские сочинения по алхимии представляли собой лишь переводы либо компиляцию арабских трактатов.

Первым знаменитым европейским алхимиком стал монах-доминиканец Альберт фон Больштедт (1193–1280), более известный как Albertus Magnus (Альберт Великий). Труды Альберта Великого («Книга об Алхимии» и пр.) сыграли важную роль в том, что натурфилософия Аристотеля стала наиболее значимой для европейских учёных позднего средневековья и начала Нового Времени. Альберт Великий первым из европейских алхимиков детально описал свойства мышьяка, почему ему иногда приписывают открытие этого вещества. Альберт Великий высказывал также мнение о том, что металлы состоят из ртути, серы, мышьяка и нашатыря.

Современником Альберта Великого был английский монах-францисканец Роджер Бэкон (1214–1292), написавший, в частности, знаменитейший трактат «Зеркало Алхимии». Роджер Бэкон определял алхимию следующим образом: *«Алхимия есть наука, указывающая, как готовить и получать некоторое средство, эликсир, которое, брошенное на металл или несовершенное вещество, делает их совершенными в момент прикосновения»*. По мнению Бэкона и последователей, приготовление эликсира из «первичной субстанции» должно было осуществляться в три стадии – *нигрето* (чёрная стадия), *альбедо* (белая, в результате которой получается *малый эликсир*, способный превращать металлы в серебро) и *рубедо* (красная, продуктом которой и является *великий эликсир – магистерий*).

В работах Альберта Великого и Роджера Бэкона, как и в сочинениях арабских алхимиков, доля мистицизма была сравнительно невелика. В то же время для европейской алхимии в целом мистические элементы значительно более характерны, нежели для арабской. К основоположникам мистических течений часто относят испанского врача Арнальдо ди Вилланова (1240–1311) и Раймунда Луллия (1235–1313). Их труды также были посвящены трансмутации (Луллий даже утверждал, будто ему удавалось получать золото), причём особый упор делался на магических операциях, необходимых для получения желаемых результатов.

Мистические течения в европейской алхимии занимали очень значительное место. Алхимики-мистики сформулировали дополнительные задачи своей науки; общее число задач было равно, естественно, семи:

1. Приготовление *Эликсира* или *Философского Камня (Lapis Philosophorum)*;
2. Создание *гомункулуса*;
3. Приготовление *алкагеста* – *универсального растворителя*;
4. *Палигенез*, или восстановление растений из пепла;
5. Приготовление *мирового духа (spiritus mundi)* – магической субстанции, одно из свойств которой – способность растворять золото.
6. Извлечение *квинтэссенции*.
7. Приготовление *жидкого золота (aurum potabile)*, совершеннейшего средства для излечения.

Список использованных литератур:

1. A.Grenberg From alchemy to chemistry in picture and story WILEY. 2007
2. C.Cobb, H.Goldwite Creations of Fire Chemistry's Lively History from Alchemy to the Atomic Age // Originally published by Plenum US in 1995, 455 б
3. Умаров Б.Б.; Ниязхонов Т.Н. История химии. - Ташкент, Навруз, 2015. 576 ст.
4. Левченков С.И. Краткий очерк истории химии. Изд. РГУ. 2006.
5. Штрубе В. Пути развития химии. Т. 1,2 - Москва: Мир. 1984.
6. Азимов А. Краткая история химии. - Москва: Мнр.1982.
7. М. Джуга. История химии. - Москва: Мир. 1975.
8. Фигуровский М.Н. Очерк общей истории химии. - Москва: Наука. 1978.

Интернет сайты

9. www.nuuz.uz.
10. www.natlib.uz
11. www.ziyonet.uz
12. www.chemexpress.fatal.ru.

Тема №3. Ятрохимия. Пневмохимия. Теория флогистона и антифлогистическая деятельность Лавуазье

План:

1. Подпериоды ятрохимии и пневмохимии.
2. Ятрохимия и техническая химия
3. Экспериментальное естествознание XVII века
4. Роберт Бойль и возникновение научной химии
5. Теория флогистона
6. Кислородная теория горения

Достижению поставленных целей должны были послужить двенадцать основных алхимических операций, каждая из которых соотносилась с определённым зодиакальным созвездием. Именно по мистическим соображениям мышьяк и сурьму алхимики отказывались признавать самостоятельными металлами, т.к. для них не хватало планет, которых, по тогдашним представлениям, всего семь; мистическая связь алхимии и астрологии имела для алхимиков большее значение, чем факты. Мистицизм и закрытость европейской алхимии породили, естественно, значительное число мошенников от алхимии; уже Данте Алигьери в «Божественной комедии» поместил в восьмой круг Ада тех, кто «алхимией подделывал металлы».

Тем не менее, в XIV–XV веках европейская алхимия добилась значительных успехов, сумев превзойти арабов в постижении свойств вещества. В 1270 году итальянский алхимик кардинал Джованни Фиданца (1221–1274), известный как Бонавентура, в одной из попыток получения универсального растворителя получил раствор нашатыря в азотной кислоте (*aqua fortis*), который оказался способным растворять золото, царя металлов (отсюда и название – *aqua Regis*, т.е. царская водка). Имя самого значительного из средневековых европейских алхимиков, работавшего в Испании в XIV веке, осталось неизвестным – он подписывал свои сочинения именем Гебера. Псевдо-Гебер первым подробно описал сильные минеральные кислоты – серную и азотную. Использование в концентрированных минеральных кислот в алхимической практике привело существенному росту знаний алхимиков о веществе.

К середине XVI века в европейской алхимии стало очевидным быстро прогрессирующее разделение. С одной стороны, это вырождающееся мистическое направление, представители которого по-прежнему пытались осуществить трансмутацию металлов с помощью магии, с другой – набирающие силу рациональные течения. Наиболее значительными из последних являлись *ятрохимия* и *техническая химия*, ставшие своего рода переходным этапом от классической алхимии к новой научной химии.

Алхимии изначально были присущи весьма серьёзные отрицательные черты, которые в конце концов и сделали её тупиковой ветвью развития естествознания. Во-первых, это *ограниченность предмета* лишь трансмутацией металлов; все алхимические операции с веществом были подчинены этой главной цели. Во-вторых – *мистицизм*, в большей или меньшей степени присущий всем алхимикам. В-третьих, это *догматизм теории* – учение Аристотеля, лежащее в основе идеи трансмутации, принималось за истину в последней инстанции без каких-либо обоснований. Наконец, изначально характерная для алхимии *закрытость* являлась существенным препятствием для развития этой науки. Тем не менее, уязвимость алхимии для критики с точки зрения современной науки никоим образом не означает, что труд многих поколений алхимиков был бессмысленным и бесполезным.

Главным результатом алхимического периода, помимо накопления значительного запаса знаний о веществе, стало становление эмпирического (опытного) подхода к изучению свойств вещества. Алхимиками была разработана ртутно-серная теория (теория трёх принципов), призванная обобщить опытные данные. В целом алхимический период явился совершенно необходимым переходным этапом между натурфилософией и экспериментальным естествознанием.

Иатрохимия и техническая химия

Совершенно новое понимание задач алхимии было изложено в трудах основоположников *технической химии* Ваноччо Бирингуччо (1480–1539) «О пиротехнии» и Георга Бауэра (1494–1555), более известного как Агрикола, *De Re Metallica* («О металлургии»). Сочинения этих авторов представляли собой своего рода энциклопедии, посвящённые минералогии, металлургии, горному делу, производству керамики, т.е. технологическим процессам, предполагающим химические операции с веществами. Характерной особенностью трудов представителей технической химии стало стремление к максимально ясному, полному и достоверному описанию опытных данных и технологических процессов. Именно в поисках способов совершенствования химической технологии Бирингуччо и Агрикола видели задачу алхимии.

Немецкий врач и алхимик Филипп Ауреол Теофраст Бомбаст фон Гогенгейм, вошедший в историю под псевдонимом Парацельс (1493–1541) стал основоположником другого рационального направления в алхимии – *иатрохимии* (иногда *ятрохимии*; от греческого *ιατρος* – врач). В теоретическом отношении Парацельс являлся классическим алхимиком – он разделял древнегреческое учение о четырёх элементах-стихиях и арабскую теорию трёх принципов. Парацельс не был чужд мистике – он занимался поисками эликсира жизни и даже утверждал, будто нашёл его; в его сочинениях можно найти подробный рецепт приготовления гомункулуса. Однако, подобно Авиценне, Парацельс негативно относился к идее трансмутации металлов (не отрицая, впрочем, принципиальной возможности трансмутации). Парацельс утверждал, что задача алхимии – изготовление лекарств: *«Химия – один из столпов, на которые должна опираться врачебная наука. Задача химии вовсе не в том, чтобы делать золото и серебро, а в том, чтобы готовить лекарства»*. Медицина Парацельса основывалась на ртутно-серной теории. Он считал, что в здоровом организме три принципа – Ртуть, Сера и Соль – находятся в равновесии; болезнь представляет нарушение равновесия между принципами. Для восстановления равновесия Парацельс использовал в медицинской практике многие лекарственные препараты минерального происхождения – соединения мышьяка, сурьмы, свинца, ртути и т.п. – в дополнение к традиционным растительным препаратам.

Вследствие резко усилившихся миграций людей, способствующих распространению инфекционных заболеваний (что усугублялось царящей в средневековой Европе тотальной антисанитарией), борьба с эпидемиями приобрела во времена Парацельса чрезвычайное значение. Благодаря несомненным успехам, достигнутым Парацельсом в медицине, его взгляды завоевали широкое признание. К представителям иатрохимии (*спиагирикам*, как называли себя последователи Парацельса) можно отнести многих известных алхимиков XVI–XVII веков.

Андреас Либавий (1550–1616) прославился первым в истории учебником химии – «Алхимия», – вышедшим в 1597 году. Соглашаясь с Парацельсом в том, что главная задача алхимии состоит в служении медицине, Либавий яростно критиковал туманно-мистические элементы в учении Парацельса. Тем не менее, он считал, что трансмутация возможна, и её осуществление явится венцом науки. Другой видный представитель иатрохимии – итальянский врач Анджело Сала (1576–1637), напротив, отрицал возможность трансмутации металлов: *«...ибо то, что не золото, ни я и никто другой не сможет никогда превратить в золото»*.

Важную роль в развитии рациональной алхимии сыграл Иоганн Рудольф Глаубер (1604–1670), разработавший способы получения целого ряда неорганических веществ. Другой известный алхимик Отто Тахений (1620–1699) попытался внести изменения в ртутно-серную теорию, утверждая, что все соли образованы двумя принципами – кислотой и щёлочью.

Ещё один представитель иатрохимии Ян Баптист ван Гельмонт (1577–1664) был одним из первых учёных, поставивших вопрос об истинных простых составных частях сложных тел. Подвергая сомнению аристотелевские стихии и принципы алхимиков на том основании, что их присутствие невозможно обнаружить в составе большинства тел, Ван Гельмонт предлагал считать простыми телами лишь те, которые могут быть выделены при разложении сложных тел. Так, поскольку при разложении растительных и животных веществ всегда выделялась вода, Ван Гельмонт считал её простым телом и главной составной частью сложных тел. В поисках других простых тел Ван Гельмонт много экспериментировал с металлами. Он доказал, что при растворении серебра в крепкой водке (азотной кислоте) металл лишь меняет форму своего существования и может быть вновь выделен из раствора в том же количестве. Этот опыт интересен и как один из первых примеров количественного исследования явления.

В целом рациональные течения в алхимии – *иатрохимия* и *техническая химия* – достигли довольно значительных экспериментальных успехов и заложили основы для научной химии, становление которой начинается в середине XVII века. Не следует, однако, считать, что появление научной химии автоматически означало конец «классической» алхимии. Алхимические традиции сохранялись в науке ещё долгое время, и многие выдающиеся естествоиспытатели продолжали считать трансмутацию металлов возможной.

Экспериментальное естествознание XVII века

В XV–XVI веках в Европе начался период быстрого роста торговли и материального производства. К XVI веку техника в Европе вышла на уровень заметно более высокий, чем в период расцвета Античного мира; при этом изменения в технических приёмах опережали их теоретическое осмысление. Технические изобретения XVI века и блестящие успехи мореплавания (разрешившие, кстати, длившийся столетиями финансовый кризис, связанный с нехваткой драгоценных металлов) одновременно ставили перед наукой новые проблемы, которые существовавшая ранее наука разрешить не могла. Дальнейшее усовершенствование техники упиралось в главное противоречие эпохи – противоречие между сравнительно высоким уровнем достигнутых к этому времени технологий и резким отставанием теоретического естествознания.

Развитие философии и естествознания в эпоху Возрождения привело к глубокому кризису аристотелевской картины мира и поставило задачу выработки отражающей реальные свойства действительности физической концепции, а потребности технического прогресса привели к созданию основ научного эксперимента. Быстрому развитию в Европе новых философских систем способствовала также и Реформация, начавшаяся в XVI веке.

Сочетание социально-экономических и технических факторов вызывало сдвиг в общественном сознании, усиливало потребность в выработке новой философии, отрицавшей роль авторитета (как религиозных доктрин, так и античных учений) и утверждавшей приоритет научного доказательства. В XVII веке появились крупные философские произведения, оказавшие существенное влияние на развитие естествознания. Френсис Бэкон лорд Веруламский (1561–1626) выдвинул тезис о том, что решающим доводом в научной дискуссии должен являться эксперимент. Вместо принятого с античных времён дедуктивного метода Бэкон предложил новую логику науки – индукцию, основанную на умозаключении от частного к общему (весьма символичными являются названия сочинений Бэкона – «Новый органон» и «Новая Атлантида», прямо противопоставляемые «Органону» и «Атлантиде» Аристотеля).

Семнадцатый век в философии ознаменовался также возрождением атомистических представлений. Математик (основатель аналитической геометрии) и философ Рене Декарт (1596–1650), известный также как Картезий, утверждал, что все тела состоят из *корпускул* различной формы и размеров; форма корпускул связана со свойствами вещества. В то же время Декарт считал, что корпускулы делимы и состоят из единой материи. Декарт отрицал представления Демокрита о неделимых атомах, движущихся в пустоте, не решаясь допустить существование пустоты. Корпускулярные идеи, весьма близкие к античным представлениям Эпикура, высказывал французский философ Пьер Гассенди (1592–1655). Группы атомов, образующие соединения, Гассенди называл *молекулами* (от лат. *moles* – кучка). Корпускулярные представления Гассенди завоевали довольно широкое признание среди естествоиспытателей.

Инструментом разрешения противоречия между высоким уровнем технологии и крайне низким уровнем знаний о природе стало в XVII веке новое экспериментальное естествознание.

Огромные успехи в XVII веке были достигнуты в области физики, механики, математики и астрономии. Галилео Галилей (1564–1642) не только основал классическую механику, но и ввёл в физику новый образ мышления, в полной мере использующий экспериментальный метод. Эванджелиста Торричелли (1608–1647), Блез Паскаль (1623–1662) и Отто фон Герике (1602–1686) провели свои знаменитые опыты по изучению вакуума и атмосферного давления. Отто фон Герике начал исследования в области электростатики. Христиан Гюйгенс (1629–1695) создал волновую теорию света и разработал основные законы оптики. Иоганн Кеплер (1571–1630) в 1609 г. привёл в соответствие с астрономическими данными гелиоцентрическую систему, которую предложил в 1543 г. Николай Коперник (1473–1543), и которая в первоначальном виде содержала множество неточностей. Исаак Ньютон (1643–1727) открыл законы классической механики и закон всемирного тяготения. Его капитальный труд «Математические начала натуральной философии» (1687) обобщил не только собственные исследования автора, но и опыт предшественников, результатом чего явилось создание единой механической картины мира, господствовавшей вплоть до рубежа XIX и XX столетий. Все эти и многие другие блестящие открытия ознаменовали собой первую *научную революцию*, результатом которой стало становление нового естествознания, целиком основанного на экспериментальных данных. Основой естествознания (прежде всего – физики) стали количественные измерения в экспериментальных исследованиях; это нашло свое выражение в изобретении разнообразных измерительных приборов – хронометров, термометров, ареометров, весов и т.д.

Новое естествознание породило и новые организационные формы – были созданы первые научные общества и академии наук. Ещё в 1560 г. итальянский естествоиспытатель Джованни Баттиста делла Порта (1535–1615) начал проводить в своём доме регулярные собрания, называемые Академией тайн природы. В XVII в. появились официально учреждённые академии с соответствующими органами и статутом: Академия естествоиспытателей (Леопольдина) в Германии (1652), Академия опыта во Флоренции (1657), Королевское общество (1662) в Лондоне, Парижская Академия точных наук (1663).

Одним из следствий произошедшей во второй половине XVII века научной революции явилось создание новой – научной – химии. Основателем научной химии традиционно считается Роберт Бойль.

Роберт Бойль и возникновение научной химии

Роберт Бойль (1627–1691) являлся одним из крупнейших химиков, физиков и философов своего времени. В качестве основных научных достижений Бойля в химии можно отметить основание им аналитической химии (качественный анализ), исследования свойств кислот, введение в химическую практику индикаторов, изучение плотностей жидкостей с помощью изобретённого им ареометра. Нельзя не упомянуть и открытый Бойлем закон, носящий его имя (называемый также законом Бойля – Мариотта). Однако главной заслугой

Бойля стала предложенная им новая система химической философии, изложенная в книге «Химик-скептик» (1661). Книга была посвящена поискам ответа на вопрос, что именно следует считать элементами, исходя из современного уровня развития химии. Бойль писал: *«Химики до сих пор руководствовались чересчур узкими принципами, не требовавшими особенно широкого умственного кругозора; они видели свою задачу в приготовлении лекарств, в получении и превращении металлов. Я смотрю на химию с совершенно иной точки зрения: не как врач, не как алхимик, а как должен смотреть на неё философ. Я начертал здесь план химической философии, который надеюсь выполнить и усовершенствовать своими опытами и наблюдениями»*. Книга построена в форме беседы между четырьмя философами: Фемистом, перипатетиком (последователем Аристотеля), Филопоном, спагириком (сторонником Парацельса), Карнеадом, излагающим взгляды «мистера Бойля», и Элевтерием, беспристрастно оценивающим аргументы спорщиков. Дискуссия философов подводила читателя к выводу, что ни четыре стихии Аристотеля, ни три принципа алхимиков не могут быть признаны в качестве элементов. Бойль подчёркивал: *«Нет никаких оснований присваивать данному телу название того или иного элемента только потому, что оно похоже на него одним каким-либо легко заметным свойством; ведь с тем же правом я мог бы отказать ему в этом названии, поскольку другие свойства являются разными»*. Исходя из опытных данных, Бойль показал, что понятия современной химии должны быть пересмотрены и приведены в соответствие с экспериментом.

Элементы, согласно Бойлю – *практически неразложимые тела (вещества), состоящие из сходных однородных (состоящих из первоматери) корпускул, из которых составлены все сложные тела и на которые они могут быть разложены*. Корпускулы могут различаться формой, размером, массой. Корпускулы, из которых образованы тела, остаются неизменными при превращениях последних. Главную задачу химии Бойль видел в изучении состава веществ и зависимости свойств вещества от его состава. При этом понятие состава Бойль считал возможным употреблять только тогда, когда из элементов, выделенных из данного сложного тела, можно обратно восстановить исходное тело (т.е. он фактически принимал *синтез* за критерий правильности *анализа*). Бойль не назвал ни одного элемента в новом понимании этого понятия; не указал он и число элементов, отмечая лишь, что *«не будет абсурдом, если предположить, что число это много больше трёх или четырёх»*. Таким образом, книга «Химик-скептик» представляла собой не ответ на насущные вопросы химической философии, но *постановку новой цели химии*. Главное значение работы Бойля заключается в следующем:

1. Сформулирована новая цель химии – изучение состава веществ и зависимости свойств вещества от его состава.
2. Предложена программа поиска и изучения реальных химических элементов;
3. В химию введён индуктивный метод.

Представления Бойля об элементе как о практически неразложимом веществе (следует отметить, что тождество терминов «элемент» и «простое вещество» сохранялось до середины XIX века) быстро получили широкое признание среди естествоиспытателей. Однако создание теоретических представлений о составе тел, способных заменить учение Аристотеля и рутно серную теорию, оказалось очень сложной задачей. В последней четверти XVII века появились т.н. *эклектические* воззрения, создатели которых пытаются увязать алхимические традиции и новые представления о химических элементах. Большое влияние на современников оказали взгляды французского химика Николя Лемери (1645–1715), автора широко известного учебника «Курс химии».

Учебник Лемери начинался с определения предмета химии: *«Химия есть искусство, учащее, как разделять различные вещества, содержащиеся в смешанных телах. Я понимаю под смешанными телами те, которые образуются в природе, а именно: минералы, растительные и животные тела»*. Далее Лемери перечислял «химические начала», т.е. основные составные части тел. После некоего «универсального духа» (который сам автор признавал «несколько метафизичным»), Лемери на основании анализа посредством огня

выделял пять основных материальных начал веществ: спирт (иначе «ртуть»), масло (иначе «сера»), соль, вода («флегма») и земля. Первые три начала – активные, вода и земля – пассивные.

Лемери, однако, отмечал, что эти субстанции являются для нас «началами» лишь постольку, поскольку химики не смогли далее разложить эти тела; очевидно, эти «начала» могут быть в свою очередь разделены на более простые. Таким образом, то, что принимается в качестве начал, – это субстанции, полученные в результате деления смешанных тел и отделённые лишь настолько, насколько позволяют это сделать средства, которыми располагают химики.

На рубеже XVII–XVIII веков научная химия находилась лишь в самом начале своего пути; важнейшими препятствиями, которые лишь предстояло преодолеть, являлись сильные ещё алхимические традиции (ни Бойль, ни Лемери не отрицали принципиальную возможность трансмутации), ложные представления об обжиге металлов как о разложении и спекулятивный (умозрительный) характер атомизма.

Теория флогистона

Первая теория научной химии – *теория флогистона* – в значительной степени основывалась на традиционных представлениях о составе веществ и об элементах как носителях определённых свойств. Тем не менее, именно она стала в XVIII веке главным условием и основной движущей силой развития учения об элементах и способствовала полному освобождению химии от алхимии. Именно во время существования флогистонной теории завершилось начатое Бойлем превращение алхимии в химию.

Флогистонная теория горения была создана для описания процессов обжига металлов, изучение которых являлось одной из важнейших задач химии конца XVIII века. Металлургия в это время столкнулась с двумя проблемами, разрешение которых было невозможно без проведения серьёзных научных исследований – большими потерями при выплавке металлов и топливным кризисом, вызванным почти полным уничтожением лесов в Европе.

Основой для теории флогистона послужили традиционные представления о горении как о разложении тела. Феноменологическая картина обжига металлов была хорошо известна: металл превращается в окалину, масса которой больше массы исходного металла (Бирингуччо ещё в 1540 г. показал, что вес свинца увеличивается после прокаливании); кроме того, при горении имеет место выделение газообразных продуктов неизвестной природы. Задачей химиков было дать этому феномену рациональное объяснение, которое можно было использовать для решения конкретных технических задач. Последнему условию не отвечали ни представления Аристотеля, ни алхимические взгляды на горение.

Создателями теории флогистона считаются немецкие химики Иоганн Иоахим Бехер (1635–1682) и Георг Эрнст Шталь (1660–1734). Бехер в книге «Подземная физика» (1669) изложил свои очень эклектичные взгляды на составные части тел. Таковыми, по его мнению, являются три вида земли: *первая* – плавкая и каменистая (*terra lapidea*), *вторая* – жирная и горючая (*terra pinguis*) и *третья* – летучая (*terra fluida s. mercurialis*). Горючесть тел, по мнению Бехера, обусловлена наличием в их составе второй, жирной, земли. Система Бехера очень похожа на алхимическое учение о трёх принципах, в котором горючесть обусловлена наличием серы; однако Бехер считал, что сера является сложным телом, образованным кислотой и *terra pinguis*. По сути, теория Бехера представляла собой одну из первых попыток предложить нечто новое взамен алхимического учения о трёх принципах. Увеличение массы металла при обжиге Бехер традиционно объяснял присоединением «огненной материи». Эти взгляды Бехера послужили предпосылкой к созданию теории флогистона, предложенной Шталем в 1703 г., хотя и имеют с ней очень мало общего. Тем не менее, сам Шталь всегда утверждал, что авторство теории принадлежит Бехеру.

Суть теории флогистона можно изложить в следующих основных положениях:

1. Существует *материальная субстанция*, содержащаяся во всех горючих телах – *флогистон* (от греческого *φλογιστον* – горючее).

2. Горение представляет собой разложение тела с выделением флогистона, который необратимо рассеивается в воздухе. Вихреобразные движения флогистона, выделяющегося из горящего тела, и представляют собой видимый огонь. Извлекать флогистон из воздуха способны лишь растения.
3. Флогистон всегда находится в сочетании с другими веществами и не может быть выделен в чистом виде; наиболее богаты флогистоном вещества, сгорающие без остатка.
4. Флогистон обладает отрицательной массой.

Теория Штала, подобно всем предшествующим, также исходит из представлений, будто свойства вещества определяются наличием в них особого носителя этих свойств. Положение флогистонной теории об отрицательной массе флогистона (значительно более позднее и признававшееся не всеми сторонниками теории) было призвано объяснить тот факт, что масса окалина (или всех продуктов горения, включая газообразные) больше массы обожжённого металла.

Процесс обжига металла в рамках теории флогистона можно отобразить следующим подобием химического уравнения:



Для получения металла из окалина (или из руды), согласно теории, можно использовать *любое тело*, богатое флогистоном (т.е. сгорающее без остатка) – древесный или каменный уголь, жир, растительное масло и т.п.:



Необходимо подчеркнуть, что эксперимент может только подтвердить справедливость этого предположения; это являлось хорошим аргументом в пользу теории Штала. Флогистонная теория со временем была распространена на любые процессы горения. Тождество флогистона во всех горючих телах обосновывалось Шталем экспериментально: уголь одинаково восстанавливает и серную кислоту в серу, и земли в металлы. Дыхание и ржавление железа, по мнению последователей Штала, представляют собой тот же процесс разложения содержащих флогистон тел, но протекающий медленнее, чем горение.

Теория флогистона позволила, в частности, дать приемлемое объяснение процессам выплавки металлов из руды, состоящее в следующем. Руда, содержание флогистона в которой мало, нагревается с древесным углем, который очень богат флогистоном; флогистон при этом переходит из угля в руду, и образуются богатый флогистоном металл и бедная флогистоном зола.

Следует отметить, что в исторической литературе имеются серьёзные разногласия в оценке роли теории флогистона – от резко негативной до положительной. Однако нельзя не признать, что теория флогистона имела целый ряд несомненных достоинств:

- она просто и адекватно описывает экспериментальные факты, касающиеся процессов горения;
- теория внутренне непротиворечива, т.е. ни одно из следствий не находится в противоречии с основными положениями;
- теория флогистона целиком основана на экспериментальных фактах;
- теория флогистона обладала предсказательной способностью.

Флогистонная теория – первая истинно научная теория химии – послужила мощным стимулом для развития количественного анализа сложных тел, без которого было бы абсолютно невозможным экспериментальное подтверждение идей о химических элементах. Следует отметить, что положение об отрицательной массе флогистона фактически сделано на основании закона сохранения массы, который был открыт значительно позднее. Это предположение само по себе способствовало дальнейшей активизации количественных исследований. Ещё одним результатом создания флогистонной теории явилось активное изучение химиками газов вообще и газообразных продуктов горения в частности. К середине XVIII века одним из важнейших разделов химии стала т.н. *пневматическая химия*, основоположники которой Джозеф Блэк (1728–1799), Даниил Резерфорд (1749–1819), Генри

Кавендиш (1731–1810), Джозеф Пристли (1733–1804) и Карл Вильгельм Шееле (1742–1786) явились создателями целой системы количественных методов в химии.

Во второй половине XVIII века теория флогистона завоевала среди химиков практически всеобщее признание. На основе флогистонных представлений сформировалась номенклатура веществ; предпринимались попытки связать такие свойства вещества, как цвет, прозрачность, щёлочность и т.п., с содержанием в нём флогистона. Французский химик Пьер Жозеф Макёр (1718–1784), автор весьма популярного учебника «Элементы химии» и «Химического словаря» писал в 1778 г., что флогистонная теория «...наиболее ясна и наиболее согласна с химическими явлениями. Отличаясь от систем, порождённых воображением без согласия с природой и разрушаемых опытом, теория Штала – надёжнейший путеводитель в химических исследованиях. Многочисленные опыты... не только далеки от того, чтобы её опровергнуть, но, наоборот, становятся доказательствами в её пользу». По иронии судьбы, учебник и словарь Макёра появились в то время, когда век флогистонной теории подошёл к концу.

Кислородная теория горения

Нефлогистонные представления о горении и дыхании зародились даже несколько ранее флогистонной теории. Жан Рей (1583–1645), которому наука обязана постулатом «все тела тяжелы», в 1630 г. высказывал предположение, что увеличение массы металла при обжиге обусловлено присоединением воздуха. В 1665 г. Роберт Гук (1635–1703) в работе «Микрография» также предположил наличие в воздухе особого вещества, подобного веществу, содержащемуся в связанном состоянии в селитре.

Дальнейшее развитие эти взгляды получили в книге «О селитре и воздушном спирте селитры», которую написал в 1669 г. английский химик Джон Мейоу (1645–1679). Мейоу пытался доказать, что в воздухе содержится особый газ (*spiritus nitroaëreus*), поддерживающий горение и необходимый для дыхания; он обосновывал это предположение знаменитыми опытами с горящей свечой под колоколом. Однако выделить этот *spiritus nitroaëreus* в свободном состоянии удалось лишь более чем через сто лет. Открытие кислорода было сделано независимо друг от друга почти одновременно несколькими учёными.

Карл Вильгельм Шееле получил кислород в 1771 г., назвав его «огненным воздухом»; однако результаты опытов Шееле были опубликованы лишь в 1777 г. По мнению Шееле, «огненный воздух» представлял собой «кислую тонкую материю, соединённую с флогистоном».

Джозеф Пристли выделил кислород в 1774 г. нагреванием оксида ртути. Пристли считал, что полученный им газ представляет собой воздух, абсолютно лишённый флогистона, вследствие чего в этом «дефлогистированном воздухе» горение идёт лучше, чем в обычном.

Большое значение для создания кислородной теории горения имели, кроме того, открытие водорода Г. Кавендишем в 1766 г. и азота Д. Резерфордом в 1772 г. (следует отметить, что Кавендиш принял водород за чистый флогистон).

Значение сделанных Кавендишем, Шееле и Пристли открытий смог правильно оценить великий французский химик Антуан Лоран Лавуазье (1743–1794). В 1774 г. Лавуазье опубликовал «Небольшие работы по физике и химии», где высказал предположение о том, что при горении происходит присоединение к телам части атмосферного воздуха. После того, как Пристли в 1774 г. посетил Париж и сообщил об открытии «дефлогистированного воздуха», Лавуазье повторил его опыты и в 1775 г. опубликовал работу «О природе вещества, соединяющегося с металлами при их прокаливании и увеличивающего их вес» (Лавуазье, однако, приписывал приоритет открытия кислорода себе). Наконец, в 1777 г. Лавуазье сформулировал основные положения кислородной теории горения:

1. Тела горят только в «чистом воздухе»
2. «Чистый воздух» поглощается при горении, и увеличение массы сгоревшего тела равно уменьшению массы воздуха.

3. Металлы при прокаливании превращаются в *земли*. Сера или фосфор, соединяясь с «чистым воздухом», превращаются в *кислоты*.

Примечательно, что в своей работе «О горении вообще», излагая теорию, прямо противоположную теории флогистона, Лавуазье, тем не менее, отзывался о последней следующим образом: *«Различные явления обжигания металлов и горения очень удачно объясняются гипотезой Штала... но приходится допускать существование в горючих телах огненной материи»*.

Новая кислородная теория горения (термин кислород – *oxygenium* – появляется в 1877 г. в работе Лавуазье «Общее рассмотрение природы кислот и принципов их соединения») имела ряд существенных преимуществ по сравнению с флогистонной. Она была более проста, чем флогистонная, не содержала в себе «противоестественных» предположений о наличии у тел отрицательной массы, и, главное, не основывалась на существовании субстанций, не выделенных экспериментально. Вследствие этого кислородная теория горения довольно быстро получила широкое признание среди естествоиспытателей (хотя полемика между Лавуазье и флогистиками длилась почти два десятилетия).

Химическая революция

Значение кислородной теории оказалось значительно бóльшим, чем просто объяснение явлений горения и дыхания. Отказ от теории флогистона потребовал пересмотра всех основных принципов и понятий химии, изменения терминологии и номенклатуры веществ. Поэтому с кислородной теории начинается переломный этап в развитии химии, названный *«химической революцией»*.

В 1785–1787 гг. четыре выдающихся французских химика – Луи Бернар Гитон де Морво (1737–1816), Антуан Лоран Лавуазье, Клод Луи Бертолле (1748–1822) и Антуан Франсуа де Фуркруа (1755–1809) – по поручению Парижской академии наук разработали новую систему химической номенклатуры. Логика новой номенклатуры предполагала построение названия вещества по названиям тех элементов, из которых вещество состоит. Основные принципы этой номенклатуры используются до настоящего времени.

В 1789 г. Лавуазье издал свой знаменитый учебник «Элементарный курс химии», целиком основанный на кислородной теории горения и новой химической номенклатуре. Появление этого курса собственно и ознаменовало, по мнению Лавуазье, химическую революцию (1789 – год начала Французской революции, одной из жертв которой станет в 1794 г. и Лавуазье). В «Элементарном курсе химии» Лавуазье привёл первый в истории новой химии список химических элементов (таблицу простых тел), разделённых на несколько типов.

Касательно *земель* Лавуазье на основании их абсолютной инертности к кислороду высказывал предположение о том, что земли представляют собой оксиды неизвестных элементов, впоследствии полностью подтвердившееся. Особую группу для земель в своей таблице элементов Лавуазье выделил, поскольку строго придерживался определения элемента, данного Бойлем: *«Если мы... свяжем с названием элементов... представление о последнем пределе, достигаемым анализом, то все вещества, которые мы ещё не смогли никаким способом разложить, являются для нас элементами. ...Мы не можем уверять, что считаемое нами сегодня простым является таковым в действительности»*. Данную концепцию элементов принято называть *эмпирико-аналитической*, поскольку Лавуазье избрал критерием определения элемента опыт и только опыт, категорически отвергая любые неэмпирические рассуждения об атомах и молекулах, само существование которых невозможно подтвердить опытным путём. Эту концепцию Лавуазье предельно ясно сформулировал в предисловии к своему учебнику: *«Я не считал возможным уклониться от требований строгого закона – не заключать ничего сверх того, что даёт непосредственно опыт и не стараться спешными заключениями восполнять молчание фактов»*.

Созданная Лавуазье рациональная классификация химических соединений основывалась, во-первых, на различии в элементном составе соединений и, во-вторых, на характере их свойств (кислоты, основания, соли, солеобразующие вещества, органические вещества). При этом, как и Бойль, Лавуазье считал, что свойства вещества определяются его составом. Зависимость свойств вещества от состава, описанная Лавуазье, представляла собой закономерность, отражающую взаимосвязь между качественными и количественными характеристиками вещества.

Важнейшим результатом исследований Лавуазье явилось формулирование им *закона сохранения массы*. Проанализировав результаты собственных исследований количественного состава веществ и соотношения масс реагентов и продуктов реакции, а также результаты подобных исследований других учёных, Лавуазье показал, что во всех случаях масса веществ в ходе химических реакций не изменяется: *«Можно принять в качестве принципа, что во всякой операции количество материи одинаково до и после опыта, что качество и количество начал остаются теми же самыми»*. Следует отметить, что Лавуазье вывел закон сохранения массы опять-таки исключительно из экспериментальных данных, не используя каких-либо теоретических предпосылок, не основанных на опыте.

Химическая революция завершила период становления химии; она ознаменовала собой полную рационализацию химии, окончательный отказ от устаревших натурфилософских и алхимических представлений о природе вещества и его свойств. После химической революции химия вступила в *период количественных законов*, в котором была создана и развита новая концепция химического элемента – атомно-теоретическая.

Список использованных литератур:

1. A.Grenberg From alchemy to chemistry in picture and story WILEY. 2007
2. C.Cobb, H.Goldwite Creations of Fire Chemistry's Lively History from Alchemy to the Atomic Age // Originally published by Plenum US in 1995, 455 б
3. Умаров Б.Б.; Ниязхонов Т.Н. История химии. - Ташкент, Навруз, 2015. 576 ст.
4. Левченков С.И. Краткий очерк истории химии. Изд. РГУ. 2006.
5. Штрубе В. Пути развития химии. Т. 1,2 - Москва: Мир. 1984.
6. Азимов А. Краткая история химии. - Москва: Мнр.1982.
7. М. Джуа. История химии. - Москва: Мир. 1975.
8. Фигуровский М.Н. Очерк общей истории химии. - Москва: Наука. 1978.

Интернет сайты

9. www.nuuz.uz.
10. www.natlib.uz
11. www.ziyonet.uz
12. www.chemexpress.fatal.ru.
- 13.

Тема №4. История открытия основных законов химии. Формирование атомно-молекулярного учения и атомная реформа С.Канницаро

План:

1. Стехиометрия
2. Атомистическая теория Дальтона
3. Проблема определения атомных масс
4. Электрoхимические теории Дэви и Берцелиуса

Стехиометрия

Блестящие успехи количественных методов исследования вещества, сделавшие возможной химическую революцию, уже в начале XIX века привели к новому фундаментальному изменению в естествознании вообще и в химии в частности. За открытым

Лавуазье законом сохранения массы последовал целый ряд новых количественных закономерностей – *стехиометрические законы*.

Первым стехиометрическим законом стал *закон эквивалентов*, который сформулировал немецкий химик Иеремия Вениамин Рихтер (1762–1807) в результате проведённых им в 1791–1798 гг. опытов по изучению количеств вещества в реакциях нейтрализации и обмена, обобщённых в работе «Начальные основания стехиометрии или искусства измерения химических элементов». Первоначальная формулировка закона эквивалентов (термин «эквивалент» ввёл в 1767 г. Г. Кавендиш) была следующей: «*Если одно и то же количество какой-либо кислоты нейтрализуется различными количествами двух оснований, то эти количества эквивалентны и нейтрализуются одинаковым количеством любой другой кислоты*».

Открытый Рихтером закон подтвердил убеждения многих химиков в том, что химические соединения взаимодействуют не в произвольных, а в строго определённых количественных соотношениях. Однако за этим последовала длительная дискуссия о том, присуща ли такая определённость всем без исключения химическим процессам. Основным предметом дискуссии стал вопрос о том, является ли соотношение элементов в соединении, состоящем из двух или более элементов, постоянным или же состав зависит от способа получения вещества. Клод Луи Бертолле, основываясь на предложенной им в 1803 г. теории химического сродства*, обусловленного силами притяжения и зависящего от плотности вещества и его количества, отстаивал предположение о том, что элементный состав вещества может изменяться в некоторых пределах в зависимости от условий, в которых оно было получено.

* Термин *избирательное сродство* предложил в 70-е гг. XVIII в. Торберн Улаф Бергман (1735-1784) для объяснения реакционной способности веществ; он же составил первые таблицы сродства.

Противоположных взглядов придерживался французский химик Жозеф Луи Пруст (1754–1826). С помощью тщательных анализов в 1799–1806 гг. Пруст установил, что отношение количеств элементов в составе соединения всегда постоянно. Выводы Бертолле, как показал Пруст, были ошибочны из-за неточности анализов и недостаточной чистоты исходных веществ. Дискуссия двух учёных, продолжавшаяся с 1801 по 1808 г., завершилась блестящей победой Пруста. *Закон постоянства состава* (постоянных отношений) в итоге не просто был признан большинством химиков, но стал одним из главных химических законов. Тем не менее вопрос о причинах постоянства состава оставался открытым, поскольку из чисто аналитической концепции химического элемента это никоим образом не следует. Разрешить существующие сомнения могло лишь предположение о дискретности материи, однако атомистические взгляды по-прежнему не имели прямых экспериментальных доказательств.

Атомистическая теория Дальтона

Экспериментальное подтверждение атомной гипотезы нашёл английский химик Джон Дальтон (1766–1844). В начале XIX века Дальтон открыл несколько новых экспериментальных закономерностей: *закон парциальных давлений* (закон Дальтона), *закон растворимости газов в жидкостях* (закон Генри – Дальтона) и, наконец, *закон кратных отношений*.

Объяснить эти закономерности (прежде всего закон кратных отношений), не прибегая к предположению о дискретности материи, невозможно. Основываясь на законе кратных отношений, открытом в 1803 г., и законе постоянства состава, Дальтон разработал свою атомистическую теорию, изложенную в вышедшем в 1808 г. труде «Новая система химической философии».

Основные положения теории Дальтона заключаются в следующем:

1. Все вещества состоят из большого числа атомов (простых или сложных).
2. Атомы одного вещества полностью тождественны. Простые атомы абсолютно неизменны и неделимы.

3. Атомы различных элементов способны соединяться между собой в определённых соотношениях.

4. Важнейшим свойством атомов является *атомный вес*.

Уже в 1803 г. в лабораторном журнале Дальтона появилась первая таблица относительных атомных весов некоторых элементов и соединений; в качестве точки отсчёта Дальтон выбрал атомный вес водорода, принятый равным единице. Для обозначения атомов элементов Дальтон использовал символы в виде окружностей с различными фигурами внутри. Впоследствии Дальтон неоднократно корректировал атомные веса элементов, однако для большинства элементов им приводились неверные значения атомных весов.

Таблица Дальтона стала первым шагом на долгом пути, который предстояло пройти химии для того, чтобы величины атомных масс приняли привычные для нас значения. Разрешение проблемы определения атомных весов, потребовавшее усилий многих выдающихся учёных, заняло более пятидесяти лет! И даже после того, как проблема была в основном решена, точное определение атомных масс оставалось настолько важной задачей, что в 1914 г. американский учёный Теодор Ричардс (1868–1928) был удостоен Нобелевской премии за уточнение атомных масс химических элементов.

Проблема определения атомных масс

Главное затруднение при определении атомной массы состоит в том, что необходимо установить число атомов каждого элемента, входящее в состав соединения. Дальтон был вынужден сделать допущение о том, что атомы разных элементов при образовании сложных атомов соединяются по *«принципу максимальной простоты»*. Суть принципа заключается в следующем: если имеется лишь одно бинарное соединение двух элементов, то его молекула (сложный атом) образована одним атомом одного элемента и одним атомом другого (сложный атом является *двойным* в терминологии Дальтона). *Тройные* и более сложные атомы образуются лишь в том случае, когда имеются несколько соединений, образованных двумя элементами. Отсюда Дальтон предполагал, что молекула воды состоит из одного атома кислорода и одного атома водорода.

Результатом является заниженное значение атомного веса кислорода, что ведёт, в свою очередь, к неправильному определению атомных весов металлов на основании состава оксидов. Принцип наибольшей простоты (подкреплённый авторитетом Дальтона как создателя атомно-молекулярной теории) сыграл в дальнейшем определённую негативную роль при решении проблемы атомных весов. Однако в целом атомистическая теория Дальтона составила основу всего дальнейшего развития естествознания.

Решению проблемы атомных весов способствовало открытие ещё целого ряда стехиометрических законов.

Закон объёмных отношений (закон соединения газов) открыл французский химик Жозеф Луи Гей-Люссак (1778–1850). В 1808 г. он показал, что газы вступают в реакции соединения в простых объёмных соотношениях; например, один объём кислорода соединяется с двумя объёмами водорода.

Амедео Авогадро ди Кваренья (1776–1856) выдвинул в 1811 г. предположение, получившее название *гипотезы (закона) Авогадро*: *«Равные объёмы газов при одинаковых давлении и температуре содержат одинаковое число молекул, так что плотность газов служит мерой массы их молекул и отношение объёмов при соединении суть не что иное, как отношение между числом молекул, соединяющихся между собой при образовании сложной молекулы»*. При выводе своего закона Авогадро использовал закон Гей-Люссака и результаты исследования электролиза воды, которое провели в 1800 г. два английских химика – Уильям Николсон (1753–1815) и Энтони Карлайл (1768–1840). Николсон и Карлайл обнаружили, что объёмы выделяющихся при электролизе водорода и кислорода относятся как 2:1. Следствием из гипотезы Авогадро являлось предположение о том, что газообразные водород, кислород, азот и хлор состоят из двухатомных молекул; однако этот вывод вызвал резкие возражения. Предположение о том, что корпускулы *элементарных субстанций*

являются сложными, казалось химикам противоречащим здравому смыслу. Молекулярная гипотеза Авогадро не была принята большинством физиков и химиков 1-й половины XIX века. Тем не менее, в середине XIX века метод определения молекулярных масс по плотности паров получил широкое распространение среди химиков-органиков.

Изучив составленные Дальтоном таблицы атомных весов, английский химик Уильям Праут (1785–1850) высказал в 1815–1816 гг. предположение о том, что атомные веса всех элементов должны быть целочисленны и кратны атомному весу водорода. Причина этого, по мнению Праута, состоит в том, что именно водород – основа всех остальных элементов (*протил*, своего рода аналог первичной материи античных философов). Впрочем, эта точка зрения, известная как *гипотеза Праута*, хотя и произвела значительное впечатление на современников, не получила широкого признания вследствие явных противоречий с опытными данными.

Закон удельных теплоёмкостей открыли в 1819 г. французские учёные Пьер Луи Дюлонг (1785–1838) и Алексис Терез Пти (1791–1820). Дюлонг и Пти показали, что удельная теплоёмкость твёрдых элементов (точнее говоря, простых веществ в твёрдом состоянии) обратно пропорциональна атомному весу; метод Дюлонга – Пти, позволял, таким образом, определять атомные веса некоторых элементов.

Немецкий химик Эйльгард Мичерлих (1794–1863) в 1819 г. нашёл, что соединения, образованные одинаковым количеством атомов, обладают одинаковой кристаллической формой и способны образовывать смешанные кристаллы. *Закон изоморфизма* позволил экспериментаторам делать выводы о числе атомов, образующих молекулу соединения и, следовательно, определять атомные массы элементов.

Огромный вклад в развитие химической атомистики и в решение проблемы атомных весов внёс шведский химик Йёнс Якоб Берцелиус (1779–1848). С 1807 г. он занялся систематическим изучением элементного состава соединений, представив огромное количество доказательств в пользу закона постоянства состава. В 1814 г. Берцелиус опубликовал первую таблицу атомных весов, в которой были приведены атомные веса 41 элемента (для составления таблицы Берцелиусу потребовалось определить состав почти 2 000 соединений!). В основу своей шкалы атомных весов Берцелиус положил атомный вес кислорода, принятый равным 100. Для определения атомных весов Берцелиус также был вынужден сделать ряд допущений (в частности, сильные основания должны были иметь состав RO₂), в результате чего атомные веса ряда элементов были определены неверно.

В 1814 г. Берцелиус предложил также систему химических знаков (подробно изложенную в 1818 г.), основанную на обозначении элементов одной или двумя буквами латинского названия элемента; число атомов элемента предлагалось указывать надстрочными цифровыми индексами (использовать подстрочные индексы предложил в 1834 г. Ю. Либих). Система химических знаков Берцелиуса, альтернативная крайне неудобной системе Дальтона, получила всеобщее признание и сохранилась до настоящего времени.

В дальнейшем Берцелиус продолжал работы по уточнению и исправлению атомных весов элементов, используя для этой цели законы Мичерлиха, Гей-Люссака, Дюлонга и Пти (не воспользовавшись, однако, гипотезой Авогадро; Берцелиус считал, что в равных объёмах газов содержится одинаковое число *атомов*). Новые, всё более точные таблицы атомных весов Берцелиуса были опубликованы в 1818 и 1826 годах. В последней таблице значительные ошибки имели место лишь для атомных весов некоторых металлов.

Тем не менее, в первой половине XIX века продолжала существовать путаница в понятиях атом, молекула и эквивалент (и, разумеется, соответствующих массах). Авогадро, в противовес Дальтону и Берцелиусу, отрицающим существование двухатомных молекул элементарных газов, продолжал развивать свою молекулярную теорию, органично дополняющую атомистику Дальтона. В 1821 г. Авогадро опубликовал работу, где привёл правильные формулы ряда соединений (например, для оксида бора – B₂O₃ вместо BO₂ по Берцелиусу, и т.п.) и предложил свою таблицу атомных весов. Впрочем, несмотря на

преимущества теории Авогадро, его таблица содержала и много ошибочных данных (см. табл.).

Путанице в химической теории способствовало и учение об эквивалентах, которое развивал английский учёный Уильям Гайд Волластон (1766–1828). В работе «Синоптическая шкала химических эквивалентов» (1814) Волластон привёл таблицу эквивалентных масс элементов, которые большей частью совпадают с величинами атомных весов по Дальтону. Однако Волластон противопоставлял понятие «эквивалент» дальтоновскому понятию «атом». Многим химикам эквивалентные (соединительные) веса, казались более удобными и точными, чем атомные, поскольку они рассчитывались без принятых Дальтоном допущений. В 1830-е годы учение об эквивалентах получило поддержку со стороны физиков – Майкл Фарадей (1791–1867) открыл *законы электролиза* и экспериментально установил значения электрохимических эквивалентов.

В результате широчайшего распространения «Учебника теоретической химии» (1817–1819), который написал немецкий учёный Леопольд Гмелин (1788–1853), учение о соединительных весах получило почти всеобщее признание среди химиков-неоргаников. Гмелин принимал атомную массу кислорода равной 8, а не 16, как у Берцелиуса; «исправлению» подверглись и атомные массы ряда других элементов. Печальным следствием стал тот факт, что, например, для уксусной кислоты химиками в 30–40-е годы XIX века предлагалось 19 различных брутто-формул!

Попытки чётко разделить понятия предприняли в 1840-е годы химики-органики. Шарль Жерар (1816–1856) и Огюст Лоран (1808–1853) развили идеи Авогадро, настаивая на необходимости установления чёткого различия между понятиями «атом», «молекула» и «эквивалент».

Окончательную ясность в атомно-молекулярную теорию внёс итальянский химик Станислао Канниццаро (1826–1910). На международном конгрессе химиков, собравшемся 3 сентября 1860 года в Карлсруэ, он изложил новую систему понятий, основанную на идеях Авогадро. Конгресс в Карлсруэ ознаменовал долгожданное решение проблемы атомных весов, чётко разграничив понятия «атом», «молекула» и «эквивалент»; понятие «эквивалент» было решено считать чисто эмпирическим и не зависящим от понятий «атом» и «молекула». Определения атомных масс химических элементов, которые выполнил в первой половине 1860-х годов бельгийских химик Жан Сервэ Стас (1813–1891), до конца XIX века считались наиболее точными.

Реформа Канниццаро завершила период, основным содержанием которого явилось установление количественных законов. Решения конгресса в Карлсруэ оказали большое влияние на дальнейшее развитие химии, сделав возможными последовавшие вскоре систематизацию химических элементов и создание периодического учения.

Электрохимические теории Дэви и Берцелиуса

Создание Дальтоном атомной теории вновь поставило «проклятый вопрос атомизма» – вопрос о способе соединения атомов. Алессандро Вольта (1745–1827) в 1800 г. представил доказательство несомненной связи между химическими реакциями и электричеством в виде первой электрической батареи («Вольтов столб»). Последовавшие за этим блестящие успехи применения электричества в химии (разложение воды, выделение щелочных и щелочноземельных металлов) способствовали всеобщему убеждению естествоиспытателей в том, что силы, соединяющие атомы, должны иметь электрическую природу.

Первую электрохимическую теорию химического сродства предложил в 1807 г. английский учёный Гэмфри Дэви (1788–1829). Основные идеи теории состояли в следующем:

1. Атомы, способные соединяться химически, приобретают при контакте противоположные заряды;
2. Акт химической реакции представляет собой соединение атомов за счёт сил электростатического притяжения, при котором происходит компенсация зарядов;

3. Химическое сродство атомов пропорционально их *полярности* (величине возникающего заряда).
4. Если подействовать на соединение электричеством, атомы восстанавливают полярность и движутся к электродам.

Развивая представления Дэви, Берцелиус разработал в 1811–1818 гг. свою электрохимическую теорию сродства. На основании изучения продуктов разложения солей, кислот и оснований, выделяющихся на электродах, Берцелиус создал весьма простую и наглядную дуалистическую систему:

1. Все атомы (простые и сложные) электрически заряжены и биполярны; при этом один из зарядов преобладает;
2. Соединение атомов сопровождается частичной нейтрализацией их зарядов;
3. При пропускании электрического тока атомы восстанавливают начальную полярность;
4. Химическое сродство пропорционально полярности веществ и температуре.

Все элементы Берцелиус расположил в ряд по знаку и величине присущего их атомам заряда. В начале электрохимического ряда располагался абсолютно электроотрицательный кислород, далее – электроотрицательные элементы (неметаллы) и переходный (индифферентный) элемент водород (оксид которого – ни кислота, ни основание). За водородом следовали переменные (одни оксиды которых – кислоты, другие – основания) и электроположительные элементы (щелочные и щелочноземельные металлы).

Кроме электрохимического ряда элементов, имелся и электрохимический ряд сложных атомов оксидов, в котором кислоты (кислотные оксиды по современной классификации) являлись электроотрицательными, а основания – электроположительными.

Все химические реакции сводились, таким образом, к взаимодействию зарядов. Берцелиус подчёркивал: «Сернокислый натрий составлен не из серы, кислорода и натрия, а из серной кислоты (SO_3) и натра, которые, в свою очередь, могут быть разделены на электроположительную и электроотрицательную части». Соли, по Берцелиусу, можно описать следующей схемой: $NaOSO_3$ Натр Серная кислота $NaO+SO_3$ Сернокислый натр.

Для объяснения образования гидратных соединений Берцелиус предполагал, что вода может быть либо электроположительной, либо электроотрицательной частью соединения: Гидрат серной кислоты H_2O+SO_3 ; $CuO+H_2O$ Гидрат оксида меди

Несмотря на присутствие недостатка, дуалистическая теория Берцелиуса (кстати, очень хорошо согласующаяся с представлениями Лавуазье о природе солей, кислот и оснований) весьма удачно объясняла многие реакции между неорганическими веществами. Положение о том, что молекула химического соединения построена из *радикалов*, способных к самостоятельному существованию, оказало существенное влияние на развитие теорий *структурной химии*. Отголоски электрохимических представлений Берцелиуса нетрудно найти в современной теоретической неорганической химии (электроотрицательность, поляризуемость и поляризующее действие ионов и т.п.). В XIX веке система Берцелиуса несколько десятилетий представляла собой одну из теоретических основ химии.

Список использованных литератур:

1. A.Grenberg From alchemy to chemistry in picture and story WILEY. 2007
2. C.Cobb, H.Goldwite Creations of Fire Chemistry's Lively History from Alchemy to the Atomic Age // Originally published by Plenum US in 1995, 455 б
3. Умаров Б.Б.; Ниязхонов Т.Н. История химии. - Ташкент, Навруз, 2015. 576 ст.
4. Левченков С.И. Краткий очерк истории химии. Изд. РГУ. 2006.
5. Штрубе В. Пути развития химии. Т. 1,2 - Москва: Мир. 1984.
6. Азимов А. Краткая история химии. - Москва: Мнр.1982.
7. М. Джуга. История химии. - Москва: Мир. 1975.
8. Фигуровский М.Н. Очерк общей истории химии. - Москва: Наука. 1978.

Интернет сайты

9. www.nuuz.uz.
10. www.natlib.uz
11. www.ziyonet.uz
12. www.chemexpress.fatal.ru.

Тема №5. Открытие элементов и периодическая система. Радиоактивность

План:

1. Систематизация элементов.
2. Периодический закон
3. Систематика по Ньюлендсу
4. Периодическая система химических элементов Д.И.Менделеева.

Одной из важнейших проблем теоретической химии XIX века после разрешения проблемы атомных весов оставалась систематизация химических элементов. Со времён античности и средних веков были известны 14 элементов (хотя собственно элементами их стали считать лишь в конце XVIII века). В XVIII веке к ним добавилось 19 новых элементов; к 1860 году число элементов возросло до шестидесяти. Проблема упорядочения элементов и отыскания закономерности в изменении их свойств становилась всё более актуальной. Создание периодической системы химических элементов стало результатом многолетней работы многих химиков.

Первую попытку систематизации элементов предпринял немецкий химик Иоганн Вольфганг Дёберейнер (1780–1849), сформулировавший в 1829 г. *закон триад*. Дёберейнер обратил внимание на то, что в рядах сходных по свойствам элементов наблюдается закономерное изменение атомной массы. В выделенных Дёберейнером триадах элементов атомный вес среднего элемента триады примерно равен полусумме атомных весов двух крайних элементов:



Хотя разбить все известные элементы на триады Дёберейнеру, естественно, не удалось, тем не менее, закон триад явно указывал на наличие взаимосвязи между атомной массой и свойствами элементов и их соединений. Все дальнейшие попытки систематизации основывались на размещении элементов в порядке возрастания их атомных весов.

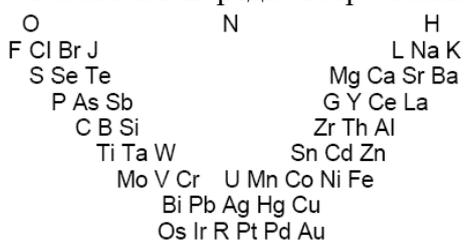


Рисунок 2. Таблица Л. Гмелина (1843)

Необходимым этапом систематизации элементов стала их *химическая классификация*, важнейший вклад в которую внёс немецкий химик Леопольд Гмелин. В 1843 г. Гмелин опубликовал таблицу химически сходных элементов, расставленных по группам в порядке возрастания «соединительных масс». Вне групп элементов, вверху таблицы, Гмелин поместил три «базисных» элемента – кислород, азот и водород. Под ними были расставлены триады, а также тетрады и пентады (группы из четырех и пяти элементов), причем под кислородом расположены группы металлоидов (по терминологии Берцелиуса), т.е. электроотрицательных элементов. В таблице Гмелина электроположительные и электроотрицательные свойства групп элементов плавно изменялись сверху вниз.

Следующим шагом на пути к открытию периодического закона стали т.н. *дифференциальные системы*, направленные на выявление общих закономерностей в

изменении атомного веса элементов. В 1850 г. немецкий врач Макс фон Петтенкофер (1818–1901) попытался найти у элементов соотношения, подобные тем, что обнаруживаются в гомологических рядах, т.е. в рядах соединений, отличающихся друг от друга группой CH_2 . Он указал, что атомные веса некоторых элементов отличаются друг от друга на величину, кратную восьми. На этом основании Петтенкофер высказал предположение, что элементы, возможно, являются сложными образованиями каких-то субэлементарных частиц. На следующий год подобные соображения высказал французский химик-органик Жан Батист Андре Дюма (1800–1884). Различные варианты дифференциальных систем предложили в 1857–1859 гг. немецкий химик Эрнст Ленсен (1837–?), американец Джосайя Парсонс Кук (1827–1894), английские химики Уильям Одлинг (1829–1921) и Джон Х. Глэдстон (1827–1902). В 1859 г. эту идею детально разработал немецкий учёный Адольф Штреккер (1822–1871).

	Diff.	Diff.	Diff.	Diff.	Diff.
O = 8	Mg = 12	N = 14	F = 19	Cr = 26	
	8	8	17	16,5	22
S = 16	Ca = 20	P = 31	Cl = 35,5	Mo = 48	
	23,5	23,8	2x22	2x22	22
Se = 39,5	Sr = 43,8	As = 76	Br = 80	V = 70	
	24,5	24,8	2x22,5	2x23,5	22
Te = 64	Ba = 68,6	Sb = 120	I = 127	W = 92	

Рисунок 3. Таблица Штреккера (1859)

Дальнейшим развитием дифференциальных систем стали *периодические классификации* 1860-х годов. Александр Эмиль Бегуйе де Шанкуртуа (1820–1886) в 1862 г. предложил винтовой график элементов, расположенных в порядке возрастания атомных весов – т.н. «земная спираль» (*vis tellurique*). Шанкуртуа нанёс на боковую поверхность цилиндра, размеченную на 16 частей, линию под углом 45° , на которой поместил точки, соответствующие элементам. Таким образом, элементы, атомные веса которых отличались на 16, или на число, кратное 16, располагались на одной вертикальной линии. При этом точки, отвечающие сходным по свойствам элементам, часто оказывались на одной прямой. Винтовой график Шанкуртуа фиксировал закономерные отношения между атомными массами элементов, однако данная система не могла быть признана удовлетворительной.

ESQUISSE DE LA VIS TELLURIQUE

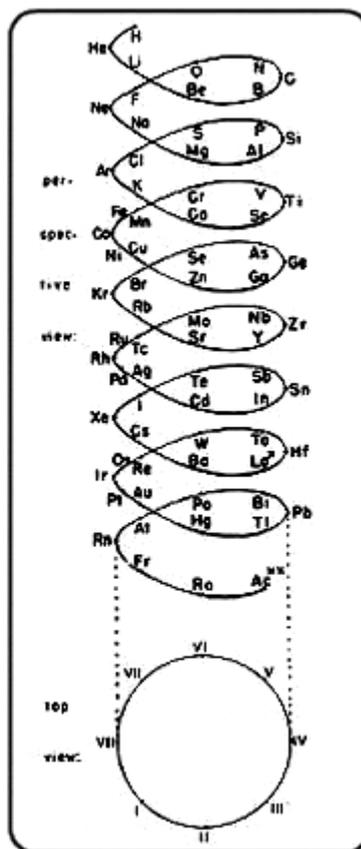
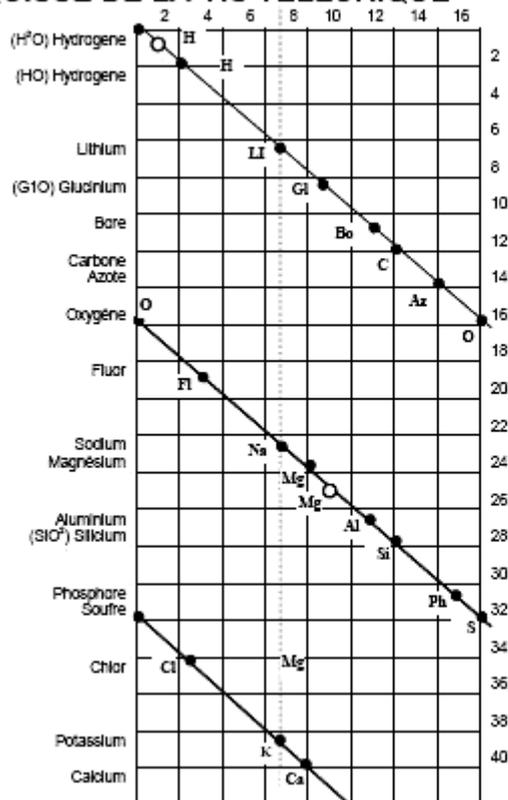


Рисунок 4. «Земная спираль» А. Э. Бегуйе де Шанкуртуа (1862)

Важнейший вклад в систематизацию элементов внёс русский химик Дмитрий Иванович Менделеев (1834–1907), который в марте 1869 г. представил Русскому химическому обществу периодический закон химических элементов, изложенный в нескольких основных положениях:

1. Элементы, расположенные по возрастанию их атомного веса, представляют явственную периодичность свойств;
2. Сходные по свойствам элементы имеют или близкие атомные веса (Ir, Pt, Os), или последовательно и однообразно увеличивающиеся (K, Rb, Cs);
3. Сопоставление элементов или их групп по величине атомного веса отвечает их т.н. атомности;
4. Элементы с малыми атомными весами имеют наиболее резко выраженные свойства, поэтому они являются типическими элементами;
5. Величина атомного веса определяет характер элемента;
6. Следует ожидать открытия ещё многих неизвестных элементов, например, сходных с Al или Si, с атомной массой 65–75;
7. Величина атомного веса элемента может быть иногда исправлена, если знать аналоги данного элемента. Так, пай Te должен быть не 128, а 123–126.

В том же 1869 г. вышло в свет первое издание учебника «Основы химии», в котором приведена первая периодическая таблица Менделеева.

В конце 1870 г. Менделеев доложил РХО статью «Естественная система элементов и применение её к указанию свойств неоткрытых элементов», в котором предсказал свойства неоткрытых ещё элементов – аналогов бора, алюминия и кремния (соответственно экабор, экаалюминий и экасилиций).

В 1871 г. Менделеев в итоговой статье «Периодическая законность химических элементов» дал следующую формулировку Периодического закона: «Свойства элементов, а потому и свойства образуемых ими простых и сложных тел стоят в периодической

зависимости от атомного веса». Тогда же Менделеев придумал своей периодической таблице классический вид (т.н. короткий вариант таблицы).

В связи с периодической таблицей химических элементов часто поднимается вопрос о приоритете, который по-разному рассматривается в отечественной и зарубежной литературе. В российских источниках подчёркивается определяющая роль Менделеева и обычно отрицается существенный вклад Мейера в создание периодической системы элементов. Большинство зарубежных историков химии считают, что все обсуждаемые выше таблицы 1860-х годов можно считать периодическими. Обычно (и вполне обоснованно) утверждается, что Шанкуртуа, Ньюлендс, Одлинг, Мейер и Менделеев независимо друг от друга пришли к идее периодичности, причём наибольший вклад в развитие идеи внесли Менделеев и Мейер. Следует упомянуть, что Лондонское королевское общество в 1882 г. присудило золотые медали имени Дэви совместно Менделееву и Мейеру с формулировкой «За открытие периодических соотношений атомных весов»; в 1887 г. этой награды был удостоен ещё и Дж. Ньюлендс. При этом роль Менделеева в зарубежной историографии химии никоим образом не принижается, а напротив, подчёркивается, что введение термина «периодичность», формулировка периодического закона и предсказание свойств неоткрытых элементов являются его исключительной заслугой. Сам Мейер всегда добросовестно ссылаясь на труды Менделеева и признавал его важнейшие заслуги в создании периодической системы. Тем не менее, работы Л. Мейера, посвящённые периодичности элементов, никоим образом не являются заимствованными, а его вклад в создание периодической системы элементов несомненно весьма и весьма значителен.

Особая заслуга Менделеева состоит в том, что он не просто расположил элементы в определённом порядке, но представил эти закономерности как общий закон природы. На основании предположения, что атомная масса предопределяет свойства элемента, Менделеев взял на себя смелость изменить принятые атомные веса некоторых элементов и подробно описать свойства неоткрытых ещё элементов – прежде всего экабора, экаалюминия и экасилиция. Сам учёный по этому поводу высказался следующим образом: «Утверждение закона возможно только при помощи вывода из него следствий, без него невозможных и не ожидаемых, и оправдание тех следствий в опытной проверке. Потому-то, увидев периодический закон, я со своей стороны вывел из него такие логические следствия, которые могли показать – верен ли он или нет. Без такого способа испытания не может утвердиться ни один закон природы».

Список использованных литератур:

1. A.Grenberg From alchemy to chemistry in picture and story WILEY. 2007
2. C.Cobb, H.Goldwite Creations of Fire Chemistry's Lively History from Alchemy to the Atomic Age // Originally published by Plenum US in 1995, 455 б
3. Умаров Б.Б.; Ниязхонов Т.Н. История химии. - Ташкент, Навруз, 2015. 576 ст.
4. Левченков С.И. Краткий очерк истории химии. Изд. РГУ. 2006.
5. Штрубе В. Пути развития химии. Т. 1,2 - Москва: Мир. 1984.
6. Азимов А. Краткая история химии. - Москва: Мнр.1982.
7. М. Джуга. История химии. - Москва: Мир. 1975.
8. Фигуровский М.Н. Очерк общей истории химии. - Москва: Наука. 1978.

Интернет сайты

9. www.nuuz.uz.
10. www.natlib.uz
11. www.ziyonet.uz
12. www.chemexpress.fatal.ru.

Тема №7. Формирование квантовой механики и квантовой теории.

1. Фотонная теория Эйнштейна
2. Электроны как «волны де Бройля»
1. Волновая механика Шрёдингера и матричная механика Гейзенберга

Для того чтобы объяснить устойчивость атома, Бор соединил в своей модели классические и квантовые представления о движении электрона. Однако искусственность такого соединения была очевидна с самого начала. Развитие квантовой теории привело к изменению классических представлений о структуре материи, движении, причинности, пространстве, времени и т.д., что способствовало коренному преобразованию картины мира. В конце 20-х – начале 30-х годов XX века на основе квантовой теории сформировались принципиально новые представления о строении атома и природе химической связи.

После создания Эйнштейном фотонной теории света (1905) и выведения им статистических законов электронных переходов в атоме (1917) в физике обострилась проблема «волна – частица». Если в XVIII–XIX веках имелись расхождения между различными учеными, которые для объяснения одних и тех же явлений в оптике привлекали либо волновую, либо корпускулярную теорию, то теперь противоречие приобрело принципиальный характер: одни явления (дифракция) интерпретировались с волновых позиций, а другие (фотоэффект) – с корпускулярных. Разрешение этого противоречия предложил в 1924 г. Французский физик Луи Виктор Пьер Раймон де Бройль (1892–1987), приписавший волновые свойства частицам. Распространив идею о двойственной природе света на вещество, де Бройль предположил наличие у материальных частиц волновых свойств, однозначно связанных с массой и энергией. Он показал, что движению электрона может соответствовать некоторая волна материи, так же как движению светового кванта соответствует световая волна. Де Бройль предложил объяснить квантовые условия теории Бора с помощью представления о волнах материи.

Волна, движущаяся вокруг ядра атома, по геометрическим соображениям может быть только стационарной волной; длина орбиты должна быть кратной целому числу длин волн. Гипотеза де Бройля о наличии у электронов волновых свойств была подтверждена обнаруженным в 1927 г. явлением дифракции электронов: оказалось, что пучок электронов дает дифракционную картину (позже будет обнаружена дифракция атомов и молекул).

Исходя из идеи де Бройля о волнах материи, австрийский физик Эрвин Шрёдингер (1887–1961) в 1926 г. вывел основное уравнение т.н. волновой механики, содержащее волновую функцию и позволяющее определить возможные состояния квантовой системы и их изменение во времени. Шрёдингер дал общее правило преобразования классических уравнений в волновые. В рамках волновой механики атом можно было представить в виде ядра, окруженного стационарной волной материи. Волновая функция определяла плотность вероятности нахождения электрона в данной точке.

В том же 1926 г. немецкий физик Вернер Карл Гейзенберг (1901–1976) разработал свой вариант квантовой теории атома в виде матричной механики, отталкиваясь при этом от сформулированного Бором принципа соответствия.

Согласно принципу соответствия, законы квантовой физики должны переходить в классические законы, когда квантовая дискретность стремится к нулю (при увеличении квантового числа). В более общем виде принцип соответствия можно сформулировать следующим образом: новая теория, которая претендует на более широкую область применимости по сравнению со старой, должна включать в себя последнюю как частный случай. Квантовая механика Гейзенберга позволяла объяснить существование стационарных квантованных энергетических состояний и рассчитать энергетические уровни различных систем.

Результаты, к которым приводили методы, используемые в волновой механике Шрёдингера и матричной механике Гейзенберга, оказались одинаковыми, поэтому обе концепции и входят в единую квантовую теорию как эквивалентные.

Однако изначально волновая и матричная механики имели принципиальные различия в подходах. У Шрёдингера частица выступала как чисто волновое образование, т.е. частица есть место волны, в котором сосредоточена наибольшая энергия волны. Интерпретация Шрёдингера представляла собой, по сути, попытку создать более или менее наглядные модели в духе классической физики.

Гейзенберг же сформулировал принцип неопределенности, в соответствии с которым точность определения координаты частицы обратно пропорциональна точности определения её скорости. Принцип неопределенности указывает на то, что частицы могут вести себя как волны – они как бы «размазаны» в пространстве, поэтому можно говорить не об их точных координатах, а лишь о вероятности их обнаружения в определенном пространстве. Таким образом, квантовая механика фиксировала корпускулярно-волновой дуализм – в одних случаях удобнее частицы считать волнами, в других, наоборот, волны частицами.

С принципом неопределенности поначалу соглашались далеко не все физики; его всеобщему признанию предшествовала довольно длительная дискуссия. Осуществлённая Гейзенбергом и развитая Бором интерпретация квантовой теории получила название копенгагенской. В рамках данной интерпретации основным положением квантовой теории выступает принцип дополнительности, означающий требование применять для получения целостной картины изучаемого объекта взаимоисключающие классы понятий, приборов и исследовательских процедур, которые используются в своих специфических условиях и взаимно дополняют друг друга. Принцип дополнительности, таким образом, позволил дополнить классические теории квантовыми, а не противопоставить их друг другу.

Вскоре после того, как Гейзенберг и Шрёдингер разработали квантовую механику, Поль Адриен Моррис Дирак (1902–1984) предложил более общую теорию, в которой элементы специальной теории относительности Эйнштейна сочетались с волновым уравнением. Уравнение Дирака применимо к частицам, движущимся с произвольными скоростями. Спин и магнитные свойства электрона следовали из теории Дирака без каких бы то ни было дополнительных предположений. Кроме того, теория Дирака предсказывала существование античастиц, таких, как позитрон и антипротон, – двойников частиц с противоположными по знаку электрическими зарядами.

Квантово-механический подход к строению атома привёл к созданию принципиально новых представлений о природе химической связи. Уже в 1927 г. Вальтер Генрих Гейтлер (1904–1981) и Фриц Лондон (1900–1954) начали разрабатывать квантовомеханическую теорию химической связи и выполнили приближённый расчет молекулы водорода. Распространение метода Гейтлера–Лондона на многоатомные молекулы привело к созданию метода валентных связей, который разработали в 1928–1931 гг. Лайнус Карл Полинг (1901–1994) и Джон Кларк Слэтер (1900–1976). Основная идея этого метода заключается в предположении, что атомные орбитали сохраняют при образовании молекулы известную индивидуальность. В 1928 г. Полинг предложил теорию резонанса и идею гибридизации атомных орбиталей, в 1932 г. – новое количественное понятие электроотрицательности и шкалу электроотрицательностей, выразил зависимость между электроотрицательностью и энергией химической связи.

Фридрих Хунд, Роберт Сандерсон Малликен (1896–1986) и Джон Эдвард Леннард-Джонс (1894–1954) в 1929 г. создали основы метода молекулярных орбиталей. В основу ММО заложено представление о полной потере индивидуальности атомов, соединившихся в молекулу. Молекула, таким образом, состоит не из атомов, а представляет собой новую систему, образованную несколькими атомными ядрами и движущимися в их поле электронами.

Фридрих Хунд предложил также современную классификацию химических связей; в 1931 г. он пришёл к выводу о существовании двух основных типов химических связей – простой, или σ -связи, и π -связи. Эрнст Хюккель (1896–1980) распространил метод МО на органические соединения, сформулировав в 1931 г. правило ароматической стабильности ($4n+2$), устанавливающее принадлежность вещества к ароматическому ряду.

Таким образом, в квантовой химии сразу выделились два различных подхода к пониманию химической связи: метод молекулярных орбиталей и метод валентных связей. Сравнивая эти два метода, нетрудно заметить известные аналогии с теориями структурной химии XIX века – различия этих методов напоминают различия между новой теорией типов и теорией валентности. ММО, как некогда новая теория типов, рассматривает молекулу как принципиально новое, единое образование; МВС, подобно теории валентности, в значительной степени представляет собой аддитивный подход. Поскольку квантово-механическая модель атома оказалась куда менее наглядной, чем классическая, метод ВС как представление, которое, сохранив наглядность, не слишком противоречило истине, приобретает (особенно поначалу) более широкое распространение. Однако, несмотря на различия в подходах, оба метода приводят к практически одинаковым результатам.

Благодаря квантовой механике к 30-м годам XX века в основном был выяснен способ образования связи между атомами (что, кстати говоря, являлось труднейшим вопросом атомизма, начиная от Левкиппа и Демокрита). Кроме того, в рамках квантово-механического подхода получило корректную физическую интерпретацию менделеевское учение о периодичности.

Список использованных литератур:

1. A.Grenberg From alchemy to chemistry in picture and story WILEY. 2007
2. C.Cobb, H.Goldwhite Creations of Fire Chemistry's Lively History from Alchemy to the Atomic Age // Originally published by Plenum US in 1995, 455 б
3. Умаров Б.Б.; Ниязхонов Т.Н. История химии. - Ташкент, Навруз, 2015. 576 ст.
4. Левченков С.И. Краткий очерк истории химии. Изд. РГУ. 2006.
5. Штрубе В. Пути развития химии. Т. 1,2 - Москва: Мир. 1984.
6. Азимов А. Краткая история химии. - Москва: Мнр.1982.
7. М. Джуга. История химии. - Москва: Мир. 1975.
8. Фигуровский М.Н. Очерк общей истории химии. - Москва: Наука. 1978.

Интернет сайты

9. www.nuuz.uz.
10. www.natlib.uz
11. www.ziyonet.uz
12. www.chemexpress.fatal.ru.

Самостоятельные работы выдаются студентам с целью глубокого изучения предмета, по темам лекции, но не выданных во время лекционных занятий.

Часы самостоятельных работ формируются вне часов, отведенных для подготовки семинарских работ.

Студенты во время занятий слушают лекции профессоров и преподавателей. Вне аудитории готовятся к занятиям, конспектирует литературу, выполняет домашнее задание. Результаты самостоятельного обучения оцениваются на основе рейтинговой системы.

Самостоятельная работа студентов состоит из выполнения домашних заданий, самостоятельного изучения новых знаний по учебникам и литературам, сбором сведений используя интернет источники и научно-исследовательской работой.

Проверка и оценивание домашних работ осуществляется преподавателем, который проводит практические занятия, а конспекты и степень изучения самостоятельных тем оценивается преподавателем, который читает лекции.

Темы рекомендуемые для самостоятельных работ:

1. Анализ возникновения химии и алхимии.
2. Возникновении производства бумаги.
3. Формирование понятий об элементах.
4. Роберт Бойль и его роль при переходе на рациональный путь химии.
5. Жизнь и научная деятельность М.В.Ломоносова.
6. Антифлогистическая теория Лавуазье.
7. Важное место Восточных ученых и мыслителей при истории химии.
8. Атомная реформа С.Канницаро.
9. Строение атома и периодическая система Д.И. Менделеева.
10. Формирование понятий о валентности.
11. Создание квантовой механики и развитие химии.
12. История изучения комплексных соединений.
13. Элементарные частицы и история их открытия.
14. Принципы использования атомной энергии для мирных целей.
15. История развития органической химии.
16. Научная деятельность Либиха.
17. Электрохимия.
18. Дуалистическая теория Берцелиуса.
19. Натуральное органическое сырьё – источник органических веществ.
20. Природные источники неорганических веществ.
21. Основные химические продукты производимые в Узбекистане.
22. Этапы развития биохимии.
23. Возникновения нанотехнологии.
24. Формирование синтеза органических веществ.
25. Этапы развития нефтяной промышленности.
26. Обоснование экспериментальной химии.
27. Формирование металлургии.
28. Формирование синтеза красок.
29. Формирование производства удобрений.
30. Изобретение взрывающих веществ.

По вышеуказанным самостоятельно изучающимися темам студентам рекомендуется приготовить рефераты и презентаций.

Термины	
<i>Авиценна</i>	Абу Али Хусейн ибн Абдаллах ибн Сина - великий ученый, философ, врач, музыкант. Жил в Средней Азии и Иране, был врачом и визирем при разных правителях. Трактаты Ибн Сины были необычайно популярны на Востоке и на Западе, энциклопедия теоретической и клинической медицины «Канон врачебной науки» — обобщение взглядов и опыта греческих, римских, индийских и среднеазиатских врачей — была много веков обязательным руководством, в том числе в средневековой Европе.
<i>Аль-Фараби</i>	Абу Наср Мухаммад ибн Мухаммад ибн Тархан ибн Узлаг Аль-Фараби, известный на средневековом мусульманском Востоке как «Второй учитель» (т. е. второй после Аристотеля), родился в г. Фарабе, расположенном на Сырдарье при впадении в нее р. Арысь, в 870 г. в тюркской семье. Бассейн Сырдарьи — колыбель древней цивилизации, сыгравшей в истории Казахстана такую же роль, как Нил для Египта, Тигр и Евфрат для Месопотамии
<i>Ар-Рази</i>	арабский алхимик (865-925), ставший известным в Европе под именем Разес, занимался медициной и алхимией. Он завоевал почти такую же известность, как и Джабир. Он описал методику приготовления гипса и наложения гипсовой повязки для фиксации сломанной кости. Он изучил и описал металлическую сурьму.
<i>Беруни</i>	Абу Райхан Беруни (Бируни; Абу Райхан Мухаммад Ибн Ахмад аль-Бируни) - был энциклопедически грамотным человеком, с разносторонними интересами. Арабский язык, грамматику и стилистику Беруни выучил сам. Кроме того, он знал девять языков Востока (помимо хорезмийского и арабского), в том числе санскрит и хинди, а также греческий и латынь.
<i>Болос</i>	представитель греко-египетской химии, использовал имя Демокрита, и поэтому его называли Болос-Демокрит или Псевдо-Демокрит.
<i>Глаубер Иоганн Рудольф</i>	Врач по образованию, он занимался разработкой и совершенствованием методов получения различных химических веществ. Глаубер мог получать крепкую серную кислоту перегонкой железного купороса, квасцов или сульфата цинка.
"Канон врачебной науки"	- одна из самых выдающихся книг в истории медицины. По существу он представляет собой целую медицинскую энциклопедию, рассматривающую с большой полнотой (в пределах знаний того времени) все, что относится к здоровью и болезням человека.
<i>Парацельс, Теофраст</i>	Основатель ятрохимии - швейцарский немец утверждавший, что "настоящая цель химии заключается не в изготовлении золота, а в приготовлении лекарств".
<i>Период преалхимический</i>	от начала цивилизации до IV в. нашей эры. Этот период отличается отсутствием понятий, обобщающих приобретенные практические знания, передававшиеся по традиции из поколения в поколение кастами жрецов.

<i>Период алхимический -</i>	с IV в. нашей эры до XVI в. Он характеризуется, кроме веры в магическую силу <i>философского камня</i> , поисками <i>эликсира долгодетия</i> , <i>алкагеста</i> , или универсального растворителя, а также созданием мифов, из которых знаменитым стал миф о Гермесе Трисмегисте. Алхимический период можно в свою очередь разделить на подпериоды, которые обозначаются именами народов, практиковавших «превращение» неблагородных металлов в золото или серебро. Имеется, таким образом, алхимия египетская, греческая, арабская, раннего и позднего средневековья, натуральной магии и т. д.
<i>Период объединения химии</i>	охватывает XVI, XVII и XVIII вв. и состоит из четырех подпериодов: ятрохимии, пневматической химии (химии газов), теории флогистона и антифлогистической системы Лавуазье.
<i>Подпериод ятрохимии,</i>	заканчивающийся во второй половине XVIII в., характеризуется трудами Парацельса и идеей присоединения химии к «великой матери» - медицине, на которую смотрели как на универсальную науку. В течение этого подпериода родилась настоящая прикладная химия, которую можно рассматривать как начало современной промышленной химии, поскольку в этот подпериод развились металлургия, производство стекла и фарфора, искусство перегонки и т. д.
<i>Подпериод пневматической химии</i>	характеризуется исследованием газов и открытием газообразных простых тел и соединений. Кроме Бойля открывшего известный закон зависимости объема газа от давления, с пневматологией связаны имена Блэка, Кавендиша, Пристли, Фонтаны и др. Все эти великие химики, за исключением Бойля, которого в известном отношении можно считать предвестником следующего периода, были приверженцами теории флогистона.
<i>Подпериод теории флогистона</i>	по времени почти совпадает с периодом пневматической химии. Он характеризуется широким распространением теории флогистона, созданной на рубеже XVII и XVIII вв. Г. Э. Шталем для объяснения явлений горения и обжигания металлов. Представление о флогистоне, предшественником которого было понятие <i>terra pinguis</i> И. И. Бехера, быстро распространилось и почти в течение века господствовало при объяснении химических явлений. Люди выдающегося ума, как, например, Пристли и Блэк, были настолько захвачены идеей флогистона, что так и не осознали роли полученного и исследованного ими кислорода в явлениях горения и обжигания.
<i>Подпериод антифлогистической системы</i>	характеризуется новаторскими трудами Лавуазье, который, изучая горение и обжигание, не только выяснил и сделал очевидной для других роль кислорода в этих явлениях, разрушив тем самым основу теории флогистона, но также внес четкость в понятие химического элемента и доказал экспериментально закон сохранения вещества
<i>Период количественных законов</i>	охватывает первые шестьдесят лет XIX в. и характеризуется возникновением и развитием атомной теории Дальтона, атомно-молекулярной теории Авогадро, экспериментальными исследованиями по определению атомных весов, установлением и обоснованием правильных атомных весов, разработкой атомной реформы Канницаро с

	его точными формулировками основных понятий: атом, молекула, эквивалент.
<i>Пруст Луи Жозеф</i>	родился в Анжере, был учеником Руэля, управляющим аптекой больницы Сальпетриер в Париже, профессором химии в Мадриде (с 1791 по 1808 г.) и, наконец, потеряв кафедру вследствие испанской войны, был избран в 1804 г. членом-корреспондентом Национального института, а в 1816 г.— действительным членом Парижской Академии наук.
<i>Рихтер Иаремия</i>	Он был химиком-технологом, далеким от преподавательской деятельности и теоретических исследований
<i>«Фармакогнозия в медицине»</i>	Капитальный труд Беруни - («Китаб ас-Сайдана фит-т-тибб») имеет большое значение и в настоящее время. В этой книге он подробно <i>описал около 880 растений</i> , их отдельные части и выделения; привел их точные описания, упорядочил терминологию. Описание растений сопровождается рисунками с их изображениями. «Сайдана» («Фармакогнозия») содержит также богатый материал о распространении лекарственных растений и их ареалах.

1. Азимов А. Краткая история химии. - Москва: Мир. 1982.
2. A.Grenberg From alchemy to chemistry in picture and story WILEY. 2007
3. Березин М.Б. Курс лекций - www.isc-ras.ru/?q=ru/deyatelnost/izdatelskaya-deyatelnost/
4. Будников Г.К., Сорокина Т.Д. История и методология химии в Казанском университете. Казань: изд-во КГУ, 2006. 165 С.
5. Быков Г.В. История органической химии. –Москва: Наука. 1981.
6. Введение в историю химической науки - [www.chem.msu.ru /rus/teaching/bogatova/razrabotka.pdf](http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/bogatova/razrabotka.pdf)
7. С.Cobb, H.Goldwite Creations of Fire Chemistry's Lively History from Alchemy to the Atomic Age // Originally published by Plenum US in 1995, 455 о.
8. Владимиров А. А. Зеленев, Л. А. История и философия науки [Электронный ресурс]: Уч.пособ. для магистров, соискателей и аспирантов/ - 2-е изд., стереотип. - М. : Флинта: Наука, 2011.- 472 с.
9. М. Джуа. История химии. - Москва: Мир. 1975.
10. Каргин Ю.М., Будников Г.К. Очерки истории электрохимии органических соединений в Казани. Казань: изд-во КГУ, 2006. 154 С.
11. Краткая история химии. Развитие идей и представлений в химии - <http://e.lanbook.com>
12. Левченков С.И. Краткий очерк истории химии - Изд. РГУ. 2006.
13. Мирзиёев Ш.М. Мы все вместе построим свободное, демократическое и просвещающее государство Узбекистан. Ташкент, “Узбекистан”, 2017. - 29 с.
14. Мирзиёев Ш.М. Обеспечение верховенства закона и интересов человека – гарантия развития страны и благополучия народа. “Узбекистон”, 2017. - 29 ст.
15. Мирзиёев Ш.М. “Узбекистан” НМИУ, 2017. -485 ст.
16. Миттова, И.Я. История химии с древнейших времен до конца XX века / - Долгопрудный: Интеллект, 2012.- Т.1.- 411 с.
17. Миттова, И.Я. История химии с древнейших времен до конца XX века / - Долгопрудный: Интеллект, 2012.- Т.2.- 623 с.
18. Умаров Б.Б., Ниязхонов Т.Н; История химии. – Т.; Навруз, 2015. 576 ст.
19. Фигуровский М.Н. Очерк общей истории химии. - Москва: Наука. 1978
20. Флавицкий Ф. М. История возникновения и развития лаборатории физической химии /Ф.М. Флавицкий, проф. имп. Казан. ун-та. Казань : Типо-литогр. Императорского университета, 1914 .8 с
21. Штрубе В. Пути развития химии. Т. 1,2 - Москва: Мир. 1984.

Интернет-ресурсы:

22. www.nuuz.uz.
23. www.natlib.uz
24. www.ziyonet.uz
25. www.chemexpress.fatal.ru.

ПРИЛОЖЕНИЯ

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ
ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ

МИРЗО УЛУҒБЕК НОМИДАГИ ЎЗБЕКИСТОН МИЛЛИЙ
УНИВЕРСИТЕТИ

“ТАСДИҚЛАЙМАН”

ЎзМУ ректори:

2018 йил “13” 07



“КЕЛИШИЛДИ”

Олий ва ўрта махсус таълим вазирлиги

2018 йил “25” 08

Руйхатга олинди: № БД-5140500 - 2.08

2018 йил “18” 08

КИМЁ ТАРИХИ

ФАН ДАСТУРИ

Билим соҳаси: 100000– Гуманитар

Таълим соҳаси: 140000– Табiiй фанлар

Таълим йўналиши: 5140500 – Кимё

Тошкент – 2018

Фан дастури Олий ва ўрта махсус, касб-хунар таълими йўналишлари бўйича
Ўқув-услубий бирлашмалар фаолиятини Мувофиқлаштирувчи Кенгашнинг 2018
йил "18" 08 даги 4 -сонли баённомаси билан маъқулланган.

Ўзбекистон Республикаси Олий ва ўрта махсус таълим вазирлигининг 2018
йил "25" 08 даги 744 -сонли буйруғи билан маъқулланган фан
дастурларини таянч олий таълим муассасаси томонидан тасдиқлашга розилик
берилган.

Фан дастури Ўзбекистон Миллий университетда ишлаб чиқилди.

Тузувчи:

Нуралиева Г.А. -Умумий ва ноорганик кимё кафедраси доц.,
кимё фанлари номзоди.

Такризчилар:

Азизов Т.А. -ЎзР ФА Умумий ва ноорганик кимё институти
лаборатория мудирини, к.ф.д., профессор.

Даминова Ш.Ш. - Ўзбекистон-Япония ёшлар инновацион
маркази ДК лаборатория мудирини, доценти,
кимё фанлари номзоди.

Фан дастури Мирзо Улугбек номидаги Ўзбекистон Миллий университети
Кенгашида кўриб чиқилган ва тасдиққа тавсия қилинган (2018 йил "3"
07 даги "3" -сонли баённома).

I. Ўқув фанининг долзарблиги ва олий касбий таълимлаги ўрни

Ушбу фан кимё фанининг асосий қонунларининг яратилиш тарихининг чуқур асосларини билиш, ўрганиш ва таҳлил қилиш ҳамда уларни керакли жойда назарий ва амалий билимларни қўллаш билиш ва уни тушунтириш каби масалаларни қамраб олади. Ҳар бир фанни ўрганиш билан бир вақтда унинг пайдо бўлиши, ривожланиши, юксалиши ва бугунги кундаги мавқега эришгунга қадар босиб ўтган йўли, бу йўлнинг айрим босқич ва даврлари, яшаб ижод этган изланувчи, тадқиқотчи олимлар ёки турли касб эгаларининг шу фаннинг яратилишига қўшган ҳиссалари, материяни ўрганишда уларга ёндошиш усуллари билан танишиш катта аҳамиятга эгадир. Демак, фан тарихини ўрганиш шу фанни ҳар томонлама чуқур ва мукамал ички мантиқий боғланган маълумотлар асосида яхлит бир тизим сифатида ўзлаштириш асосий омил ҳисобланади

“Кимё тарихи” фани умумкасбий фанлар блокига киритилган курс ҳисобланиб, 1-курда ўқитилиши мақсадга мувофиқ. “Кимё тарихи” фани табиий фанлар туркумига киради ва барча бакалаврият таълим йўналишларида ўқитилади.

II. Ўқув фанининг мақсади ва вазифаси

Фанни ўқитишдан мақсад - талабаларга кимёнинг фақат бугунги кундаги ўрнини тасаввур қилиш билан чегараланмасдан, у ёки бу ютуқларга тасодифий равишда эмас, чуқур изланишлар, маълум мақсадларга эришиш йўлида қилинган уринишлар, яратилган нотўғри ва тўғри гипотезаларнинг ўрин алмашуви туфайли эришилганлигини тарихий маълумотларга таянган ҳолда илмий асосларини ўргатиш ва уларни амалиётга татбиқ этиш кўникмасини ҳосил қилишдан иборат.

Ушбу мақсадга эришиш учун фан талабаларни назарий билимлар, амалий кўникмалар, кимёвий ҳодиса ва жараёнларга услубий ёндашув ҳамда илмий дунёқарашни шакллантириш вазифаларини бажаради.

Фан бўйича талабаларнинг билим, кўникма ва малакаларига қуйидаги талаблар қўйилади: **Талаба:**

- кимёнинг тарихи, даврларга бўлинганлиги, ҳар бир даврнинг ўзига хос мазмуни ва давомийлиги, кимё атамасининг келиб чиқиш тарихи, атом, элемент, эквивалент тушунчаларининг туб маъноси, ғоялар, гипотезаларни илгари сурган ва тегишли амалий ишларни бажарган энг машҳур олим ва мутафаккирларнинг роли, кимёнинг ўз тарихий ривожланиш жараёни давомида рационал йўлга ўтиши, кашф қилинган муҳим объектив қонуниятларнинг назарий пойдевори, бугунги ютуқлари ва келгусидаги истиқболи тўғрисида **тасаввурга эга бўлиши;**

- кундалик оддий ҳаётий кузатишлар натижасида вужудга келган кимёнинг асосларини, кимёвий қонунларнинг яратилишини, элементларнинг кашф этилиш тарихини, алкимё, флогистон тушунчаларини, илоҳий кучларнинг кимёвий жараёнларни ташкил қилишда мутлақо роли йўқ эканлигини, ҳодиса ва кашфиётларни хронологик классификациялай олишни **билиши ва улардан фойдалана олиши;**

- кимё тарихи фанини, кимёнинг асосий амалий ва назарий фактик материаллари билан биргаликда айна бир вақтда параллел ўрганиш йўли билан, кимёвий ҳодиса ва жараёнларни таҳлил қилиш, кимёнинг ривожланиш тарихидаги муаммолар бўйича ечимлар қабул қилиш **кўникмаларига эга бўлиши керак.**

III. Асосий назарий қисм (маъруза машғулоти)

1-Модул. Кимё тарихининг даврлари

1-мавзу. “Кимё тарихи” фанига кириш

Кимё тарихини ўрганишга бўлган уринишлар. Инсоният ривожланиши тарихини тош, янги тош (неолит), мис, бронза, темир даврларига бўлиниши. Юнон атомистикаси. Атом тушунчасининг пайдо бўлиши. Амалий кимёнинг вужудга келиши. Кимё тарихини ўрганиш босқичлари. Кимё тарихининг давр ва даврларгача ажратилиши.

Кимё ва цивилизация. Кимёнинг предмети. Металлар ва писта кўмири олов - меҳнатнинг универсал воситаси сифатида. Кулолчилик, шиша пишириш ва унга керак бўлган хом-ашёлар. Моддаларни иссиқлик таъсирсиз ўзгартириш.

Эллинизм даврида кимё. Кимё ҳунар ва мўъжиза яратувчи соҳа сифатида.

2-мавзу. Алкимё даври

Алкимёнинг келиб чиқиши ва ўзига хос томонлари. Юнон-Миср алкимёси.

Араб алкимёси. Шарқ алкимёси ва унинг энг машхур намоёндалари. Буюк Шарқ ва Марказий Осиёда мутафаккир ва файласуф олимларнинг намоёндалари ва уларнинг кимё соҳасидаги ишлари (Жобир ибн Хайём, Киндий, Абу Наср Фаробий, Абу Бакр Розий, Абу Райхон Беруний, Абу Али ибн Сино, Мухаммад ибн Мусо ал-Хоразмий, Абдул-Аббос Фарғоний).

Ғарб алкимёси ва у эришган натижалар ва ютуқлар. Алкимёнинг тугалланиши.

3-мавзу. Кимёнинг бирлашиш даври

Даврнинг ўзига хос томонлари. Ятрокимё ва унинг эришган натижалари. Техник кимёнинг XVI ва XVII асрлардаги бошланғич қадамлари. Металлургия, техник кимё намоёндалари ва ютуқлари. Пневмокимё. XVII асрда амалий кимё ва атомистика. Бойль ва унинг замондошлари. Кимёнинг вазифалари тўғрисида айтилган Р.Бойль фикрлари. «Флогистон» назариясининг алкимёга қарши қўйилиши. Г.Шталь, Р.Луллий, Р.Бэконларнинг ғоялари, флогистиканинг бошқа намоёндалари ва тарафдорлари (Блек, Кавендиш, Пристли) ва бошқалар.

Саноат революциясигача кимёвий ҳунаромандчиликнинг ривожланиши. Кимёда янги юксалиш босқичини белгилаган моддалар ва материаллар - шиша, чинни, керамика тузлар, қоғоз ишлаб чиқариш, Кант, Леблан усулларида сода олиш.

Тажрибавий усулларнинг ривожланиши. Ломоносовнинг илмий фаолияти.

Лавуазье XVIII асрнинг машхур кимёгари унинг ўзига хос ўрни, ҳаёти ва фаолияти. Флогистон назариясига қарши кураш. Лавуазье лабораторияси. Берцелиуснинг кимёвий анализ соҳасидаги ишлари. Моддаларнинг таркиби ва хоссалари тўғрисидаги фикрларнинг шаклланиши. Янги элементларнинг кашф қилиниши. Элемент тушунчасининг эволюцияси. Кимёвий номенклатуранинг киритилиши.

4-мавзу. Микдорий қонунлар даври

XIX асрнинг дастлабки 60 йили мобайнида ҳозирги замон кимёсининг энг муҳим қонун ва қоидалари (эквивалент, таркибнинг доимийлик, каррали нисбатлар қонунлари Дальтоннинг атом назарияси. Газларнинг ҳажмий бирикиш қонунлари) Гей-Люссак. Авогадронинг молекуляр назарияси. Атом массаларини реформа қилиш

электролиз қонунларининг кашф қилиниши (Фарадей ишлари). С. Канниццаронинг атом реформаси. XIX ва XX асрларга келиб органик кимёнинг ривожланиши. У.Перкин ва Байерларнинг ишлари. Органик кимё ва кимёвий назариялар. Мураккаб радикаллар, металепися, изомерия ва гомологлар. Органик моддаларнинг тузилиш, назариялари. XX асрда органик кимёнинг тараққиёти. Органик синтез (Фишер, Каррер Вудворд, Хоффманларнинг органик синтез соҳасидаги, Уотсон ва Крикларнинг ДНК ва РНК ларнинг иккиламчи тузилишини аниқлаш бўйича эришган оламшумул ютуқлари). Прегл томонидан органик реакцияларни микроанализ методи воситасида ишлаб чиқилиши.

Элементларнинг даврий системаси. Даврий жадвалнинг хиллари. Д.И.Менделеевнинг элементлар даврий системаси. Даврий қонун. Радиоактивлик.

Кимёвий боғланиш назариясининг яратилиши. Биоорганик кимё ва унинг ютуқлари. Трансуран элементларнинг кашф этилиши.

2-модул. Классик кимё даври

5-мавзу: Кимёнинг ривожланиш босқичлари

Аналитик кимё, физик кимё, биорганик кимё ва юқори молекуляр бирикмалар кимёси фанларининг ривожланиши.

Кимёвий анализнинг метрологик асослари. Оптик, спектрал ва электрокимёвий анализ усуллари. Радиокимёвий ва спектроскопик анализ усуллари. Аналитик кимёда замонавий физик-тадқиқотларнинг қўлланиши.

Физик кимёнинг ривожланиш босқичлари. XX асрда квант-механика ва квант кимёнинг вужудга келиши.

Биорганик кимё ва унинг аҳамияти. Биорганик кимёнинг вужудга келиши. Витаминлар, антибиотиклар ва синтетик витаминларнинг очилиши ва аҳамияти.

Мономер, сополимер. Каучук. Резина ишлаб чиқарилишнинг йўлга қўйилиши. Пластмассалар ва полимер материаллар, табиий полимерлар, синтетик толалар, полимер композицион материалларнинг кашф этилиши.

XX асрда структуравий анализ усуллари ва уларнинг истиқболлари. Рентген структуравий анализ, электронография, нейтронография, ультрабинафша, инфрақизил, ядро магнит резонанс, хромато-масс-спектрокопия усуллари ва “нишонланган атомлар” нинг кашф этилиши ва қўлланилиши.

XXI аср кимёси

XXI асрда биокимё. “Кимёвий тиббиёт”, биомолекуляр объектлар билан ишлаш. Биокоординацион бирикмалар ва биологик микрочипларнинг келажаги. Кимёвий биотехнология ва биополимерларнинг вужудга келиши. Биокимёнинг ишлатилиш соҳалари (радиацион биокимё, биотехнологиялар, озик-овқат, тиббиёт, фармацевтика ва қишлоқ хўжалиги соҳасида).

Кимёвий нанотехнологиянинг шаклланиши ва ютуқлари. Ўта кичик ўлчамдаги материаллар олиш. Кимёвий технология ва ишлаб чиқариш жараёнларининг такомиллаштириш босқичлари

Молекуляр ва супрамолекуляр кимё. Фотокаталитик синтез. Фемтокимё (ўта тезкор жараёнлар кимёси). Магниткимё. Биогеохимё, коинот кимёси ва астрокимё гибрид фанларнинг вужудга келиши.

IV. Семинар машғулотларини ташкил этиш бўйича кўрсатма ва тавсиялар

Семинар машғулотларини тавсия этиладиган мавзулари:

1. Инсоният цивилизацияси ва амалий кимё. (металларга қайта ишлов бериш ва уларнинг қотишмалари, бўёқ, сопол, шиша)
2. Материянинг тузилиши тўғрисида қадимги юнон файласуфларининг фикр ва ғоялари. Дастлабки кимёда атом, элемент тушунчалари. Кимё иборасининг келиб чиқиш тарихи.
3. Алкимё. Юнон-Миср алкимёси. Араб алкимёси. Машхур араб алкимёгарлари ва уларнинг ишлари. Ғарб алкимёси. Машхур ғарб алкимёгарлари ва уларнинг ишлари.
4. Ятрокимё. Пневмокимё ва унинг машхур намоёндалари.
5. Бойлнинг физикавий, кимёвий ва корпускуляр соҳалардаги тадқиқотлари ва уларнинг тарихий аҳамияти.
6. Флогистон назариясининг кимё тарихида тутган ўрни.
7. А Лавуазьенинг ёнишнинг кислород назарияси. Лавуазьенинг кимё тарихидаги ўрни ва илмий фаолияти.
8. Кимёнинг асосий қонунларининг кашф қилиниш тарихи.
9. Атом-молекуляр таълимотнинг шаклланиши.
10. С.Канницаронинг атом реформаси. Кимёвий эквивалент.
11. Электролиз. М.Фарадей ишлари.
12. Органик кимё ва тузилиш назариясининг яратилиши. Бутлеров, Купер, Кекуле ишлари. Валентлик назарияси ва унинг эволюцияси.
13. Элементларнинг кашф этилиши ва даврий система. Радиоактивлик.
14. Квант механика ва квант назариясининг шаклланиши.
15. Физикавий кимёнинг ривожланиш тарихи.
16. Ҳозирги замон физикаси ва кимёси ўртасидаги боғланиш.

V. Мустақил таълим ва мустақил ишлар

Мустақил таълим учун тавсия этиладиган мавзулар:

1. Кимё ва алкимёнинг келиб чиқишини таҳлил қилиш.
2. Қоғоз ишлаб чиқаришнинг вужудга келиши. Китоб нашр қилишнинг кашф қилиниши (Гутенберг) ва унинг амалий аҳамияти.
3. Элемент тўғрисидаги тушунчаларнинг шаклланиши.
4. Пневмокимё. Бойль (1660)-Мариотт (1667) қонуни, Шарль-Гей-Люссак қонунларининг (1802) кашф қилиниш.
5. Кавендиш, Пристли ва Шееле кашфиётлари
6. М.В.Ломоносовнинг ҳаёти ва илмий фаолияти.
7. Лавуазьенинг антифлогистик назарияси.
8. Шарқ олимлари ва мутафаккирларининг кимё тарихида тутган муҳим ўрни.
9. С.Канницаронинг атом реформаси.
10. Атом тузилиши ва Д.И. Менделеевнинг даврий системаси.
11. Валентлик тушунчасининг шаклланиши.
12. Квант механиканинг яратилиши ва кимёнинг тараққиёти.
13. Кимё соҳасидаги Нобель мукофоти совриндорлари ва ютуқлари
14. Элементар заррачалар ва уларнинг кашф қилиниш тарихи.
15. Атом энергиясидан тинчлик мақсадларда фойдаланиш принциплари
16. Органик кимёнинг ривожланиш тарихи.
17. Либихнинг илмий фаолияти.
18. Электрокимё. Берцелиуснинг дуалистик назарияси.

19. Ўзбекистонда ишлаб чиқариладиган асосий кимёвий маҳсулотлар.
20. Биокимё соҳасининг ривожланиш босқичлари.
21. Кимёвий нанотехнологиянинг шаклланиши ва ютуқлари
22. Кимёвий технология ва биотехнологиянинг шаклланиш босқичлари
23. Органик моддалар синтезининг шаклланиши.
24. Нефть саноатининг ривожланиш босқичлари.
25. Тажрибавий кимёга асос солиниши.
26. Металлургиянинг шаклланиши.
27. Бўёқлар синтезининг шаклланиши.
28. Ўғитлар ишлаб чиқаришнинг шаклланиши.
29. Портловчи моддаларнинг кашф этилиши.
30. Координацион бирикмалар кимёси “Таркиб-тузилиш-хосса” тиизимидаги тадқиқотларнинг шаклланиши.
31. Гибрид фанларнинг келажаги (фотокаталитик синтез, фемтокимё-ўта тезкор жараёнлар кимёси, магниткимё, биогеокимё, коинот кимёси ва астрокимё).
32. Қишлоқ хўжалик зараркундаларига қарши курашиш воситаларининг вужудга келиши тарихи.
33. Ўзбекистоннинг машҳур кимёгар олимлари ва уларнинг илмий фаолияти.
34. Пластмассалар ва полимер материаллар, табиий полимерлар, синтетик толалар, полимер композицион материалларнинг кашф этилиши.

Мустақил ўзлаштирадиган мавзулар бўйича талабалар томонидан рефератлар тайёрлаш ва тақдимот қилиш тавсия этилади.

VI. Асосий ва қўшимча ўқув адабиётлари ҳамда ахборот манбалари

Асосий адабиётлар

1. Умаров Б.Б., Ниязхонов Т.Н; Кимё тарихи. - Тошкент, Наврўз, 2015. 576 б.
2. Фигуровский М.Н. Очерк общей истории химии. –Москва: Наука.1978
3. С.Cobb, Н.Goldwite Creations of Fire Chemistry’s Lively History from Alchemy to the Atomic Age//Originally published by Plenum US in 1995. 455b.

Қўшимча адабиётлар

4. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги “Ўзбекистон Республикasinн янада ривожлантириш бўйича ҳаракатлар стратегияси тўғрисида” ги ПФ-4947-сонли Фармони. Ўзбекистон Республикаси қонун ҳужжатлари тўплами, 2017. 6-сон, 70-модда.
5. Миттова И.Я, Смайлов А.М.История химии древнейших времен до конца XX века. Т 1-2009, Т 2-2012.
6. A.Grenberg. From alchemy to chemistry in picture and story WILEY,2007.
7. Левченков С.И. Краткий очерк истории химии. Изд. РГУ. 2006
8. Штрубе В. Пути развития химии. Т.1,2 - Москва: Мир.1984
9. Азимов А. Краткая история химии. -Москва: Мир.1982
- 10.М. Джуа. История химии. -Москва: Мир.1975
11. Быков Г.В. История органической химии. –Москва: Наука. 1981

Интернет сайтлари

12. www.nuuz.uz.
13. www.natlib.uz
14. www.ziyonet.uz
15. www/xumuk.ru/. Сайт о химии для химиков

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

ГУЛИСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ФАКУЛЬТЕТ ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

КАФЕДРА "ХИМИЯ"



Проректор по учебной части ГулГУ
Ф.Г.Шарипов

2018 г.

**РАБОЧАЯ УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА
ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ИСТОРИЯ ХИМИИ»**

Область знаний: - 100000 – Гуманитарная сфера
Область образования: - 140000 – Естественные науки
Направление образования: - 5140500 – Химия

Общие часы: - 64
Всего учебных часов - 34
Из них:
Лекций - 16
Семинаров - 18
Самостоятельной работы - 30

Гулистан - 2018

Рабочая учебная программа разработана в соответствии с типовой учебной программой по Истории химии (№ БД – 5140500- 3.13), утвержденной Министерством Высшего и Среднего Специального Образования РУз. Протокол №__ от _____ 2018 года

Составитель: Ш.К.Ташбаева - старший преподаватель кафедры Химии, ГулГУ

 (подпись)

Рецензент: У.А.Абдурахманова – к.х.н., доцент кафедры Химии, ГулГУ

 (подпись)

Рабочая учебная программа обсуждена на заседании кафедры «Химии» и рекомендована для рассмотрения в Совет факультета «Естественные науки». Протокол № 1 от 23 08 2018 года

Заведующая кафедрой:  доц. У.К.Абдурахманова

Рабочая учебная программа рассмотрена на заседании Совета факультета «Естественные науки» и рекомендована для утверждения на Совет ГулГУ. Протокол № 1 от 24 08 2018 года

Декан факультета:



А.У.Юлдашов

Рабочая учебная программа рассмотрена и утверждена на заседании Совета Гулистанского государственного университета. Протокол № 1 от 29 08 2018 года

I. Актуальность учебной дисциплины и её место в высшем профессиональном образовании

История химии изучает и описывает сложный процесс накопления специфических знаний относящихся к изучению свойств и превращений веществ. Её можно рассматривать как пограничную область знания, которая связывает явления и процессы, относящиеся к развитию химии, с историей человеческого общества.

Историю химии принято подразделять на несколько периодов, при этом следует учитывать, что эта периодизация, будучи достаточно условной и относительной, имеет скорее дидактический характер.

Значит, изучение историю предмета является основным фактором как целая система освоит этого предмета всесторонне глубоко и полностью, внутри логично связанными данными.

Дисциплина “История химии” относится к блоку общепрофессиональным дисциплинам и обучения курса целесообразно на 1-курсе. Предмет “История химии” считается естественной наукой и обучается во всех направлениях бакалавриата

II. Цели и задачи учебной дисциплины

Цель обучения предмета - понимание специфики химических знаний и их роль в современном обществе

Задачи – уяснение истории развития химического знания, анализ структуры химического знания и его основных концептуальных уровней

2.1.. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

способностью *понимать* движущие силы и закономерности исторического процесса; место человека в историческом процессе, политической организации общества

способностью в условиях развития науки и техники к критической переоценке *накопленного опыта* и творческому анализу своих возможностей

владеет основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, *имеет навыки работы* с компьютером как средством управления информацией

В рамках осуществляемых задач, решаемых в процессе усвоения содержания, курса Истории химии бакалавр должен знать:

-каково периодизация истории химии, содержание и продолжительность каждого периода, историю происхождения названия предмета химией, истинное значение понятий атом, элемент, эквивалент, роль видных философов, естествоиспытателей живших в пределах каждого периода, выдвинувших научно-обоснованные гипотезы осуществивших соответствующие экспериментальные исследования, что является научной основой важнейших объективных законов химии, переход химии на рациональный путь, знать сегодняшнее состояние и перспективы развития химии и технологии в будущем;

Студент должен уметь осуществлять как опыты, возникшие в химии в свое время, как ремесло, так и научно обоснованные эксперименты.

Студент должен иметь соответствующие навыки, понимая разницу между повседневно проводимыми операциями в виде ремесла и научно осмысленными целенаправленными простыми и сложными лабораторными экспериментами. Студент должен быть убежден в антинаучности алхимии, теории флогистона, роли посторонних сил в возможности успешного осуществления того или другого эксперимента. Только выяснение причинности процессов и объективной реальности материи будет способствовать воспитанию такого убеждения. Хронологическая классификация и упорядочение явлений и открытий является также важнейшим стимулом успешного усвоения данного предмета, и рассматриваются как необходимая задача решаемая студентом.

Необходимо, чтобы студент осуществлял параллельное изучение, как Историю химии, так и научных основ и фактического материала курса химии. Это позволит ему стать одаренным и полноценным специалистом химиком.

Химик должен уметь рассматривать химические вещества как упорядоченная система микрообъектов. Благодаря этому навыку будут ясны причины наличия атомов, молекул, ионов, кристаллов, а также обладание ими самых разнообразных химических, физических и физико-химических свойств. Эти навыки, и знания характеризуют квалификацию каждого специалиста, отличают его от специалистов других областей.

В результате освоения дисциплины студент:

1. **должен знать:** историю химии - это часть химии и как часть истории культуры; содержание и основные особенности современной химии; методологические проблемы химии, фундаментальные понятия химии и эволюцию их содержания, основные законы химии, классификацию основных методов исследования в химии; основные этапы развития химии, научные достижения наиболее выдающихся зарубежных и российских химиков, место химии в современном мире, в науках о жизни и в науках о земле и ее роль в мировоззрении личности.

2. **должен уметь:** выделять химическую составляющую в нарушении природного баланса в результате антропогенного воздействия на примерах ряда химических катастроф последнего столетия и давать им общую оценку возможных отдаленных последствий.

3. **должен владеть:** логикой исторического развития химии.

4. **должен демонстрировать способность и готовность:** понимать сущность и значение информации химического характера в оценке качества жизни и развитии современного информационного общества.

Приобретение вышеперечисленных навыков и умений является основной и главной целью учения и обучения в бакалавриате.

III. Темы лекций по предмету и распределение часов

№	Разделы и темы предмета и сущность лекции	Часы			
		Всего	Лекция	Семинар	Самостоятельные работы
1.	1-модуль. Периоды истории химии. Введение в предмет «История химии». Разделение истории развития человечества на каменный,	6	2	2	2

	<p>неолитный, медный, бронзовый, железные века. Основываясь на практических успехов использование в данных периодах, природные сырьё - камни, руды, и дерева, для приготовления из них оружия, приборов домашнего хозяйства и предметов украшения.</p> <p>Возникновение учения существования элементов первоначал -воды (Фалес- Милетский), воздуха (Анаксимен -585-525), огня (Гераклит 540-475), земли (Эмпедокл 490-430).</p> <p>Признание (Аристотель) этих «элементов» не субстанциями, а лишь носителями качеств -теплоты (огонь), холода (вода), сухости (земля) и влажности (воздух) и внесение пятого элемента(Аристотель)- понятия эфир (блестящий)</p> <p>Греческая атомистика. Внесение понятия атом (Левкипп 500-400), Демокрит (470-390)и возникновение теории атома.</p> <p>Эпикур и Тит Лукреций Кар последние последователи Левкиппа и Демокрита.</p> <p>Возникновение химии и разделение его истории на периоды и под периоды.</p> <p>Химия и цивилизация. Предмет химии. Металлы и древесный уголь, огонь - в качестве универсального средства труда. Гончарное искусство, стекловарение и необходимые сырьё их производства. Изменение веществ без действия теплоты</p> <p>Химия в эллинистический период. Химия в качестве ремесла и магии.</p>				
2.	<p>Алхимический период. Возникновение алхимии, ее особенности. Греко-римская алхимия. Арабская алхимия. Алхимики Востока и выдающийся их деятели.</p> <p>Выдающие деятели и ученые философы Востока и Центральной Азии и их работы в области химии. (Жабир ибн Хайям, Киндий, Абу Наср Фарабий, Абу Бакр Разий, Абу Райхон Беруний, Абу Али ибн Сина, Мухаммад ибн Мусо ал-Хоразмий, Абдул-Аббос Ферганий. Европейская алхимия результаты и успехи, достигнутые Европейской алхимией. Конец алхимии. Период объединения в химии.</p>	10	4	2	4
3.	<p>Период объединения. Особенности периода. Ятрохимия и ее результаты. развитие технической химии XVI и XVII вв. Metallургия, деятели технической химии и их успехи. Пневмохимия. Практическая химия и атомистика в XVII в. Р.Бойль и его современники. Идеи, высказанные Р.Бойлем о задаче химии. Противопоставление теории «Флогистона» к алхимии. Идеи Г. Штала, Р. Луллия, Р.Бекона.</p>	12	2	4	6

	<p>Развитие химического ремесленничества до промышленной революции. Изобретенные вещества и материалы, определяемые новое развитие в химии - стекло, фарфор, керамика, соли, производства бумаги. Производства соли по методу Канта, Леблана.</p> <p>Развитие практических методов. Научная деятельность М.В.Ломоносова.</p> <p>Флогистика и ее возникновение. Г.Шталь, другие деятели и сторонники флогистики (Блек, Кавендиш, Пристли) и др</p> <p>Лавуазье знаменитый химик XVIII века, его особенное место в химии, жизнь и деятельность. Борьба против теории флогистона. Введение химической номенклатуры. Лаборатория А.Лавуазье. Работы Берцелиуса в области химического анализа. Развитие идеи о составе и свойствах веществ. Открытие новых элементов. Эволюция понятия элемент.</p>				
4.	<p>Период количественных законов. Химия XIX века. Создание в начале XIX века важных законов химии: законы эквивалентов, постоянства состава, кратных отношений, атомистической теории Дж.Дальтона, закона объёмных отношений газов, (Гей-Люссак, молекулярная теория Авогадро).</p> <p>Реформа атомных масс. Открытие законов электролиза, работы Фарадея, атомная реформа С. Канниццаро. Развитие органической химии в XIX и XX вв. Работы Байера и У. Перкина.</p> <p>Органическая химия и химические теории. Сложные радикалы, металепсия, изомерия и гомологи. Теории строения органических веществ. Развитие органической химии в XX в. Органический синтез (работы Фишера, Каррера Вудворда, Гофмана в области органической химии и достигнутые мировые успехи Уотсона и Крика при определении вторичной структуры ДНК и РНК). Разработка Преглом органических реакций методом микроанализа. Каталитический органический синтез. Биоорганическая химия и ее значение. Химическая биотехнология.</p> <p>Борьба против сельскохозяйственных вредителей, рациональное использование углеводного сырья.</p> <p>Периодическая система элементов. Виды периодических таблиц. Зависимость периодического закона и устойчивости химических элементов от состава атомных ядер.</p> <p>Переход неорганической химии на новый уровень. Квантовая механика и квантовая химия в XX в. Создание металлоорганических катализаторов (Циглер, Натта). Химия координационных соединений. Создание</p>	14	4	4	6

	химической теории связи. Объяснение пространственного строения веществ на основе электронных конфигураций атомов и молекул.				
5.	<p>2-модул. Период классической химии.</p> <p>Этапы развития химии</p> <p>Развитие предметов аналитической, физической, биоорганической химии и химии высокомолекулярных соединений.</p> <p>Метрологические основы анализа. Оптический, спектральный и электрохимические методы анализа. Радиохимический и спектроскопический анализ.</p> <p>Этапы развития физической химии. Формирование квантовой механики и квантовой теории в XX веке.</p> <p>Биоорганическая химия и её значение в жизни. Открытие витаминов, антибиотиков и синтетических витаминов.</p> <p>Мономер, сополимер. Каучук. Производство резины. Пластмассы и полимерные материалы, натуральные полимеры, синтетические волокна, полимер композиционные материалы.</p> <p>Рентгено-структурный анализ, электронография, нейтронография, УФ-, ИК-, ядро-магнит резонанс, хромато-масс-спектроскопические методы. "Мечение атомы" и их использование.</p>	12	2	4	6
6.	<p>Химия XXI века. Биохимия в XXI веке. "Химическая медицина", работа с биомолекулярными объектами. Биokoординационные соединения и будущее биологических микрочипов. Химическая биотехнология и образование биополимеров. Области применения биохимии.</p> <p>Химическая нанотехнология. Формирование химической нанотехнологии и её достижения. Получение материалов очень малых размеров. Химическая технология и этапы развития процессов производства.</p> <p>Молекулярная и супрамолекулярная химия. Фотокаталитический синтез. Фемтохимия (химия очень скоростных реакций). Магнитохимия. Возникновение гибридных предметов биогеохимии, космохимии и астрохимии.</p>	10	2	2	6
	Всего:	64	16	1 8	30

3.1. Основная теоритическая часть (лекционные занятия)

1-модул. Периоды истории химии.

3.1.1.1. Введение в предмет «История химии». (2 часа). Разделение истории развития человечества на каменный, неолитный, медный, бронзовый, железные века.

Основываясь на практических успехах использование в данных периодах, природные сырьё - камни, руды, и дерева, для приготовления из них оружия, приборов домашнего хозяйства и предметов украшения.

Возникновение химии и разделение его истории на периоды и под периоды.

Химия и цивилизация. Предмет химии. Металлы и древесный уголь, огонь - в качестве универсального средства труда. Гончарное искусство, стекловарение и необходимые сырьё их производства. Изменение веществ без действия теплоты

Химия в эллинистический период. Химия в качестве ремесла и магии.

[A1. 11-30; A2. 10-15; A3. 3-9; 10-13; A4.11-21; Q2.9-16; 17-36; T1. 3-9].

3.1.1.2. Алхимический период. (4 часа). Возникновение алхимии, ее особенности. Греко-римская алхимия. Арабская алхимия. Алхимики Востока и выдающийся их деятели.

Выдающие деятели и ученые философы Востока и Центральной Азии и их работы в области химии. (Жабир ибн Хайям, Киндий, Абу Наср Фарабий, Абу Бакр Разий, Абу Райхон Беруний, Абу Али ибн Сина, Мухаммад ибн Мусо ал-Хоразмий, Абдул-Аббос Ферганий. Европейская алхимия результаты и успехи, достигнутые Европейской алхимией. Конец алхимии. Период объединения в химии.

[A1.31-57; A2. 16-21; 22-29; A3. 13-19; A4. 22-29; A3.20-45; A4.35-51; Q2.16-28; T1.10-21;].

3.1.1.3. Период объединения. (2 часа). Особенности периода. Ятрохимия и ее результаты. развитие технической химии XVI и XVII вв. Металлургия, деятели технической химии и их успехи. Пневмохимия. Практическая химия и атомистика в XVII в. Р.Бойль и его современники. Идеи, высказанные Р.Бойлем о задаче химии. Противопоставление теории «Флогистона» к алхимии. Идеи Г. Шталь, Р. Луллия, Р.Бекона.

Развитие химического ремесленничества до промышленной революции. Изобретенные вещества и материалы, определяемые новое развитие в химии - стекло, фарфор, керамика, соли, производства бумаги. Производства соли по методу Канта, Леблана.

Развитие практических методов. Научная деятельность М.В.Ломоносова.

Флогистика и ее возникновение. Г.Шталь, другие деятели и сторонники флогистики (Блек, Кавендиш, Пристли) и др. Лавуазье знаменитый химик XVIII века, его особенное место в химии, жизнь и деятельность. Борьба против теории флогистона. Введение химической номенклатуры. Лаборатория А.Лавуазье. Работы Берцелиуса в области химического анализа. Развитие идеи о составе и свойствах веществ. Открытие новых элементов. Эволюция понятия элемент.

[A1.59-79; 107-128; 135-154; A2. 30-38; 43-57; A3. 47-50; 51-53; 54-57; 58-67; A1.59-79; 107-128; 135-154; A2. 30-38; 43-57; A3. 47-50; 51-53; 54-57; 58-67; A4. 51-70; A4. 51-70; Q2.29-33; 34-52; Q2.29-33; 34-52; T1. 22-25 T1. 22-25].

3.1.1.4. Период количественных законов. (4 часов). Химия XIX века. Создание в начале XIX века важных законов химии: законы эквивалентов, постоянства состава, кратных отношений, атомистической теории Дж.Дальтона, закона объёмных отношений газов, (Гей-Люссак, молекулярная теория Авогадро).

Реформа атомных масс. Открытие законов электролиза, работы Фарадея, атомная реформа С. Канницаро. Развитие органической химии в XIX и XX вв. Работы Байера и У. Перкина.

Органическая химия и химические теории. Сложные радикалы, металепись, изомерия и гомологи. Теории строения органических веществ. Развитие органической

химии в XX в. Органический синтез (работы Фишера, Каррера Вудворда, Гофмана в области органической химии и достигнутые мировые успехи Уотсона и Крика при определении вторичной структуры ДНК и РНК). Разработка Преглом органических реакций методом микроанализа. Каталитический органический синтез. Биоорганическая химия и ее значение. Химическая биотехнология.

Борьба против сельскохозяйственных вредителей, рациональное использование углеводного сырья.

Периодическая система элементов. Виды периодических таблиц. Зависимость периодического закона и устойчивости химических элементов от состава атомных ядер.

Переход неорганической химии на новый уровень. Квантовая механика и квантовая химия в XX в. Создание металлоорганических катализаторов (Циглер, Натта). Химия координационных соединений. Создание химической теории связи. Объяснение пространственного строения веществ на основе электронных конфигураций атомов и молекул.

[A1.163-218; 229-249; 269-280; 285-306; 329-388; A2. 85-95; 96-104; 105-111; 123-129; 130-150; 154-159; 174-186; 259-265; A3. 16-48; 69- 77; 79- 86; 94-105; A4.71-80; 81-88; 89-100; Q2.53-68; 69-77; 78-91; 92-107; 122-136; 150-179; T1. 26-34; 49-57].

2-модул. Период классической химии.

Этапы развития химии

3.1.2.1. (2 часа). Развитие предметов аналитической, физической, биорганической химии и химии высокомолекулярных соединений. Метрологические основы анализа. Оптический, спектральный и электрохимические методы анализа. Радиохимический и спектроскопический анализ.

Этапы развития физической химии. Формирование квантовой механики и квантовой теории в XX веке.

Биоорганическая химия и её значение в жизни. Открытие витаминов, антибиотиков и синтетических витаминов.

Мономер, сополимер. Каучук. Производство резины. Пластмассы и полимерные материалы, натуральные полимеры, синтетические волокна, полимер композиционные материалы.

Рентгено- структурный анализ, электронография, нейтронография, УФ-, ИК-, ядро-магнит резонанс, хромато-масс-спектроскопические методы. "Мечение атомы" и их использование.

[A1.255-268; 415-421; A2. 187-195; 219-226; A3. 87-93; A4. 101-107; Q2.137-144; T1. 42-49].

3.1.2.2. Химия XXI века. (2 часа). Биохимия в XXI веке. "Химическая медицина", работа с биомолекулярными объектами. Биokoординационные соединения и будущее биологических микрочипов. Химическая биотехнология и образование биополимеров. Области применения биохимии.

Формирование химической нанотехнологии и её достижения. Получение материалов очень малых размеров. Химическая технология и этапы развития процессов производства.

Молекулярная и супрамолекулярная химия. Фотокаталитический синтез. Фемтохимия (химия очень скоростных реакций). Магнитохимия. Возникновение гибридных предметов биогеохимии, космохимии и астрохимии.

3.2. Указание и рекомендации для организации семинарских занятий

Семинарские занятия проводятся в целях расширения и углубления знаний, полученных при чтении лекций, для придания направленности к научно-исследовательским работам, для повышения способностей студентов.

3.2.1. Химические знания в предалхимический период. Начатки атомистики. (2 часа). Цивилизация человечества. Понятия об атоме и элементе при ранней химии. Происхождение термина "химия". Многозначность этого понятия. Греко-египетское происхождение. Китайский след.

Возникновение учения существования элементов первоначал - воды (Фалес-Милетский), воздуха (Анаксимен -585-525), огня (Гераклит 540-475), земли (Эмпедокл 490-430).

Признание (Аристотель) этих «элементов» не субстанциями, а лишь носителями качеств -теплоты (огонь), холода (вода), сухости (земля) и влажности (воздух) и внесение пятого элемента(Аристотель)- понятия эфир (блестящий)

Греческая атомистика. Внесение понятия атом (Левкипп 500-400), Демокрит (470-390)и возникновение теории атома.

Эпикур и Тит Лукреций Кар последние последователи Левкиппа и Демокрита.

3.2.2. Греко-египетская, арабская, европейская алхимия и выдающиеся алхимики. (2 часа). Алхимия. Греческо-египетская алхимия. Арабская алхимия. Выдающиеся арабские алхимики и их работы. Алхимия в средневековье в Европе. Выдающиеся западные алхимики и их работы.

3.2.3. Ятрохимия. Пневмохимия. Теория флогистона и антифлогистическая деятельность Лавуазье. (2 часа). Иатрохимия и техническая химия в XVI в. Парацельс и Агрикола. Иатрохимия и техническая химия в XVI в Развитие металлургии и химических производств в Европе. Пневматическая химия и её знаменитые личности. Роберт Бойль и его роль при переходе на рациональный путь химии. Открытие кислорода, азота, хлора и других элементов (Шееле, Пристли, Кавендиш). Теория флогистона. Антифлогистическая деятельность А.Лавуазье. Работы Лавуазье по горению, новая номенклатура.

3.2.4. История открытия основных законов химии. Формирование атомно-молекулярного учения и атомная реформа С.Канницаро. (2 часа). Химия начала XIX вв. Становление научной химии. Основные достижения химии XIX в (общая характеристика). Закон постоянства состава. Полемика Бертолле и Пруста. История открытия основных законов химии. Формирование атомно-молекулярного учения. Химическая атомистика Дальтона. Работы Берцелиуса, Авогадро. Атомная реформа С.Канницаро. Химический эквивалент.

3.2.5. Создание теорий структурной химии. Работы Бутлерова, Купера и Кекуле. Теория валентности. (2 часа). История развития органической химии. Органическая химия и создание структурной теории. Работы Бутлерова, Купера, Кекуле. Формирование понятий о валентности. Теория валентности и его эволюция.

3.2.6. Открытие элементов и периодическая система. Радиоактивность. (2 часа). Химическая атомистика Дальтона. Работы Берцелиуса, Авогадро. Открытие новых элементов. Строение атома и периодическая система Д.И. Менделеева.

Элементарные частицы и история их открытия. "Мечение атомы" и их использование.

3.2.7. Формирование квантовой механики и квантовой теории. История развития физической химии (4 часа). Создание квантовой механики и квантовой теории в XX веке. Квантовая механика и развитие химии. Этапы развития физической химии. Электрохимия.

3.2.8. Связь между современной химии и физики. Лауреаты Нобелевской премии в области химии (2 часа). История изучения комплексных соединений. Возникновения нанотехнологии.

IV. Самостоятельное образование и самостоятельные работы

Самостоятельные работы выдаются студентам с целью глубокого изучения предмета, по темам лекции, но не выданных во время лекционных занятий.

Часы самостоятельных работ формируются вне часов, отведенных для подготовки семинарских работ.

Студенты во время занятий слушают лекции профессоров и преподавателей. Вне аудитории готовятся к занятиям, конспектирует литературу, выполняет домашнее задание. Результаты самостоятельного обучения оценивается на основе рейтинговой системы.

Самостоятельная работа студентов состоит из выполнения домашних заданий, самостоятельного изучения новых знаний по учебникам и литературам, сбором сведений используя интернет источников и научно-исследовательской работой.

Проверка и оценивание домашних работ осуществляется преподавателем, который проводит практические занятия, а конспекты и степень изучения самостоятельных тем оценивается преподавателем, который читает лекции.

Темы рекомендуемые для самостоятельных работ:

№	Темы самостоятельных работ	Часы
1	Анализ возникновения химии и алхимии.	1
2	Возникновении производства бумаги.	1
3	Формирование понятий об элемента.	1
4	Роберт Бойль и его роль при переходе на рациональный путь химии.	1
5	Жизнь и научная деятельность М.В.Ломоносова.	1
6	Антифлогистическая теория Лавуазье.	1
7	Важное место Восточных ученых и мыслителей при истории химии.	1
8	Атомная реформа С.Канницаро.	1
9	Строение атома и периодическая система Д.И. Менделеева.	1
10	Формирование понятий о валентности.	1
11	Создание квантовой механики и развитие химии.	1
12	История изучения комплексных соединений.	1
13	Элементарные частицы и история их открытия.	1
14	Принципы использования атомной энергии для мирных целей.	1
15	История развития органической химии.	1
16	Научная деятельность Либиха.	1

17	Электрохимия.	1
18	Дуалистическая теория Берцелиуса.	1
19	Натуральное органическое сырьё –источник органических веществ.	1
20	Природные источники неорганических веществ.	1
21	Основные химические продукты производимые в Узбекистане.	1
22	Этапы развития биохимии.	1
23	Возникновения нанотехнологии.	1
24	Формирование синтеза органических веществ.	1
25	Этапы развития нефтяной промышленности.	1
26	Обоснование экспериментальной химии.	1
27	Формирование металлургии.	1
28	Формирование синтеза красок.	1
29	Формирование производства удобрений.	1
30	Изобретение взрывчатых веществ.	1
Всего:		30

По вышеуказанным самостоятельно изучающимся темам студентам рекомендуется приготовить рефераты и презентаций.

V. Оценочные средства для контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Оценка осуществляется преподавателем с целью определения успеваемости студентов по предмету на семинарских занятиях. Семинарские занятия проводятся в целях расширения и углубления знаний, полученных при чтении лекций, для придания направленности к научно-исследовательским работам, для повышения способностей студентов.

Виды оценок	Экспресс тесты, письменные работы, устный опрос, рефераты, презентации
Критерии оценок	
“Отлично”	-если даны научно-обоснованные ответы на соответствующие вопросы варианта; -если не допущены ошибки в тексте, по смыслу четко и правильно выражены научные обоснования; -если не имеются грамматические и орфографические ошибки; -если правильный смысл текста; -если не имеются ошибки в тексте по химическим законам, научным основам, общему понятию по представленной дисциплине -если даны полные ответы на все указанные вопросы.
“Хорошо”	- написанные ответы на вопросы письменного варианта или устного ответа ограничены в области требования учебной программы предмета;

	<ul style="list-style-type: none"> - в содержании изложение материала не изменено; - при изложении законов, научно-теоретические основы, общие понятия и представления химии не встречаются ошибки; - если не полностью написан ответ на один из вопросов; - в изложении материала не встречаются орфографические и грамматические ошибки.
“Удовлетворительно”	<ul style="list-style-type: none"> - если из 2/3 вопросов дан правильный ответ по программе предмета - если имеются не точности в письменном варианте по законам, научным основам, общим понятиям и представленным закономерностям по предмету - если имеются орфографические и грамматические ошибки
“Неудовлетворительно”	<ul style="list-style-type: none"> - если даны ответы только на 2/3 вопросов; - если не имеются данные о законах, научных основах, общих понятиях и представлениях теории и практики по истории химии; - если имеются неточности и смысловой неопределенности в самом тексте.

5.1. Критерии оценок

Типы контролей	Макс.оцен.	Время проведения
Степени успеваемости студента оценивается по подготовке теоритическим частям и активной участии в лекционных занятиях	5	Во время семестра
Степени успеваемости оценивается по подготовке теоритическим частям студентов на семинарских занятиях	5	
Оценивается по подготовленным материалам к самостоятельному работу. Работа над выбранной темой реферата	5	
Промежуточный контроль осуществляется преподавателем письменно состоящего из пяти вопросов. Каждый верный ответ оценивается по единице.	5	9-неделя, то есть конечная неделя семестра
Итоговый контроль	5	В неделю аттестации

5.2. Оценка промежуточного контроля

Промежуточный контроль осуществляется преподавателем письменно после изучения теоритических и семинарских занятий с целью определения успеваемости

студентов по предмету и включает в себе нескольких разделов и параграфов. Вопросы должны составлены по учебному программу Цель ПК определить знания, умения и навыки студентов в результате освоения дисциплины.

На 1-семестре учебного года планировано ПО, и состоит из пяти вопросов. Каждый верный ответ оценивается по единице.

Если студент по письменной работе получает “неудовлетворительно”, имеет возможность повторно сдавать контрольную работу.

5.3. Оценивание итогового контроля

Итоговая контрольная работа осуществляется письменно с целью определения успеваемости, знания, умения и навыки студентов по предмету. Если студент по итогам промежуточного контроля получает “неудовлетворительно”, считается не успевающим и не допускается к ИК.

Если студент не проходит по итоговой контрольной, имеет возможность повторно сдавать контрольную работу. Варианты письменных работ по ИК составляются под руководством заведующей кафедры и предоставляются деканату.

VI. Основная и дополнительная литература и информационные источники

6.1. Основная литература:

№	Автор, наименование литературы, тип, издательство, год, объем	Тираж в библиотеке
1.	Умаров Б.Б.; Ниязхонов Т.Н; История химии. - Ташкент, Навруз, 2015. 576 ст.	2
2.	Фигуровский М Н. Очерк общей истории химии. –Москва: Наука.1978	5
3.	C.Cobb, H.Goldwite Creations of Fire Chemistry’s Lively History from Alchemy to the Atomic Age//Originally published by Plenum US in 1995. 455b.	2

6.2. Дополнительная литература:

№	Автор, наименование литературы, тип, издательство, год, объем	Тираж в библиотеке
1.	Указ Президента Республики Узбекистан №УП-4947 “О Стратегии развития Республики Узбекистан”от 7 февраля 2017 года. Сборник правовых законов Республики Узбекистан, 2017. 6-номер, статья №70	5
2.	Миттова И.Я., Смайлов А.М. Истории химии древнейших времен до конца XX века. Т 1-2009, Т 2-2012.	Электронная версия
3.	A.Grenberg. From alchemy to chemistry in picture and story WILEY,2007.	2
4.	Левченков С.И. Краткий очерк истории химии. Изд. РГУ. 2006	5
5.	Штрубе В. Пути развития химии. Т.1,2 - Москва: Мир.1984	2
6.	Азимов А. Краткая история химии. -Москва: Мир.1982	5
7.	М. Джуа. История химии. -Москва: Мир.1975	5
8.	Быков Г.В. История органической химии. –Москва: Наука. 1981	5

6.3. Интернет сайты

№	Автор, наименование литературы, тип, издательство, год, объем, место хранения, электронный адрес	
	www.nuuz.uz.	
	www.natlib.uz.	
	www.ziyo.net.uz.	
	http://www/xumuk.ru/. Sayt o ximii dlya ximikov	

Об изменениях и добавлений к рабочему учебному программу:

К рабочему учебному программу на 2018-2019 учебный год внесены следующие изменения и добавлений:

1. В связи с сокращением объема лекционных занятий от 20 до 16 часов в соответствии с 2017-2018 учебным годом рекомендуется глубже усвоит на самостоятельных работах студентов тем “Развитие химического ремесленничества до промышленной революции. Изобретенные вещества и материалы, определяемые новое развитие в химии - стекло, фарфор, керамика, соли, производства бумаги. Производства соли по методу Канта, Леблана» и «Методы структурного анализа в XX веке и его перспектива».
2. В связи с изменением объема семинарских занятий от 16 до 18 часов добавлена 2 часа на тему “История развития Физической химии”.

(Ф.И.О. профессора-преподавателя)

(подпись)

Изменения и добавления к рабочему учебному программу обсуждены и одобрены при Учебно-методическом Совете факультета “Естественных наук”.
Протокол №_ от __.08.2018.

Председатель УМС
факультета:

А.У.Юлдашов

1. Каковы временные рамки алхимического периода развития химия?

- а) VIII – XIII вв.
- б) III – XVII вв.
- в) I – XV вв.
- г) XII – XVIII вв.

2. Основной теоретической проблемой химии является:

- а) Обоснование возможности трансмутации металлов
- б) Происхождение свойств вещества
- в) Загрязнение окружающей среды
- г) Финансирование исследований

3. Что, по мнению Фалеса Милетского, являлось первоосновой всех тел?

- а) Вода
- б) Земля, вода, огонь и воздух
- в) Огонь
- г) Атомы

4. В учении Эмпедокла предполагалось, что все вещества образованы сочетанием следующих элементов (стихий):

- а) Огонь, вода, земля, воздух
- б) Огонь, вода, воздух, дерево, металл
- в) Огонь, воздух, ртуть, сера
- г) Огонь, дым, пар, копоть

5. Выберите правильный набор "семи металлов античности":

- а) Серебро – Ртуть – Медь – Золото – Железо – Олово – Свинец
- б) Золото – Серебро – Медь – Ртуть – Железо – Бронза – Свинец
- в) Золото – Серебро – Платина – Железо – Медь – Свинец – Олово
- г) Железо – Кобальт – Никель – Медь – Серебро – Золото – Ртуть

6. Что являлось главной задачей алхимии?

- а) Приготовление лекарств;
- б) Определение атомных масс металлов;
- в) Осуществление трансмутации металлов;
- г) Получение флогистона.

7. Где зародилась алхимия?

- а) В Древней Греции
- б) В Китае
- в) В Александрийской академии
- г) В академии Платона в Афинах

8. Ртутно-серная теория объясняет:

- а) Происхождение и свойства металлов
- б) Происхождение болезней
- в) Горение металлов
- г) Растворение металлов в кислотах

9. Кто считается создателем ртутно-серной теории?

- а) Абу Бакр Мухаммед ибн Закария Ар-Рази
- б) Джабир ибн Хайан
- в) Роджер Бэкон
- г) Николас Фламель

10. Что из перечисленного не считалось в европейской алхимии одной из важнейших задач алхимии?

- а) Приготовление алкагеста
- б) Создание гомункулуса
- в) Извлечение квинтэссенции

г) Написание "Альмагеста"

11. Как называлась книга Р. Бойля, сыгравшая важнейшую роль в становлении химии как науки?

- а) Физика и мистика
- б) Малый алхимический свод
- в) Химик-скептик
- г) Основы химии

12. Кто из перечисленных учёных является автором флогистонной теории горения?

- а) Роберт Бойль
- б) Никола Лемери
- в) Георг Эрнст Шталь
- г) Антун Лоран Лавуазье

13. Что такое флогистон?

- а) Антивещество
- б) Невесомая субстанция, содержащаяся в горючих телах
- в) Водород
- г) Принцип горючести

14. Что из перечисленного, согласно списку простых тел Лавуазье, не является элементом?

- а) Вода
- б) Известь
- в) Сера
- г) Ртуть

15. Кто ввёл в химию понятие "стехиометрия"?

- а) Михаил Васильевич Ломоносов
- б) Иеремия Вениамин Рихтер
- в) Джон Дальтон
- г) Йёнс Якоб Берцелиус

16. В каком сочинении Джон Дальтон впервые изложил свою атомно-молекулярную теорию?

- а) "Новая система химической философии"
- б) "Элементарный курс химии"
- в) "Химик-скептик"
- г) "Начальные основания стехиометрии"

17. В чём суть гипотезы Праута?

- а) Атомные веса всех элементов целочисленны и кратны атомному весу водорода
- б) Состав соединения не зависит от способа получения
- в) Равные объёмы газов содержат равное число молекул
- г) Атомы соединяются по принципу наибольшей простоты

18. Кто из учёных предложил систему обозначения химических элементов буквами латинского алфавита?

- а) Юстус Либих
- б) Уильям Гайд Волластон
- в) Джон Дальтон
- г) Йёнс Якоб Берцелиус

19. Что означало понятие "электроотрицательный элемент" в дуалистической системе, разработанной Берцелиусом?

- а) Атом элемента склонен присоединять электрон
- б) Атом элемента заряжен отрицательно
- в) Простое вещество при трении о шёлк приобретает отрицательный заряд
- г) Простое вещество при электролизе выделяется на аноде

20. Кто предложил систему основных химических понятий, на основе которой была осуществлена реформа атомно-молекулярной теории?

- а) Амедео Авогадро
- б) Дмитрий Иванович Менделеев
- в) Йёнс Якоб Берцелиус
- г) Станислао Канниццаро

21. Кто из перечисленных учёных первым указал на наличие взаимосвязи между атомной массой и свойствами элементов и их соединений?

- а) Иоганн Вольфганг Дёберейнер
- б) Дмитрий Иванович Менделеев
- в) Юлиус Лотар Мейер
- г) Джон Ньюлендс

22. Что представляла собой "земная спираль", предложенная А.Бегуйе де Шанкуртуа в 1862 г.?

- а) Закономерность между атомным весом и распространённостью элемента в земной коре
- б) Винтовой график элементов, расположенных по возрастанию атомных весов
- в) Таблицу химически сходных элементов, расставленных по группам в порядке возрастания "соединительных масс"
- г) Разновидность Периодической таблицы химических элементов

23. В каком году Д.И. Менделеев опубликовал первый вариант периодической таблицы?

- а) 1860
- б) 1869
- в) 1871
- г) 1864

24. Какой химический элемент фигурировал в статьях Д.И. Менделеева, посвященных предсказанию свойств не открытых ещё элементов, под названием "экаалюминий"?

- а) Германий
- б) Галлий
- в) Технеций
- г) Скандий

25. В какой группе в периодической таблице 1871 г. размещались благородные газы?

- а) В нулевой
- б) В седьмой
- в) В восьмой
- г) Ни в какой

26. Что означало в органической химии первой половины XIX века понятие "сложный радикал"?

- а) Группа атомов, которая в химических реакциях ведёт себя как единое целое
- б) Группа атомов, имеющая свободную валентность
- в) Кислотный остаток
- г) Электроотрицательная часть соединения

27. Что, по мнению Ш. Жерара, отражали формулы новой теории типов?

- а) Взаимосвязь между атомной массой и валентностью атома
- б) Оптическую изомерию органических соединений
- в) Порядок соединения атомов и радикалов между собой
- г) Прошлые и будущее молекулы

28. К какому из типов соединений относится этанол в теории Жерара- Лорана?

- а) Водорода
- б) Воды
- в) Спирта
- г) Предельные соединения

29. Кто из перечисленных учёных считается создателем теории валентности?

- а) Фридрих Август Кекуле
- б) Фридрих Вёлер
- в) Александр Михайлович Бутлеров
- г) Эдуард Франкленд

30. Кто ввёл в структурную химию представление о взаимном влиянии атомов в молекуле?

- а) Фридрих Август Кекуле
- б) Фридрих Вёлер
- в) Александр Михайлович Бутлеров
- г) Арчибальд Скотт Купер

31. Какие соединения стали первым примером оптической изомерии?

- а) D- и L-глюкоза
- б) Винная и виноградная кислоты
- в) Гремучая и циановая кислоты
- г) Малеиновой и фумаровая кислоты

32. Кто предложил гипотезу асимметричного атома углерода, объяснявшую оптическую изомерию органических соединений?

- а) Александр Михайлович Бутлеров
- б) Луи Пастер
- в) Фридрих Август Кекуле
- г) Якоб Генрик Вант-Гофф

33. На чём основывалась теория образования комплексных соединений, которую предложил в 1890-е годы Альфред Вернер?

- а) Представление о наличии у атомов побочной (вторичной) валентности
- б) Представление о донорно-акцепторной связи
- в) Теория ковалентной связи
- г) Теория электровалентности

34. К какой из концептуальных систем химии можно отнести химическую термодинамику?

- а) Учение о составе
- б) Учение о химических свойствах
- в) Учение о химическом процессе
- г) Структурная химия

35. Согласно принципу максимальной работы, предложенному М. Бергло и Ю. Томсенем, теплота реакции является мерой:

- а) Свободной энергии системы
- б) Содержания теплорода в системе
- в) Химического сродства между реагентами
- г) Внутренней энергии системы

36. Кто из перечисленных учёных первым сформулировал закон эквивалентности механической работы и теплоты?

- а) Юлиус Роберт Майер
- б) Юлиус Лотар Мейер
- в) Джеймс Клерк Максвелл
- г) Людвиг Больцман

37. Кто ввёл в химическую кинетику понятие "константа скорости химической реакции"?

- а) Антуан Лоран Лавуазье
- б) Герман Иванович Гесс
- в) Людвиг Фердинанд Вильгельми
- г) Якоб Генрик Вант-Гофф

38. Кто выдвинул предположение о существовании некоторой "каталитической силы", благодаря присутствию которой "могут пробуждаться дремлющие при этой температуре сродства":

- а) Якоб Генрик Вант-Гофф
- б) Йёнс Якоб Берцелиус
- в) Юстус Либих
- г) Герман Иванович Гесс

39. Какую теорию предложил для объяснения каталитических явлений Г.И. Гесс?

- а) Теорию активированного комплекса
- б) Теорию каталитической силы
- в) Теорию молекулярных ударов
- г) Теорию промежуточных соединений

40. Исследования в какой области привели к открытию электрона?

- а) Спектроскопические исследования Солнца и звёзд
- б) Изучение электропроводности металлов и растворов электролитов
- в) Изучение β -распада радиоактивных элементов
- г) Исследования электрических разрядов в разреженных газах и вакууме

41. Что представлял собой атом в модели Томсона-Томсона?

- а) Полярную частицу (диполь), не имеющую внутренней структуры
- б) Положительно заряженный шар, представляющий собой основную часть объёма атома; электроны располагаются подобно спутникам Сатурна, образующим его кольца
- в) Сгусток положительно заряженной материи, внутри которого распределены электроны
- г) Положительно заряженное ядро, объём которого ничтожно мал по сравнению с размерами атома; вокруг ядра вращаются электроны

42. Кто и когда впервые осуществил трансмутацию элементов?

- а) Э. Резерфорд в 1919 г.
- б) Н. Фламель в 1382 г.
- в) Г. Сиборг в 1945 г.
- г) М.В. Ломоносов в 1754 г.

43. На чём была основана формальная теория периодической системы химических элементов, разработанная в 1921-1923 гг?

- а) На модели атома Бора-Зоммерфельда
- б) На копенгагенской интерпретации квантовой теории
- в) На специальной теории относительности
- г) На волновой механике Шрёдингера

44. В какой из теорий впервые было постулировано существование у атома "положительной" и "отрицательной" валентностей:

- а) Теория электровалентности Р. Абега
- б) Теория кубического атома Дж.Н. Льюиса
- в) Теория гетерополярной химической связи В. Косселя
- г) Теория семиполярной связи Н.В. Сиджвика

45. Выберите правильный ответ: первый европейский алхимик?

- а) Раймонд Луллий
- б) Альберт Великий.
- в) Роджер Бекон
- г) Арнальдо де Виланова

46. Высказывания "Не добыванию золота, а защите здоровья должна служить химия" кому принадлежит?

- а) Галену
- б) Шееле
- в) Асклепию
- г) Парацельсу.

- 47. Выдающийся врач и философ древности, основатель Косской школы медицины, автор знаменитой клятвы врача?**
- а) Гален
 - б) Цельс
 - в) Гиппократ.
 - г) Авиценна
- 48. Представитель арабской алхимии, получивший серную и азотную кислоты:**
- а) Авиценна
 - б) Ар Рази
 - в) Гебер.
 - г) Гален
- 49. Труд “ Химический трактат о воздухе и огне” принадлежит ученому:**
- а) Парацельсу
 - б) Гиппократу
 - в) Ломоносовому
 - г) Шееле.
- 50. Великий русский ученый, своими работами в области химии опровергнувший теорию флогистона:**
- а) Ломоносов.
 - б) Лейбниц
 - в) Мальпиги
 - г) Ловиц
- 51. Кто когда впервые осуществил трансмутацию элементов?**
- А Э. Резерфорд в 1919 году
 - Б Н. Фламель в 1382 году
 - В Г. Сиборг в 1945 году
 - Г М.В. Ломоносов В 1754 году
- 52. Основположителем ятрохимии является:**
- А Аль-Рази
 - Б Парацельс
 - В Пруст
 - Г Роджерд Бэкон
- 53. Ятрохимия в переводе с греческого означает?**
- А Алхимия
 - Б Жизненный эликсир
 - В Врач
 - Г Атом
- 54. Какую модель строения атома предложил в 1904 году Хантаро Нагаока?**
- А Кексовую
 - Б Сатурнианскую
 - В Динамическую
 - Г Ядерную
- 55. «Тетрасомату» - это...**
- А изготовление лекарств
 - Б вещество обладающее сильными и слабыми действиями
 - В стадия процесса приготовления искусственного золота
 - Г превращение одного металла в другой
- 56. Родиной алхимии является?**
- А Китай
 - Б Египет
 - В Европа
 - Г Швейцария

- 57. В каком году Д.И. Менделеев опубликовал первый вариант периодической таблицы?**
А 1860
Б 1869
В 1871
Г 1864
- 58. Символы химических элементов ввел в науку...**
А Ломоносов
Б Берцелиус
В Лавуазье
Г Менделеев
- 59. Кем было открыто явление изомерии?**
А Якоб Берцелиус
Б Фридрих Велер
В Устус Либих
Г Александр Бутлеров
- 60. Какие химические процессы были известны первобытным людям?**
а) Огонь (горение): обжиг глиняной посуды, обжиг известняка, первые образцы металлов из руд Pb, Sn, Cu;
в) Вода, добывание мяса, масло, краски;
с) Огонь (горение), копьё, вулкан, вода;
d) Все ответы верны.
- 61. Что такое «трансмутация»?**
а) Это магия, которую придумали учёные того времени;
в) Это добывание редких металлов с помощью различных расплавов;
с) Это превращение неблагородных металлов в золото (в частности, с помощью философского камня), которое пытались осуществить алхимики;
d) Нет верного ответа.
- 62. Кому принадлежит «Книга семидесяти», «Книга о ядах», трансмутация: ртуть + сера все металлы, включая золото (VIII века)?**
а) Альберт Великий;
в) Джабир ибн Хайям;
с) Абу ар Рази (Разес);
d) Василий Валентин.
- 63. Кому принадлежит «Книга тайн», «Секреты секретов», элементы – принципы (ртуть, сера, соль (IX-X вв.))?**
а) Джабир ибн Хайям;
в) Василий Валентин;
с) Альберт Великий;
d) Абу ар Рази (Разес).
- 64. Кому принадлежит «Книга триумфальная колесница антимония», описание сурьмы и её соединений?**
а) Джабир ибн Хайям;
в) Василий Валентин;
с) Альберт Великий;
d) Абу ар Рази (Разес).
- 65. Кто впервые описал концентрированную азотную кислоту (растворяющую воду), которую в последствии стали называть «крепкой водкой», а также «царской водкой»?**
а) Джабир ибн Хайям;
в) Василий Валентин;
с) Альберт Великий;
d) Абу ар Рази (Разес).

66. Кто и в каком году сформировал закон кратных отношений?

- а) Резерфордом в 1911 году;
- в) Беккерель в 1896 году;
- с) Дальтон в 1803 году;
- д) Бором в 1913 году.

67. Кто и в каком году создал «химическую атомистику»?

- а) Бором в 1913 году;
- в) Дальтон в 1803 году;
- с) Беккерель в 1896 году;
- д) Резерфордом в 1911 году.

68. Кому принадлежит научные достижения «Основы атомно-корпускулярного учения», «Кинетическая теория теплоты»?

- а) Михаил Васильевич Ломоносов;
- в) Мария Склодовская Кюри;
- с) Леонард - Джонс;
- д) Роджер Бэкон.

69. В каком году родился и умер Антуан Лоран Лавуазье?

- а) 1627 – 1691 гг.;
- в) 1697 – 1723 гг.;
- с) 1711 – 1765 гг.;
- д) 1743 – 1794 гг.

70. Анилин и нитробензол открыл русский химик:

- А. Л. Пастер
- Б. Н. Зинин.
- Д. Менделеев
- Г. А. Беккерль

71. Алкалоид папаверин был открыт ученым Мерком в году:

- А. 1876 г
- Б. 1843 г
- В. 1848 г.
- Г. 1903 г

72. Сделал открытие о существовании четырех видов вино – каменной кислоты, положил начало стереохимии ученый:

- А. А. Пель
- Б. К. Шееле
- В. Л. Пастер.
- Г. Н. Зинин

73. Вклад русского химика Д. И. Менделеева в развитие химии:

- А. Создал теорию строения органического вещества
- Б. Сформулировал периодический закон и создал периодическую систему элементов.
- В. Открыл явление радиоактивности
- Г. Открыл синтез инсулина

74. В учении Эмпедокла предполагалось, что все вещества образованы сочетанием следующих элементов (стихий):

- а) Огонь, вода, земля, воздух
- б) Огонь, вода, воздух, дерево, металл
- в) Огонь, воздух, ртуть, сера
- д) Огонь, дым, пар, копоть

75. Выберите правильное утверждение:

- а) химия- наука о строении веществ,
- б) химия- наука со свойствах и строении веществ,
- с) химия- наука о веществах, их свойствах и превращениях.

д) химия- наука о тел

76. В период алхимии были открыты:

- а) соли
- б) минералы
- с) кислоты
- д) основания.

77. Панацея- это:

- а) химический элемент,
- б) лекарство от всех болезней,
- с) «философский камень»
- д) лесной газ

78. Углекислый газ открыл:

- а) Бойль
- в) Лавуазье
- с) Блэк
- д) Ван гельмонт

79. На чём была основана формальная теория периодической системы химических элементов, разработанная в 1921-1923 гг?

- а) На модели атома Бора-Зоммерфельда
- б) На копенгагенской интерпретации квантовой теории
- в) На специальной теории относительности
- г) На волновой механике Шрёдингера

80. В какой из теорий впервые было постулировано существование у атома "положительной" и "отрицательной" валентностей:

- а) Теория электровалентности Р. Абега
- б) Теория кубического атома Дж.Н. Льюиса
- в) Теория гетерополярной химической связи В. Косселя
- г) Теория семиполярной связи Н.В. Сиджвика

Лауреаты Нобелевской премии в области химии присуждённые в 1901 – 2017 гг

1901 - Якоб Хендрик Вант-Гофф «В знак признания огромной важности открытия законов химической динамики и осмотического давления в растворах».

1902 - Герман Эмиль Фишер «За эксперименты по синтезу веществ с сахаридными и пуриновыми группами».

1903 - Сванте Август Аррениус «Присуждена премия как факт признания особого значения его теории электролитической диссоциации для развития химии».

1904 - Уильям Рамзай «В знак признания открытия им в атмосфере различных инертных газов и определения их места в периодической системе»

1905 - Адольф фон Байер «За заслуги в развитии органической химии и химической промышленности благодаря работам по органическим красителям и гидроароматическим соединениям».

1906 - Анри Муассан «За получение элемента фтора и введение в лабораторную и промышленную практику электрической печи, названной его именем»

1907 - Эдуард Бухнер «За проведенную научно-исследовательскую работу по биологической химии и открытие внеклеточной ферментации».

1908 - Эрнест Резерфорд «За проведенные им исследования в области распада элементов в химии радиоактивных веществ».

1909 - Вильгельм Оствальд «Знак признания проделанной им работы по катализу, а также за исследования основных принципов управления химическим равновесием и скоростями реакции».

1910 - Отто Валлах «В знак признаний его достижений в области развития органической химии и химической промышленности, а также за то, что он первым осуществил работу в области алициклических соединений».

1911 - Мария Кюри «За выдающиеся заслуги в развитии химии: открытие элементов радия и полония, выделение радия и изучение природы и соединений этого замечательного элемента».

1912 - Виктор Гриньяр «За открытие реактива Гриньяра, способствовавшего развитию органической химии».

Поль Сабатье «За метод гидрогенизации органических соединений в присутствии мелкодисперсных металлов, который резко стимулировал развитие органической химии».

1913 - Альфред Вернер «За работу о природе связей атомов в молекулах в области неорганической химии».

1914 - Теодор Уильям Ричардс «За точное определение атомных масс большого числа химических элементов».

1915 - Рихард Мартин Вильштеттер «За исследования красящих веществ растительного мира, особенно хлорофилла».

1916 - Премия не присуждалась.

1917 - Премия не присуждалась.

1918 - Фриц Габер «За синтез аммиака из составляющих его элементов».

1919 - Премия не присуждалась.

1920 - Вальтер Герман Нернст «В признание его работ по термодинамике».

1921 - Фредерик Содди «За вклад в химию радиоактивных веществ и за исследование происхождения и природы изотопов».

1922 - Фрэнсис Уильям Астон «За сделанное им с помощью им же изобретенного масс-спектрографа открытие изотопов большого числа нерадиоактивных элементов и за формулирование правила целых чисел».

1923 - Фриц Прегль «За изобретение метода микроанализа органических веществ».

1924 - Премия не присуждалась.

1925 - Рихард Адольф Зигмонди «За установление гетерогенной природы коллоидных растворов и за разработанные в этой связи методы, имеющие фундаментальное значение в

современной коллоидной химии, так как все проявления органической жизни в конечном счете связаны с коллоидной средой протоплазмы).

1926 - Теодор Сведберг «За работы в области дисперсных систем».

1927 - Генрих Отто Виланд «За исследования желчных кислот и строения многих сходных веществ».

1928 - Адольф Отто Рейнгольд Виндаус «За работы по изучению строения стероидов и их связи с витаминной группой».

1929 - Артур Гарден и Ханс фон Эйлер-Хельпин «За исследование ферментации сахара и ферментов брожения».

1930 - Ханс Фишер «За исследования по конструированию гемина и хлорофилла, особенно за синтез гемина».

1931 - Карл Бош и Фридрих Бергиус «За заслуги по введению и развитию методов высокого давления в химии, что представляет собой эпохальное событие в области химической технологии».

1932 - Ирвинг Ленгмюр «За открытия и исследования в области химии поверхностных явлений».

1933 - Премия не присуждалась.

1934 - Гарольд Клейтон Юри «За открытие тяжёлого водорода — дейтерия, используемого для получения тяжёлой воды (замедлителя в ядерных реакторах), а также в качестве индикатора биохимических реакций в живой ткани».

1935 - Фредерик и Ирен Жолио-Кюри «За выполненный синтез новых радиоактивных элементов».

1936 - Петер Йозеф Вильгельм Дебай «За вклад в понимание молекулярной структуры в ходе исследований дипольных явлений и дифракции рентгеновских лучей и электронов в газах».

1937 - Уолтер Норман Хоуорс «За исследования углеводов и витамина С».

Пауль Каррер «За исследование каротиноидов и флавинов, а также за изучение витаминов А и В2».

1938 - Рихард Кун «В знак признания проделанной им работы по каротиноидам и витаминам».

1939 - Адольф Фридрих Иоганн Бутенандт «За работы по половым гормонам».

Леопольд Ружичка «За работы по полиметиленам и высшим терпенам».

1940 - Премия не присуждалась.

1941 - Премия не присуждалась.

1942 - Премия не присуждалась.

1943 - Дьёрдь де Хевеши «За работу по использованию изотопов в качестве меченых атомов при изучении химических процессов».

1944 - Отто Ган «За открытие расщепления тяжёлых ядер».

1945 - Арттури Илмари Виртанен «За исследования и достижения в области сельского хозяйства и химии питательных веществ, особенно за метод консервации кормов удостоен премии».

1946 - Джеймс Самнер «За открытие явления кристаллизации ферментов».

Джон Говард Нортроп и Уэнделл Мередит Стэнли «За получение в чистом виде вирусных белков».

1947 - Роберт Робинсон «За исследования растительных продуктов большой биологической важности, особенно алкалоидов».

1948 - Арне Тиселиус «За исследование электрофореза и адсорбционного анализа, особенно за открытие, связанное с комплексной природой белков сыворотки».

1949 - Уильям Джиок «За вклад в химическую термодинамику, особенно в ту её область, которая изучает поведение веществ при экстремально низких температурах».

1950 - Отто Поль Херманн Дильс и Курт Альдер «За открытие и развитие диенового синтеза».

1951 - Эдвин Маттисон Макмиллан и Гленн Теодор Сиборг «За открытия в области химии трансурановых элементов».

1952 - Арчер Джон Портер Мартин и Ричард Лоуренс Миллингтон Синг «За открытие метода распределительной хроматографии».

1953 - Герман Штаудингер «За исследования в области химии высокомолекулярных веществ».

1954 - Лайнус Карл Полинг «За исследование природы химической связи и её применение для определения структуры соединений».

1955 - Винсент дю Виньо «За работу с биологически активными соединениями, и прежде всего за впервые осуществленный синтез полипептидного гормона».

1956 - Сирил Норман Хиншелвуд и Николай Николаевич Семёнов «За исследования в области механизма химических реакций».

1957 - Александер Тодд «За работы по нуклеотидам и нуклеотидным коэнзимам».

1958 - Фредерик Сенгер «За установление структур белков, особенно инсулина».

1959 - Ярослав Гейровский «За открытие и развитие полярографических методов анализа».

1960 - Уиллард Франк Либби «За введение метода использования углерода-14 для определения возраста в археологии, геологии, геофизике и других областях науки».

1961 - Мелвин Калвин «За исследование усвоения двуокиси углерода растениями».

1962 - Макс Фердинанд Перуц и Джон Кодери Кендрю «За исследования структуры глобулярных белков».

1963 - Карл Циглер и Джулио Натта «За исследования структуры глобулярных белков».

1964 - Дороти Кроуфут Ходжкин «За определение с помощью рентгеновских лучей структур биологически активных веществ».

1965 - Роберт Бёрнс Вудворд «За выдающийся вклад в искусство органического синтеза».

1966 - Роберт Сандерсон Малликен «За фундаментальную работу по химическим связям и электронной структуре молекул, проведенную с помощью метода молекулярных орбиталей».

1967 - Манфред Эйген «За исследования экстремально быстрых химических реакций, стимулируемых нарушением равновесия с помощью очень коротких импульсов энергии».

Роналд Джордж Рейфорд Норриш и Джордж Портер «За проведенное ими исследование сверхбыстрых химических реакций с помощью смещения молекулярного равновесия очень коротким импульсом».

1968 - Ларс Онсагер «За открытие соотношений взаимности в необратимых процессах, названных его именем, которые имеют принципиально важное значение для термодинамики необратимых процессов».

1969 - Дерек Харолд Ричард Бартон и Одд Хассель «За вклад в развитие конформационной концепции и её применение в химии».

1970 - Луис Федерико Лелуар «За открытие первого сахарного нуклеотида и исследование его функций в превращении сахара и в биосинтезе сложных углеводов».

1971 - Герхард Херцберг «За его вклад в понимание электронной структуры и строения молекул, особенно свободных радикалов».

1972 - Кристиан Бемер Анфинсен «За работу по исследованию рибонуклеазы, особенно взаимосвязи между аминокислотной последовательностью и её биологически активными конферментами».

Станфорд Мур и Уильям Хоуард Стайн «За вклад в прояснение связи между химической структурой и каталитическим действием активного центра молекулы рибонуклеазы».

1973 - Эрнст Отто Фишер и Джефри Уилкинсон «За новаторскую, проделанную независимо друг от друга, работу в области химии металлоорганических, так называемых сэндвичевых, соединений».

1974 - Пол Джон Флори «За фундаментальные достижения в области теории и практики физической химии макромолекул».

- 1975 - Джон Уоркап Корнфорт «За исследование стереохимии реакций ферментативного катализа».
- Владимир Прелог «За исследования в области стереохимии органических молекул и реакций».
- 1976 - Уильям Нанн Липскомб «За исследование структуры боранов (боргидридов), проясняющих проблемы химических связей».
- 1977 - Илья Пригожин «За работы по термодинамике необратимых процессов, особенно за теорию диссипативных структур».
- 1978 - Питер Деннис Митчелл «За вклад в понимание процесса переноса биологической энергии, сделанный благодаря созданию хемиосмотической теории».
- 1979 - Герберт Чарлз Браун и Георг Виттиг «За разработку новых методов органического синтеза сложных бор- и фосфорсодержащих соединений».
- 1980 - Пол Берг «За фундаментальные исследования биохимических свойств нуклеиновых кислот, в особенности рекомбинантных ДНК».
- Уолтер Гилберт и Фредерик Сенгер «За фундаментальные исследования биохимических свойств нуклеиновых кислот, в особенности рекомбинантных ДНК»
- 1981 - Кэнъити Фукуи и Роалд Хофман «За разработку теории протекания химических реакций».
- 1982 - Аарон Клуг «За разработку метода кристаллографической электронной микроскопии и прояснение структуры биологически важных комплексов нуклеиновая кислота — белок».
- 1983 - Генри Таубе «За изучение механизмов реакций с переносом электрона, особенно комплексов металлов, был удостоен премии».
- 1984 - Роберт Брюс Меррифилд «За предложенную методологию химического синтеза на твердых матрицах».
- 1985 - Херберт Аарон Хауптман и Джером Карле «За выдающиеся достижения в разработке прямого метода расшифровки структур».
- 1986 - Дадли Роберт Хершбах, Ли Ян и Джон Чарлз Полани «За вклад в развитие исследований динамики элементарных химических процессов».
- 1987 - Доналд Джеймс Крам, Жан Мари Лен и Чарлз Педерсен «За разработку и применение молекул со структурно-специфическими взаимодействиями высокой избирательности».
- 1988 - Иоганн Дайзенхофер, Роберт Хубер и Хартмут Михель «За установление трехмерной структуры фотосинтетического реакционного центра».
- 1989 - Сидней Олтмен и Томас Роберт Чек «За открытие каталитических свойств рибонуклеиновых кислот».
- 1990 - Элайс Джеймс Кори «За развитие теории и методологии органического синтеза».
- 1991 - Ричард Эрнст «За вклад в развитие методологии ядерной магнитной резонансной спектроскопии высокого разрешения».
- 1992 - Рудольф Маркус «За вклад в теорию реакций переноса электрона в химических системах».
- 1993 - Кэри Муллис «За изобретение метода полимеразной цепной реакции».
- Майкл Смит «За фундаментальный вклад в установлении олигонуклеотидно-базированного, локально-ориентированного мутагенеза и его развитие для изучения белков».
- 1994 - Джордж Ола «За вклад в химию углерода».
- 1995 - Пауль Крутцен, Марио Молина и Шервуд Роуланд «За работу по атмосферной химии, особенно в части процессов образования и разрушения озонового слоя».
- 1996 - Роберт Керл, Харолд Крото и Ричард Смелли «За открытие фуллеренов».
- 1997 - Пол Бойер и Джон Уокер «За выяснение энзимного механизма, лежащего в основе синтеза аденозин-фосфата».
- Йенс Скоу «За открытие ион-передающего энзима».
- 1998 - Вальтер Кон «За развитие теории функционала плотности».
- Джон Попл «За разработку вычислительных методов квантовой химии».

- 1999 - Ахмед Зевейл «За исследование переходных состояний, возникающих во время химических реакций, с использованием фемтосекундной техники»
- 2000 - Алан Хигер, Алан Мак-Диармид и Хидеки Сиракава «За открытие проводимости в полимерах».
- 2001 - Уильям Ноулз, Риоджи Нойори и Барри Шарплесс «За исследования, используемые в фармацевтической промышленности — создание хиральных катализаторов окислительно-восстановительных реакций».
- 2002 - Джон Фенн и Койчи Танака «За разработку методов идентификации и структурного анализа биологических макромолекул, и, в частности, за разработку методов масс-спектрометрического анализа биологических макромолекул».
- Курт Вютрих «За разработку применения ЯМР-спектроскопии для определения трехмерной структуры биологических макромолекул в растворе».
- 2003 - Питер Эгр «За открытие ионного канала»
- Родерик Маккинон «За изучение структуры и механизма ионных каналов».
- 2004 - Аарон Цехановер, Аврам Гершко и Ирвин Роуз «За открытие убиквитин опосредованного разложения белка».
- 2005 - Роберт Граббс, Ричард Шрок и Ив Шовен «За вклад в развитие метода метатезиса в органическом синтезе».
- 2006 - Роджер Корнберг «За исследование механизма копирования клетками генетической информации».
- 2007 - Герхард Эргл "За выдающиеся достижения в исследовании химических процессов на твердых поверхностях".
- 2008 - Осаму Симомура, Мартин Чалфи и Роджер Цянь "За открытие и разработку методов использования зеленого флуоресцентного белка."
- 2009 - Ада Йонат, Венки Рамакришнан и Томас Стайц «За исследования строения и работы рибосом»
- 2010 - Акира Судзуки, Ейичи Негиши, Ричард Хек "За разработку новых, более эффективных путей соединения атомов углерода друг с другом с целью построения сложных молекул, которые улучшают нашу повседневную жизнь"
- 2011 - Дэниэл Шехтман "За открытие квазикристаллов"
- 2012- Роберт Лефковиц и Брайн Кобилка «за исследования G-белоксопряженных рецепторов»
- 2013 - Мартину Карплюс, Ари Уоршел и Майкл Левитт - «за развитие моделей комплексных химических систем»
- 2014- Эрик Бетциг, Штефан Хелл и Уильям Мёрнер -«за разработку флуоресцентной микроскопии высокого разрешения»
- 2015- Томас Линдаль, Пол Модрич и Азиз Санджар «за исследования механизмов восстановления (репарации) ДНК».
- 2016 - Жан-Пьер Саваж, Джеймс Ф. Стодарт и Бернард Л. Феринга «за проектирование и синтез молекулярных машин».
- 2017 - Жак Дюбуше, Иохим Франк и Ричард Хендерсон «за разработку метода криоэлектронной микроскопии, которая позволила рассмотреть в подробностях – с очень высоким разрешением – молекулы живых организмов».

