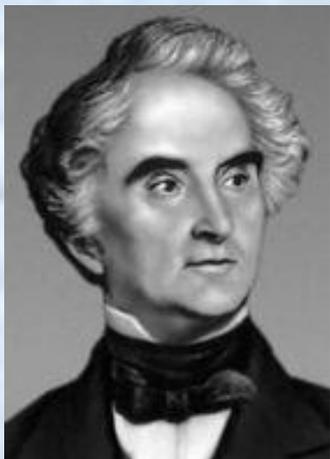


Химия: краткая история

Вводная лекция



Введение



"...Нет науки, которая была бы замечательнее и поучительнее истории химии."

Юстус Либих

Необходимо изучать язык химии, историю и методологию химии, чтобы «оживить» эту науку, понять ее логику

Происхождение термина “химия”

Есть несколько версий:

- от египетского слова "Хем" - арабского названия этой страны. В таком случае "химия" можно перевести как **"египетская наука"**.
- из греческого χυμος ("хюмос"), которое можно перевести как **"сок растения"**. Этот термин встречается в рукописях, содержащих сведения по медицине и фармакологии.
- от другого греческого слова - χυμα ("хюма"), означающего **"литье", "сплав"**. В таком случае "химия" - это искусство литья выплавки металлов, то есть металлургии.

Периодизация истории химии

В первых работах по историографии химии выделяли 2 основных периода:

- а) *эмпирический;*
- б) *теоретический.*

Такой подход кажется вполне оправданным, поскольку на рубеже XVIII - XIX веков химия пережила процесс глубоких, поистине революционных преобразований. До этого момента решающую роль в процессе познания играл эксперимент.

В XVIII столетии все большее внимание ученые стали уделять осмыслению полученных опытных данных, попыткам объяснить их при помощи единой умозрительной концепции

Основные периоды в истории ХИМИИ

- 1. **Период алхимии** - с древности до XVI в. нашей эры.
- 2. **Период зарождения научной химии**, который продолжался в течение XVI - XVIII веков.
- 3. **Период открытия основных законов химии** - конец XVIII - первая половина XIX века
(развитие атомной теории Дальтона, молекулярной теории Авогадро, установлением Берцелиусом атомных весов элементов и формированием основных понятий химии: атом, молекула и др.).
- 4. **Современный период** с 60-х годов XIX века до наших дней.
Это наиболее плодотворный период развития химии, разработаны периодическая классификация элементов, теория валентности, теория химического строения и стереохимия, теория электролитической диссоциации Аррениуса, изучено строение атома и т.д.

ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ АЛХИМИЧЕСКОГО ПЕРИОДА

Развитие химии в эпоху господства алхимии можно разделить на три основных подпериода:

- *греко – египетский* - IV в. до н. э. (IV в. н. э.) – VI в. н. э.;
- *арабский* - VIII – XII вв. н. э.;
- *западно-европейский* - XIII – XVII вв.

Такое разделение целесообразно не только в соответствии с их *хронологической* последовательностью, но и *географическими* особенностями.

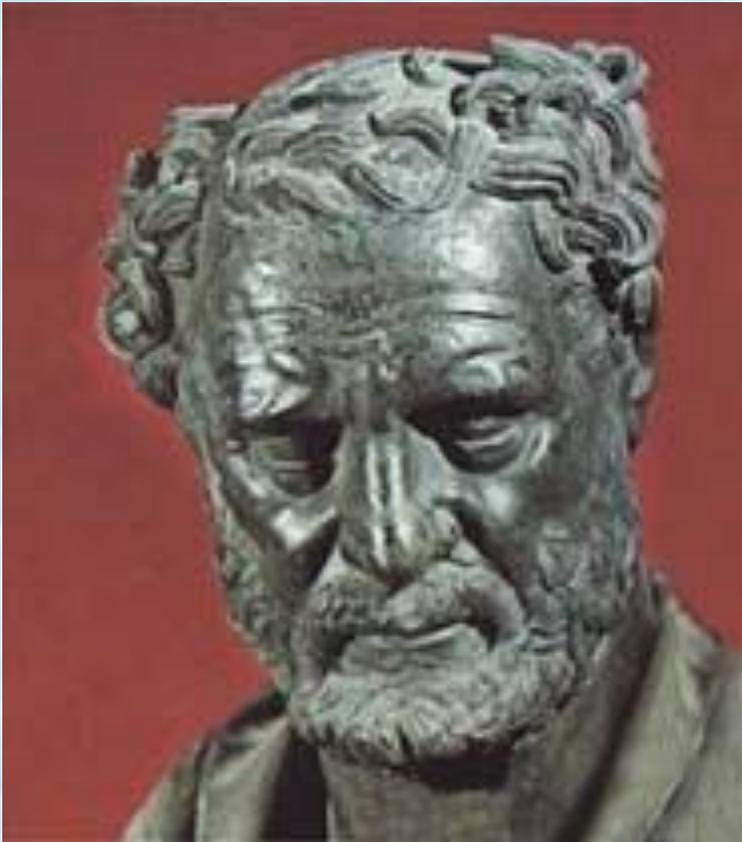
Алхимия возникла в результате слияния прикладной химии египтян с греческой натурфилософией.

Главной заслугой арабских алхимиков *является создание основ рациональной фармации, обучение правилам приготовления целебных препаратов, а также составление списка лекарств.*



Античная атомистика

Основателями древнегреческого *атомизма* по праву считают **Левкиппа** и **Демокрита**. В системе Демокрита *атом* (*ατομοῦ*) являлся мельчайшей однородной и неделимой частицей мироздания.

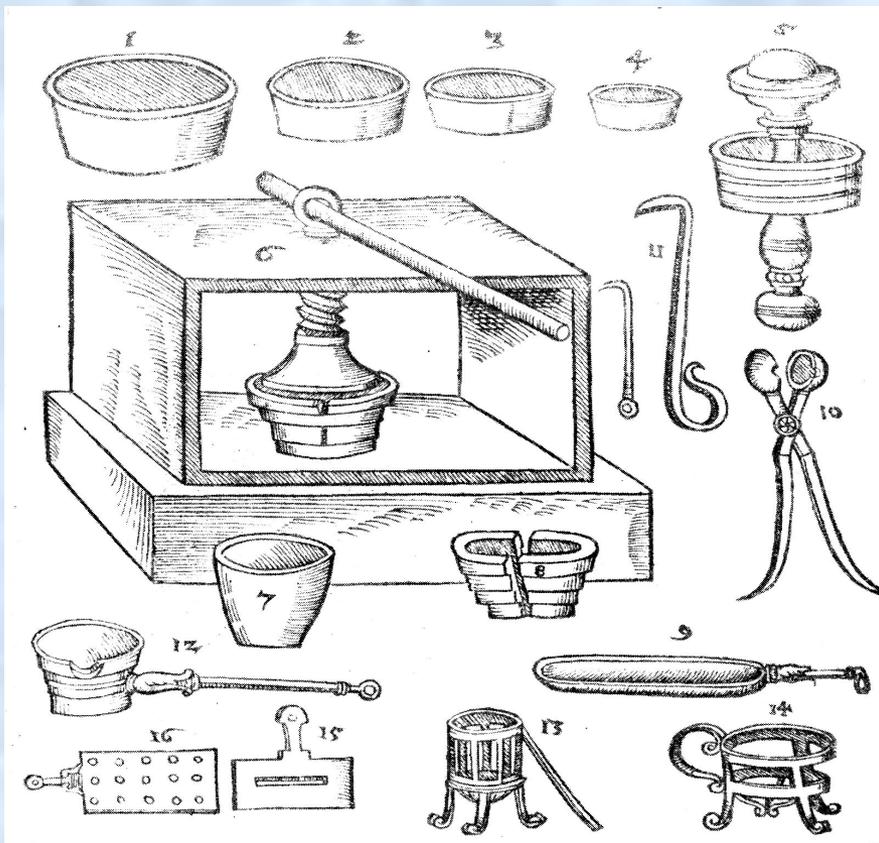


Учение о том, что материя состоит из мельчайших частиц, и деление материи возможно лишь до определенного предела, получило название *атомистики* или *атомистической* теории.

Для Демокрита все атомы *подобны, неделимы, несжимаемы*, не имеют начала и конца. Ему казалось, что атомы различного сорта могут отличаться по массе в соответствии со своей формой и величиной.

Демокрит. Каноническое скульптурное изображение

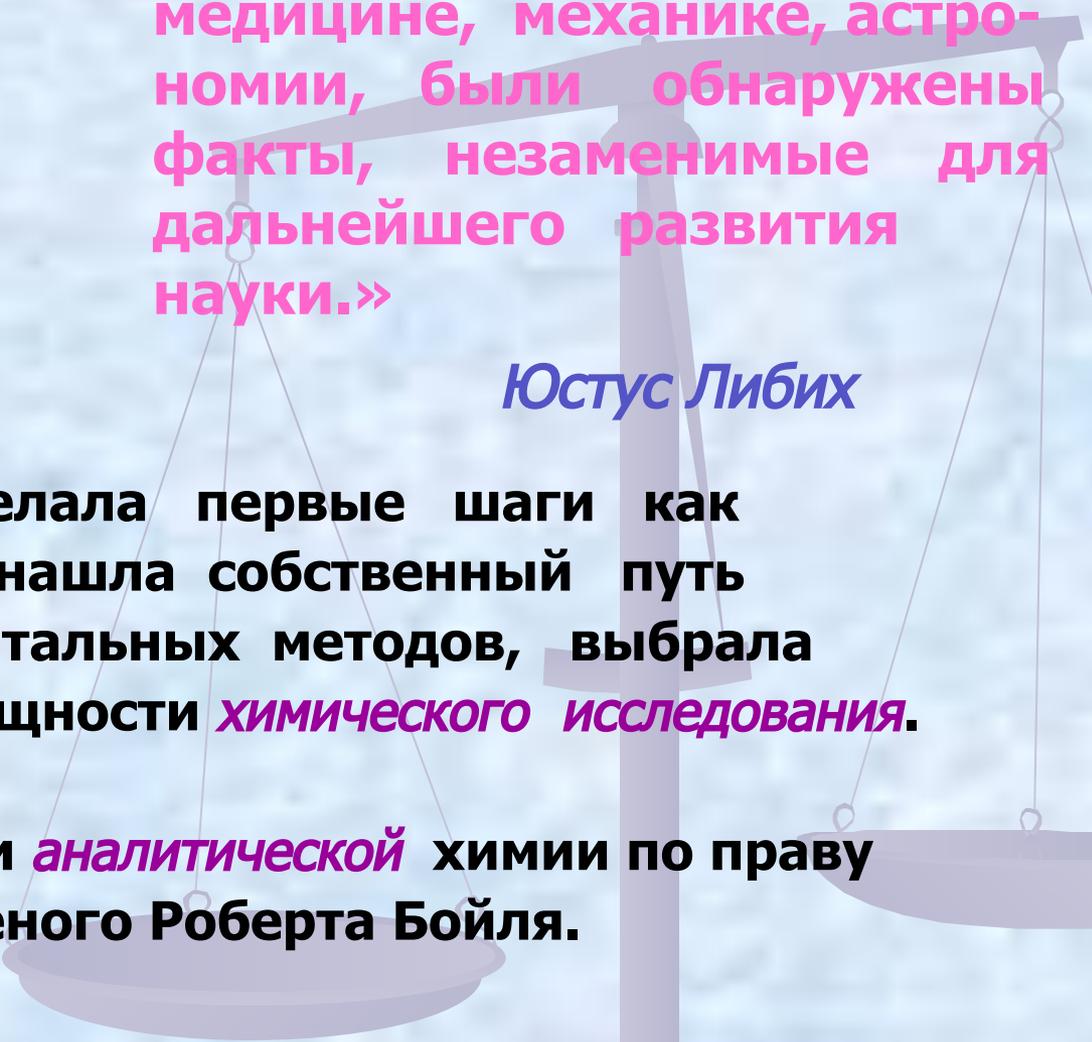
АЛХИМИЯ ЗАПАДНОЙ ЕВРОПЫ



Оборудование алхимической лаборатории. Рисунки из книги А. Либавия «Алхимия». Франкфурт. 1606 г.



Алхимическая лаборатория. Из книги: «Amphitheatrum Sapientiae Aeternae» by Heinrich Khunrath, 1595



«Благодаря тем открытиям, которые сделали люди в ремесле, промышленности, медицине, механике, астрономии, были обнаружены факты, незаменимые для дальнейшего развития науки.»

Юстус Либих

В XVI-XVIII вв. ХИМИЯ сделала первые шаги как самостоятельная наука, нашла собственный путь приложения экспериментальных методов, выбрала правильный подход к сущности *химического исследования*.

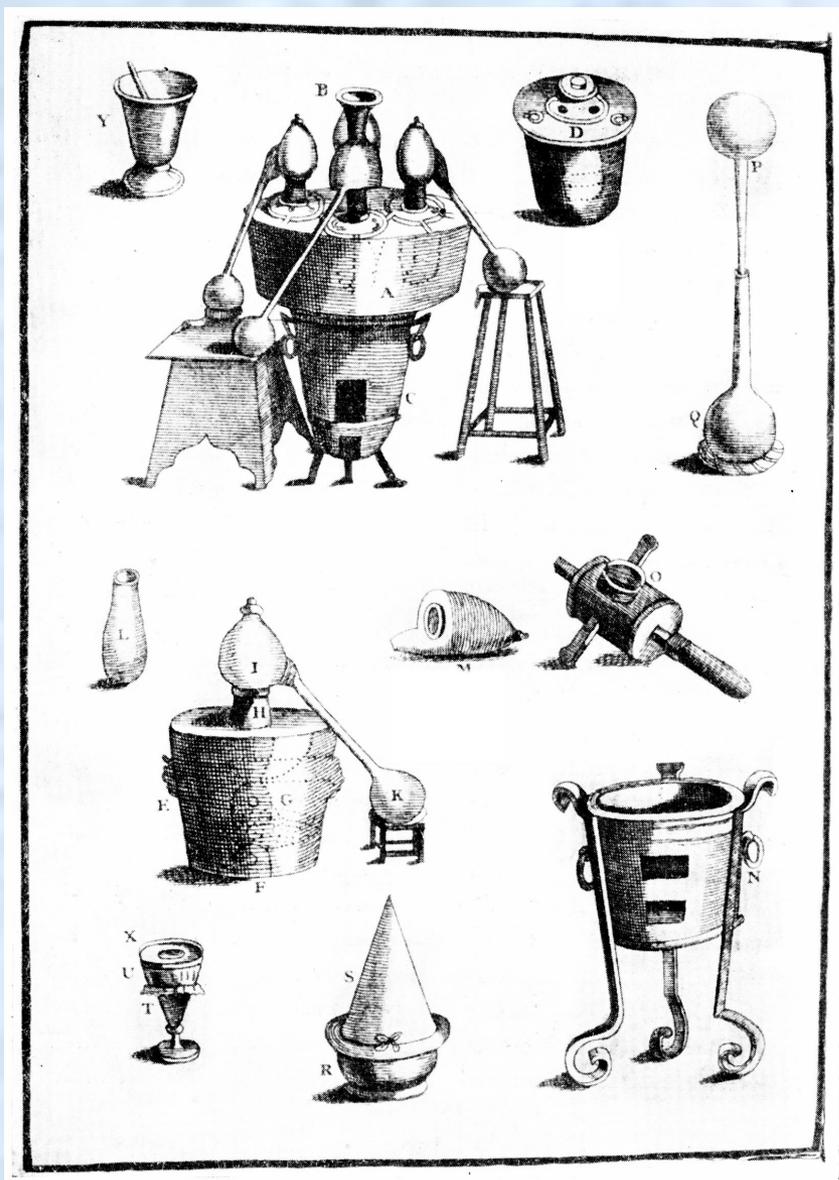
Основателем *физической* и *аналитической* химии по праву считают ирландского ученого Роберта Бойля.



Роберт Бойль

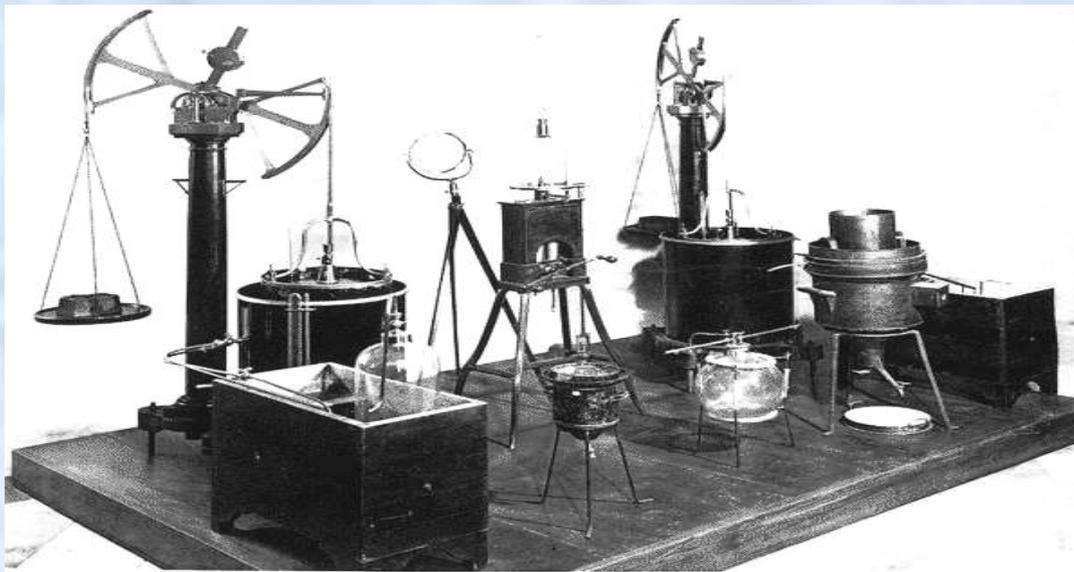
В 1661 г. **Роберт Бойль** опубликовал свою книгу «**Химик – скептик**». Автор сознательно опустил первый слог слова **“алхимия”** в названии своей книги. С его легкой руки в дальнейшем эта отрасль естествознания стала называться **химией**, а работающие в этой области специалисты - **химиками**.

Он впервые ввел понятие **“анализ”** для обозначения соответствующих операций и прибегал к использованию **индикаторов** растительного происхождения. Бойль ввел в лабораторную практику **весы** и другие приборы для количественного изучения химических процессов.



**Оборудование химических лабораторий XVII-XVIII вв.
“Курс химии”
Н. Лемери (Париж, 1756 г.):**

**A, D - медные водяные бани для перегонки алембиков;
B - воронка;
C - железная печь;
H - перегонная колба на песчаной бане;
I, M - шлемы;
K - приемник;
L - перегонная колба;
PQ - соединенные сосуды;
X - керамическая чашка;
Y - ступка**



Лабораторное оборудование, которое использовал А.Л. Лавуазье в восьмидесятых годах XVIII столетия.

К концу XVIII в. в химии был накоплен большой объем экспериментальных данных, которые необходимо было систематизировать в рамках единой теории. Создателем такой теории стал французский химик **Антуан-Лоран Лавуазье.**

Благодаря использованию *метода количественных измерений* он пришел к выводу, что **в химических реакциях масса никогда не создается и не уничтожается, а лишь переходит от одного вещества к другому.** Это положение, известное как **закон сохранения массы.**

Осмысливая результаты опытов по изучению процесса дыхания животных, Лавуазье высказал предположение, что ткани живых организмов, а также продукты питания представляют собой различные соединения *углерода* и *водорода*.

Наиболее существенные положения созданной Лавуазье *кислородной теории химических соединений*:

- а) При всех химических реакциях изменяется только *форма* материи, *количество* же ее остается неизменным. На основании этого закона можно делать соответствующие вычисления;
- б) При горении *неметалла* происходит его соединение с *кислородом* и образуется *кислота*, а при горении *металла* образуются *металлические извести* или *земли*;
- в) Все кислоты содержат *кислород*, соединенный с радикалом. В неорганических веществах в качестве *радикала* чаще всего выступает элемент, в органических соединениях радикал содержит атомы углерода и водорода, реже азота и серы.

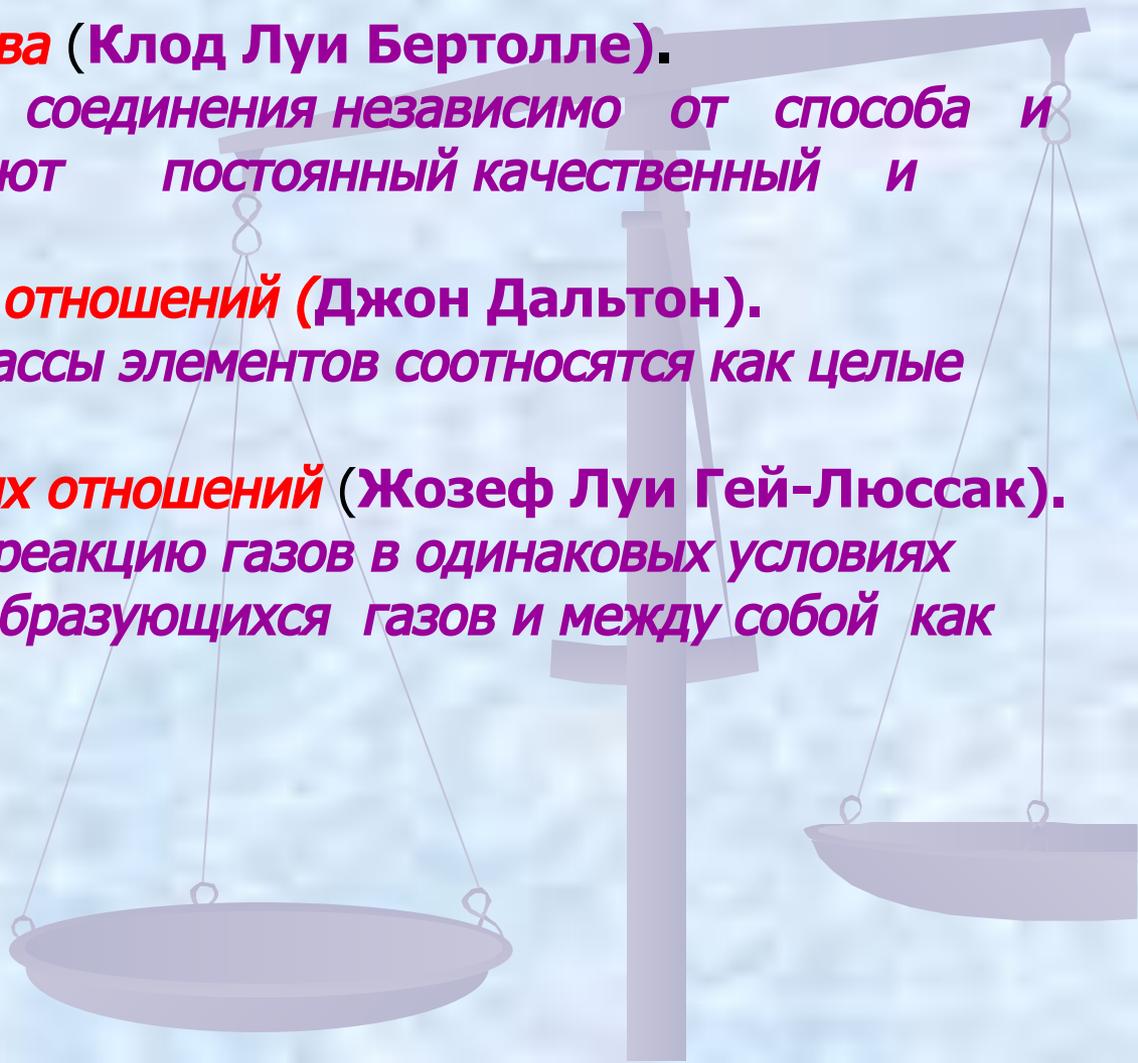
ОСОБЕННОСТИ ПЕРИОДА КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ЗАКОНОВ И СОЗДАНИЯ АТОМНО-МОЛЕКУЛЯРНОГО УЧЕНИЯ (с 90-х годов XVIII в. до середины 60-х годов XIX в.)

В этот период химия получила новую фундаментальную **теоретическую базу**, новую терминологию и номенклатуру. Одновременно происходило обособление отдельных областей химических знаний, а в промышленности стали возникать специализированные химические предприятия.

Суть **химической революции** состоит в **переходе** от **умозрительных представлений** о составе и химических свойствах веществ к **созданию научной химии**. До химической революции, начатой А.Л. Лавуазье, решающую роль в развитии химии играл **эксперимент**, хотя уже в первой половине XVIII в. все большее значение начинает приобретать **теория**. По мнению многих специалистов, химия становится **наукой** лишь с развитием и укоренением **теоретических представлений**.

Дальнейшее преобразование *фундаментальных основ химии*, связано с открытием *количественных стехиометрических законов*.

- 1. Закон постоянства состава (Клод Луи Бертолле).**
Все химические чистые соединения независимо от способа и места получения имеют постоянный качественный и количественный состав
- 2. Закон простых кратных отношений (Джон Дальтон).**
В составе соединения массы элементов соотносятся как целые числа
- 3. Закон простых объемных отношений (Жозеф Луи Гей-Люссак).**
Объемы вступающих в реакцию газов в одинаковых условиях относятся к объемам образующихся газов и между собой как небольшие целые числа.



АТОМИСТИЧЕСКАЯ ТЕОРИЯ ДЖОНА ДАЛЬТОНА



Джон Дальтон.

Английский ученый **Джон Дальтон**, который вошел в историю химии как создатель **атомистического*** учения (1808 г.).

*Как дань уважения Демокриту, Дальтон сохранил термин "**атом**" и назвал так считавшиеся в то время **неделимыми** мельчайшие частицы, составляющие материю. Дальтон писал:

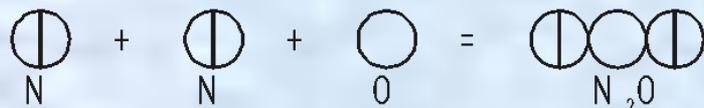
Все атомы данного элемента идентичны по своим свойствам, в том числе и по атомному весу (в современном понимании - атомной массе);

Атомы различных элементов имеют различные свойства, в том числе и различный атомный вес (атомную массу).

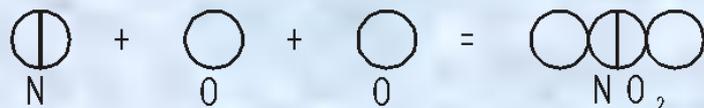
Обобщению атомной теории способствовало употребление специальных символов, предложенных Дж. Дальтоном для обозначения отдельных атомов элементов. Подобная символика позволяла отображать качественный и количественный состав соединений.



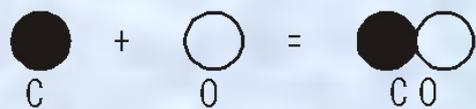
Азотистый газ
[оксид азота (II), окись азота]



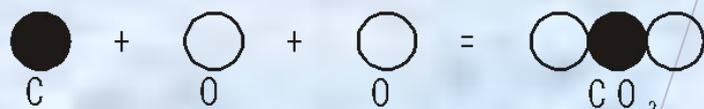
Азотистая окись
[оксид азота (I), закись азота]



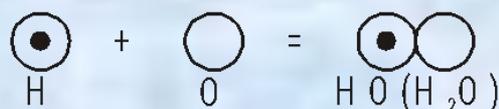
Азотная кислота
(диоксид азота)



Окись углерода
(моноксид углерода)



Углеродная кислота
(диоксид углерода)



Вода



Маслородный газ
(этилен)



Углеродистый водород
(метан)

Символы химических элементов и формулы соединений, предложенные Дж. Дальтоном.

Графические символы Дальтона были сложны и оказались пригодны для выражения состава самых простых соединений. Эта плодотворная идея позднее была усовершенствована в работах **Й. Я. Берцелиуса**, который ввел *буквенную символику* для элементов и упростил способ представления *химических уравнений*. В общих чертах эта символика сохранилась до сегодняшнего дня.

МОЛЕКУЛЯРНАЯ ТЕОРИЯ АВОГАДРО

В 1814 г. А. Авогадро сформулировал закон, который носит его имя:

Равные объемы газообразных веществ при одинаковых внешних условиях (давление и температура) содержат одно и то же число молекул.



Центральным местом в теории А. Авогадро было разъяснение различий между понятиями *атом* и *молекула*. А. Авогадро впервые показал, что *газообразные простые вещества* состоят из *двухатомных молекул*.

Й. Я. БЕРЦЕЛИУС – ТИТАН ХИМИИ XIX ВЕКА

Поворотный этап в истории развития химической атомистики связан с именем шведского химика **Йенса Якоба Берцелиуса**.

Он впервые вычислил относительные атомные массы всех известных к тому времени элементов (45). Берцелиус ввел в употребление **буквенные символы для обозначения элементов**. Его система химической символики, подробно разработанная в 1818 - 1819 гг., позволяла отражать не только символы элементов и формулы соединений с применением индексов, но и производить **запись химических реакций**.



Йенс Якоб Берцелиус.

МЕЖДУНАРОДНЫЙ СЪЕЗД ХИМИКОВ В КАРЛСРУЭ. РЕФОРМА АТОМНО-МОЛЕКУЛЯРНОЙ ТЕОРИИ

В середине XIX в. у различных школ и групп ученых не было единых критериев определения атомных масс. Основные химические понятия: *атом*, *молекула* трактовались по-разному.

На конгрессе в **Карлсруэ** в 1860 г. присутствовало 140 химиков из Европы и Америки, в том числе **семь российских ученых**. Среди участников российской делегации были **Н.Н. Зинин** и **Д.И. Менделеев**.

Результатом съезда химиков в Карлсруэ стало утверждение атомно-молекулярного учения, были определены понятия атомного веса, а также молекулы и атома. Было установлено, что молекула — это наименьшее количество вещества, вступающее в реакции и определяющее физические свойства, а атом — наименьшее количество элемента, содержащееся в молекулах.

М. В. ЛОМОНОСОВ - ОСНОВОПОЛОЖНИК НАУЧНОЙ ХИМИИ В РОССИИ

М.В. Ломоносова можно по праву считать создателем школы российских химиков, основоположником научной химии.

Ему принадлежит идея вычленения теоретической части химии, которой он присвоил название "физической химии". Практическую часть химии он предложил называть "технической химией". Один из историков науки писал, что **М.В. Ломоносов** практически на целое столетие (середина XVIII в.) предвосхитил появление физической химии.

Медаль, выпущенная в честь 275-летия со дня рождения М.В. Ломоносова.



Самыми выдающимися заслугами **М.В. Ломоносова** в области химии являются создание основ атомно-молекулярного учения (1741–1750 гг.) и открытие закона сохранения массы вещества (1756 г.).

В разработке основ атомно-молекулярного учения **М. В. Ломоносов** практически на полвека опередил **Дж. Дальтона**:

- 1) Все тела (вещества) состоят из **корпускул (молекул)**;
- 2) Корпускулы в свою очередь состоят из **элементов (атомов)**;
- 3) **Корпускулы** и **элементы** находятся в непрерывном движении.

Внутренняя энергия тела есть количественная мера движения этих частиц;

- 4) Простые вещества состоят из **одинаковых атомов (элементов)**, сложные вещества представляют собой соединение различных атомов (**элементов**).

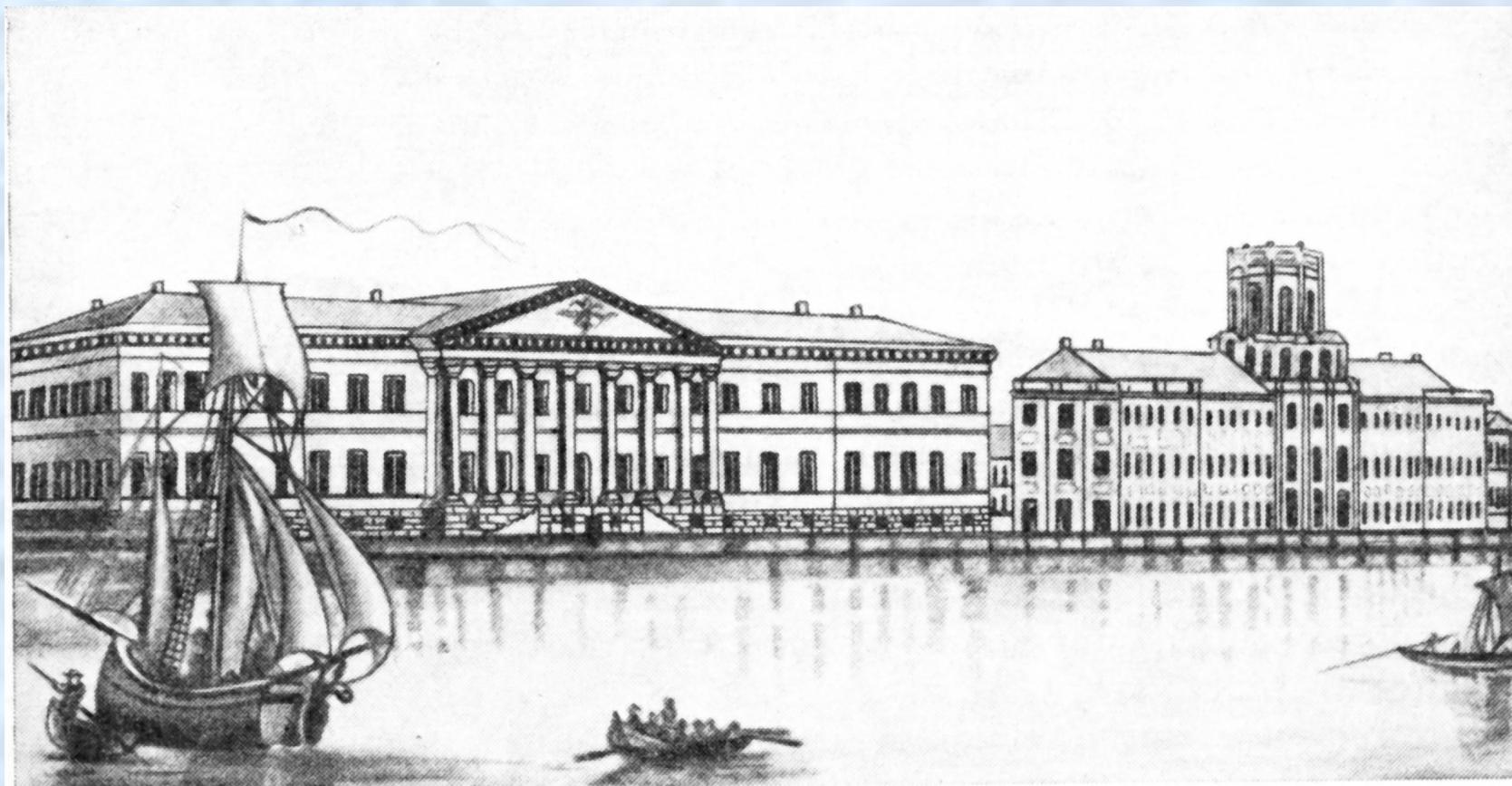
Также им был разработан, создан и внедрен в методику лабораторных исследований целый ряд приборов: **вискозиметр, прибор для фильтрования под вакуумом, прибор для определения твердости, газовый барометр, пирометр** и другие

Книга М.В. Ломоносова **“Введение в истинную физическую химию”** (1754) является первым российским учебником по химии, предназначенным для студентов университетов. В 1763 г. Ломоносов издает на родном языке первую российскую книгу о горном деле - **“Первые основания металлургии, или рудных дел”**. В этой книге были рассмотрены свойства различных металлов, дана их классификация и описаны способы их получения. Как считают специалисты, эта книга **М.В. Ломоносова** заложила основы русского химического языка.



Портрет М. В. Ломоносова работы неизвестного художника XVIII в. Музей М. В. Ломоносова. Санкт-Петербург.

На рубеже XVIII - XIX вв. в России существовал по сути лишь единственный Московский университет В последующие годы были открыты университеты в Казани (1804 г.), Харькове (1805 г.) и Санкт-Петербурге (1819 г.).



Петербургская Академия наук на рубеже XVIII – XIX вв.

КАЗАНСКАЯ ХИМИЧЕСКАЯ ШКОЛА



Николай Николаевич Зинин.

Славу Казанской химической лаборатории принесла деятельность целой плеяды выдающихся химиков-органиков, первым среди которых был **Н.Н. Зинин**.

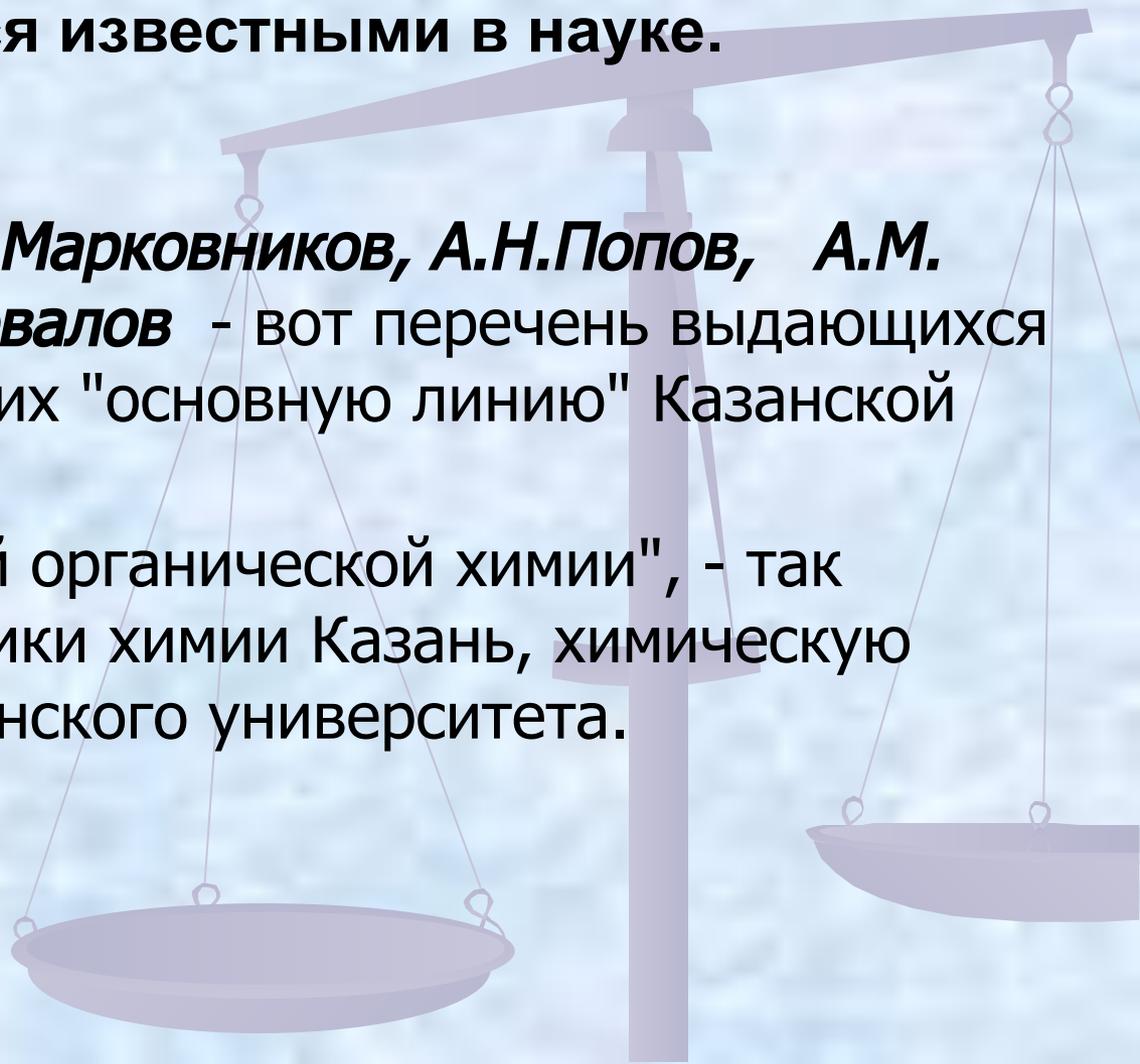
Конец 40-х и начало 50-х гг. XIX в. были периодом острой теоретической борьбы по проблеме строения органических соединений.

Н.Н. Зинин явился одним из основателей первой русской химической **научно-педагогической системы**, получившей название **Казанской химической школы**.

“Имя Зинина, - писал **А.М. Бутлеров**, - открывает собой целый ряд имен русских химиков, сделавшихся известными в науке, и большинство этих химиков - ученики Зинина или ученики его учеников”.

“Имя Зинина, - писал **А.М. Бутлеров**, - открывает собой целый ряд имен русских химиков, сделавшихся известными в науке.

- **А.М.Бутлеров, В.В.Марковников, А.Н.Попов, А.М. Зайцев, А.И.Коновалов** - вот перечень выдающихся имен, составляющих "основную линию" Казанской научной школы.
- "Колыбель русской органической химии", - так определили историки химии Казань, химическую лабораторию Казанского университета.

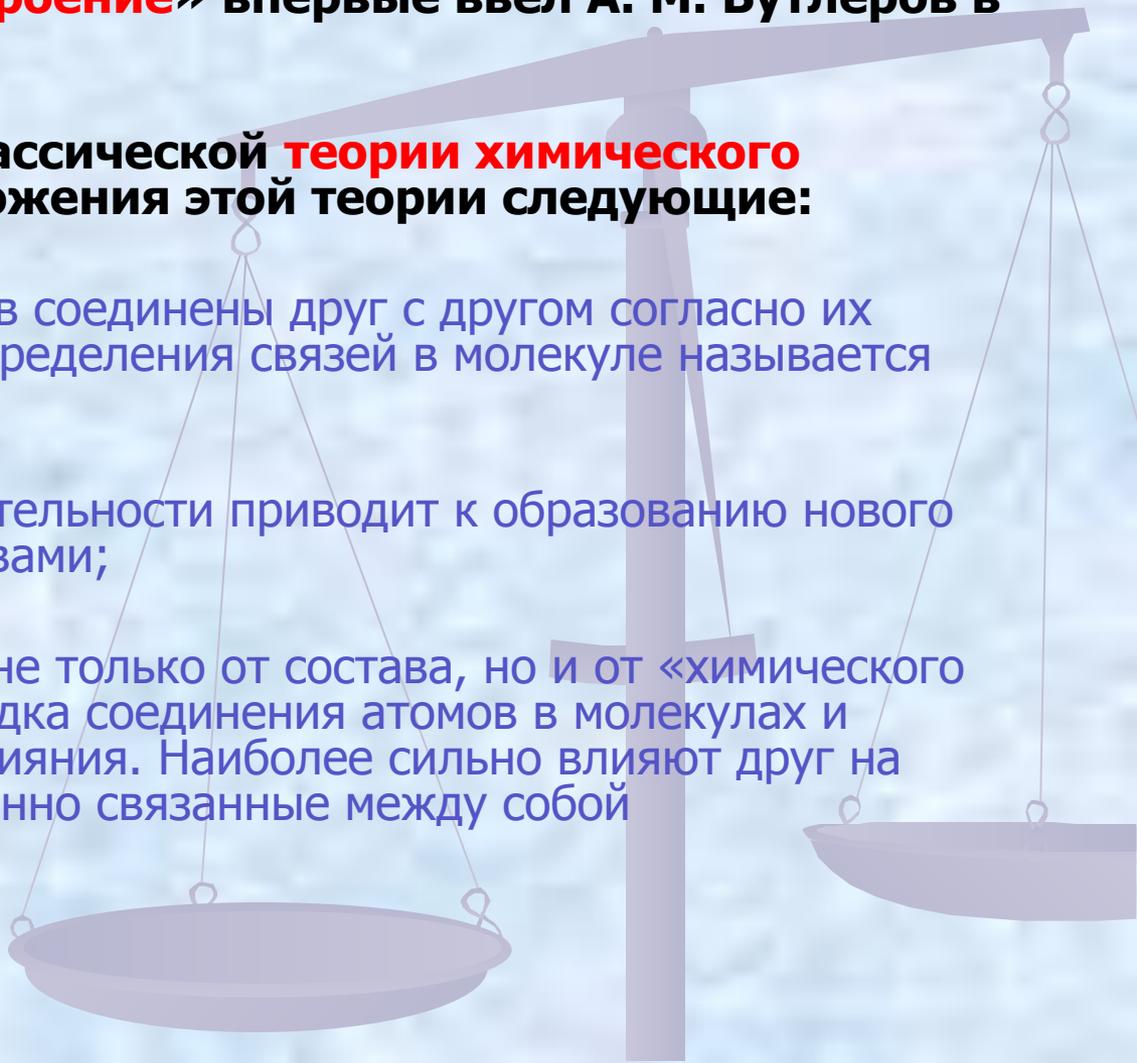


Теория химического строения А.М. Бутлерова

- Термин «**химическое строение**» впервые ввёл А. М. Бутлеров в 1861 году.

Он заложил основы классической **теории химического строения**. Главные положения этой теории следующие:

- атомы в молекулах веществ соединены друг с другом согласно их валентности, порядок распределения связей в молекуле называется химическим строением;
- изменение этой последовательности приводит к образованию нового вещества с новыми свойствами;
- свойства веществ зависят не только от состава, но и от «химического строения», то есть от порядка соединения атомов в молекулах и характера их взаимного влияния. Наиболее сильно влияют друг на друга атомы, непосредственно связанные между собой



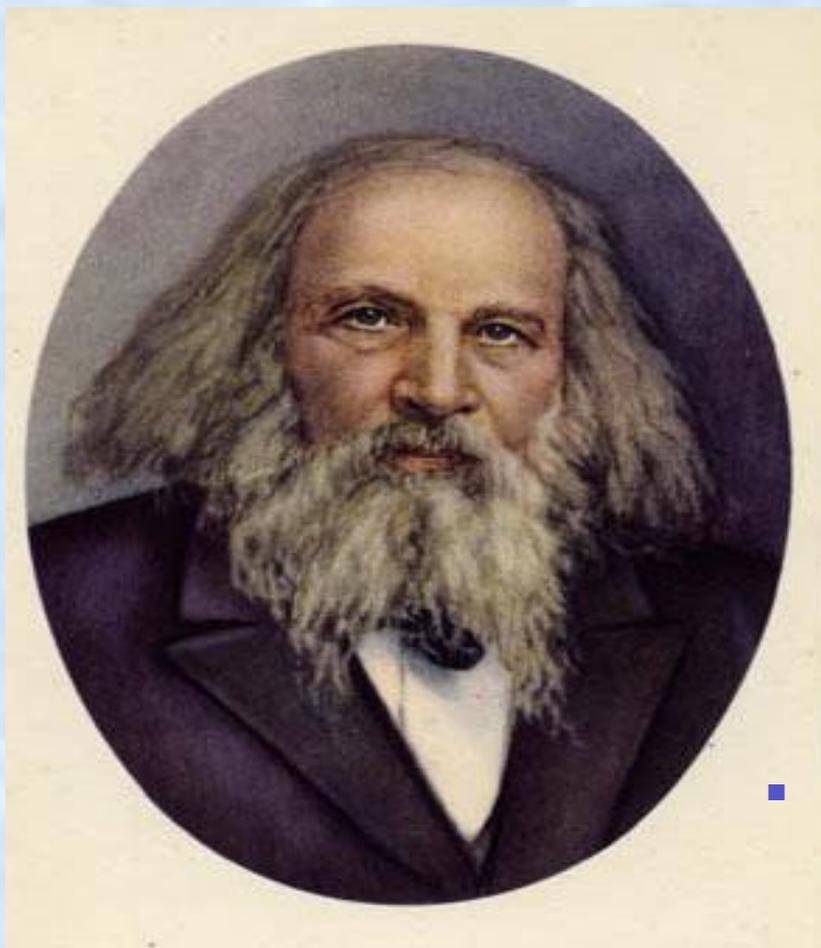


- В 1864 году **Бутлеров** первым объясняет явление изомерии, показав что изомеры — это соединения, обладающие одинаковым элементарным составом, но различным химическим строением.
- В 1874 году возникает стереохимия В 1874 году возникает стереохимия, или трёхмерная структурная химия в форме постулата Вант-Гоффа В 1874 году возникает стереохимия, или трёхмерная структурная химия в форме постулата Вант-Гоффа о тетраэдрической системе валентностей В 1874 году возникает стереохимия, или

УЧЕНИЕ О ХИМИЧЕСКОМ ПРОЦЕССЕ – ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

- К середине XIX века окончательно оформилась и начала стремительно развиваться пограничная область науки – физическая химия. Предметом изучения новой науки можно считать *химический процесс* – его скорость, направление, сопровождающие его тепловые явления и зависимость этих характеристик от внешних условий.
- Важнейшую роль в развитии термохимии сыграл русский химик Герман Иванович Гесс.
- Кинетические законы, предложенные Вант-Гоффом и Аррениусом, стали основой для всех последующих исследований скорости и механизма химических реакций и их зависимости от различных факторов.

Периодический закон



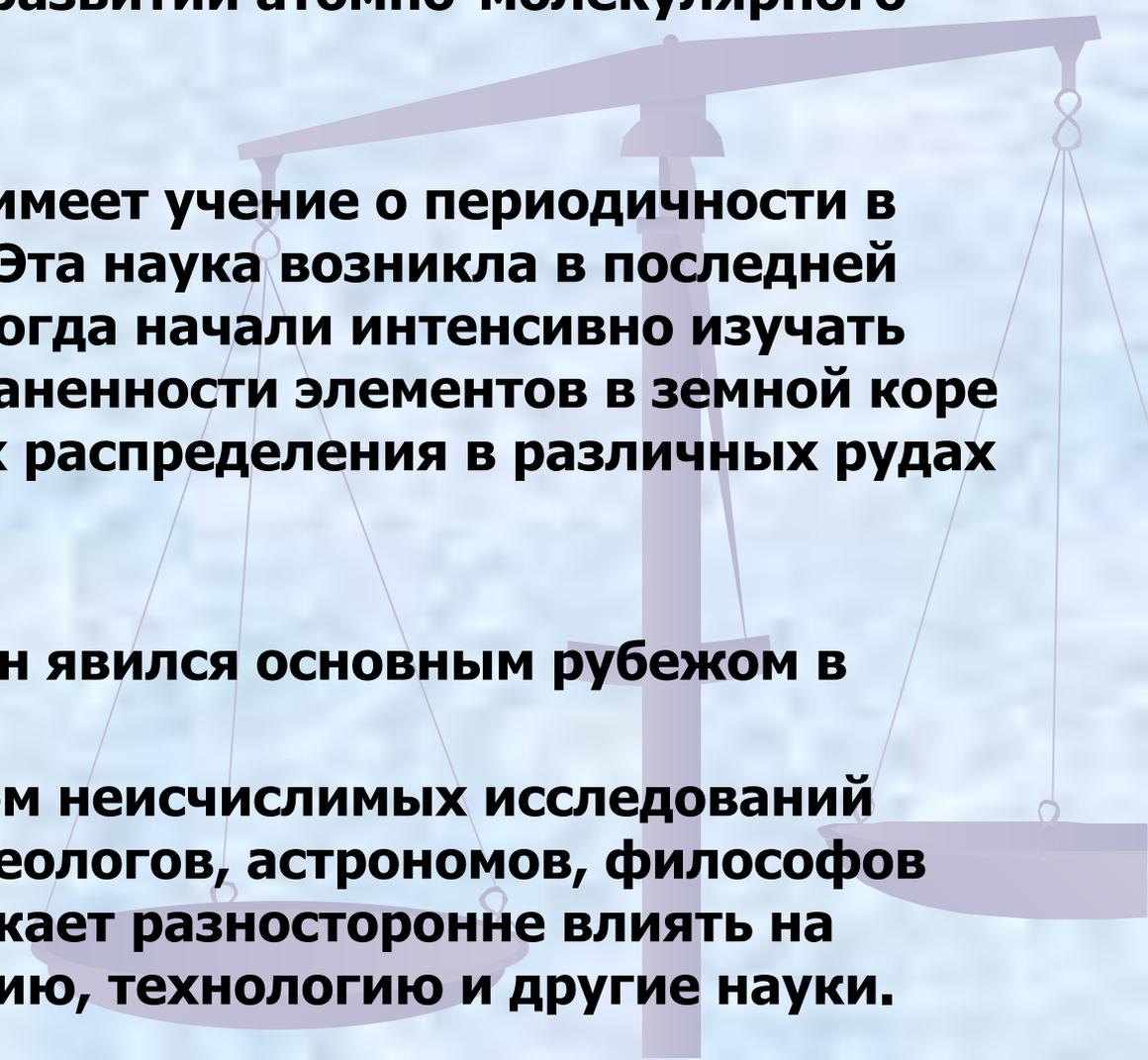
- **Периодический закон** — фундаментальный закон природы, открытый Д. И. Менделеевым — фундаментальный закон природы, открытый Д. И. Менделеевым в 1869 году при сопоставлении свойств известных в то время химических элементов —
- **"Свойства элементов, а потому и образуемых ими простых и сложных тел (веществ), стоят в периодической зависимости от их атомного веса"**, фундаментальный закон природы, открытый Д. И. Менделеевым в 1869 году при сопоставлении свойств известных в то время химических элементов и величин их атомных масс.

- К концу 90-х годов закон получил всеобщее признание, позволил ученым предвидеть новые открытия и систематизировать накапливающийся экспериментальный материал, сыграл выдающуюся роль в дальнейшем развитии атомно-молекулярного учения.

- Огромное значение имеет учение о периодичности в развитии геохимии. Эта наука возникла в последней четверти XIX века, когда начали интенсивно изучать проблему распространенности элементов в земной коре и закономерности их распределения в различных рудах и минералах.

- Периодический закон явился основным рубежом в истории химии.

Он явился источником неисчислимых исследований химиков, физиков, геологов, астрономов, философов историков и продолжает разносторонне влиять на биологию, астрономию, технологию и другие науки.

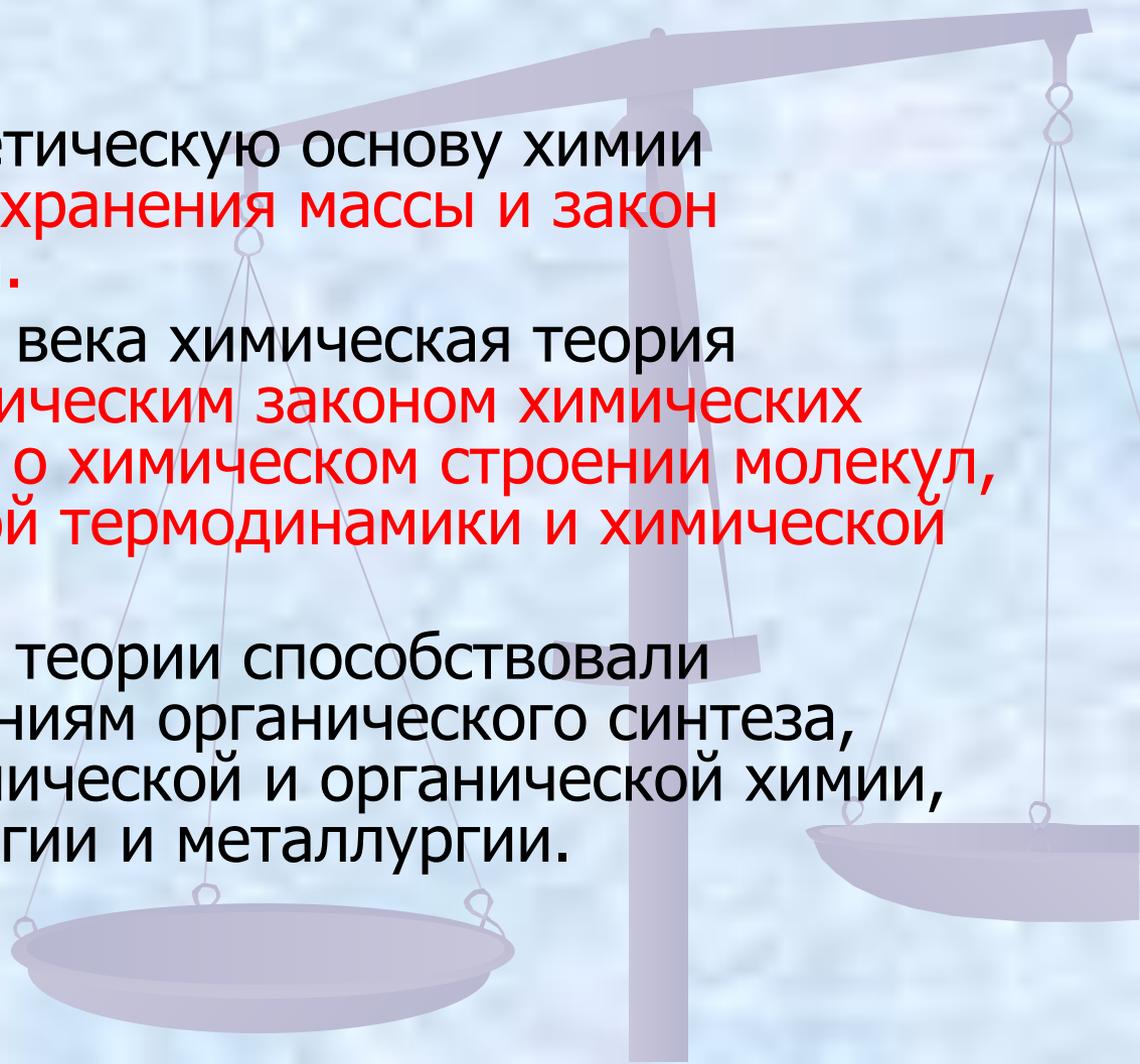


Итоги развития химии в XIX веке

В целом химическая теория периода классической химии к концу XIX века получила относительное завершение.

- В начале века теоретическую основу химии составляли закон сохранения массы и закон постоянства состава.
- Во второй половине века химическая теория обогатилась периодическим законом химических элементов, учением о химическом строении молекул, законами химической термодинамики и химической кинетики.

Успехи химической теории способствовали блестящим достижениям органического синтеза, прикладной неорганической и органической химии, химической технологии и металлургии.



- К концу века чётко оформились три концептуальных системы химии:
- **учение о составе,**
- **структурная химия**
- **учение о химическом процессе.**

Однако в каждой из основных концепций химии оставались нерешёнными фундаментальнейшие вопросы:

- о причине периодичности свойств элементов,
- о природе связи между атомами,
- о природе сил химического сродства.

