Молекулярно - кинетическая теория

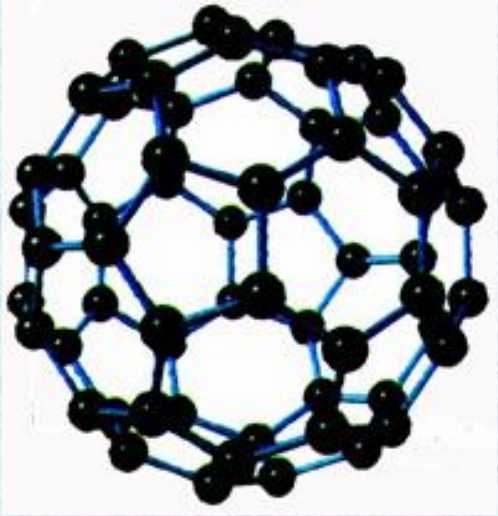
Часть 1

Презентацию подготовил:
Корюков И.В.

Содержание

1. Эволюция взглядов на строение вещества.
2. Основные понятия и определения молекулярно-кинетической теории :
   - Молекулярная физика
   - Макроскопические тела
   - Молекулы и атомы
3. Основные положения МКТ, их опытные подтверждения
   - Броуновское движение
   - Диффузия
   - Существование жидкостей и твёрдых тел, газов
4. Масса и размеры атомов и молекул. Атомная и молекулярная массы.
5. Количество вещества. Молярная масса
6. Постоянная Авогадро, её физический смысл

Завершить показ



Еще задолго до нашей эры, в период расцвета древних культур, возникло учение о мельчайших частицах, из которых построено любое вещество.

Одна из древнеиндийских философских школ учила, что вечные части вселенной состоят из четырех элементов: воды, земли, огня и воздуха. Частички этих элементов вечны и несотворимы, они непротяжённы, и в то же время их разнородная природа составляет причину протяжённости возникающих соединений этих частичек.

Древнегреческие философы Анаксагор и Демокрит (в IV веке до нашей эры)

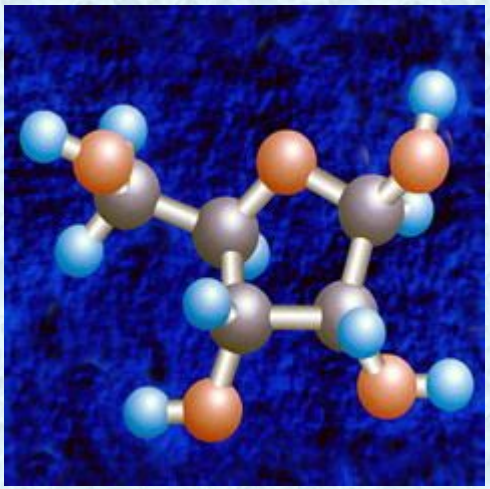
считали, что любое вещество состоит из мельчайших неделимых частиц.

Анаксагор **учил о вечных элементах мира, «семенах» (или «гомеомериях»), которые включают в себя всю полноту мировых качеств и управляются космическим Умом.**

Для объяснения бесконечного разнообразия видимых явлений, он принимал не одну первичную стихию, вроде воды, воздуха или огня, как его современники, а бесчисленное множество бесконечно малых однородных первичных материальных частичек, гомеомерий, которые не созданы и не могут ни разрушаться, ни переходить друг в друга. Впрочем, гомеомерии Анаксагора не похожи и на атомы в нашем смысле, то есть на простые химические элементы, потому что в числе их у него приведены, между прочим, мясо, дерево и т. п. «Гомеомерии», «семена вещей», вначале были в беспорядке смешаны и образовывали хаос. Мировой «ум» — тончайшее и легчайшее вещество — приводит их в движение и упорядочивает: неоднородные элементы отделяются друг от друга, а однородные соединяются — так возникают вещи.

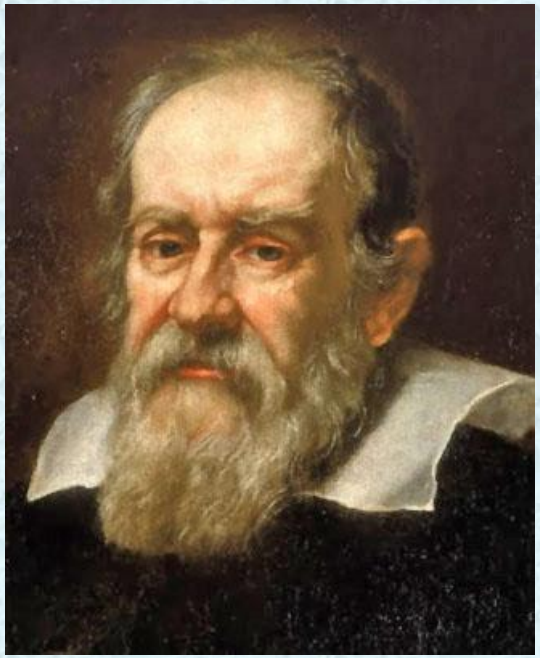
Эту идею поддержали и развили Левкипп и Демокрит. Согласно их учению, существуют только атомы и пустота *(атом — греческое слово, означающее «неделимый»).* Атомов бесконечное множество, и они бесконечно различны по форме, но качественного различия атомов не существует.

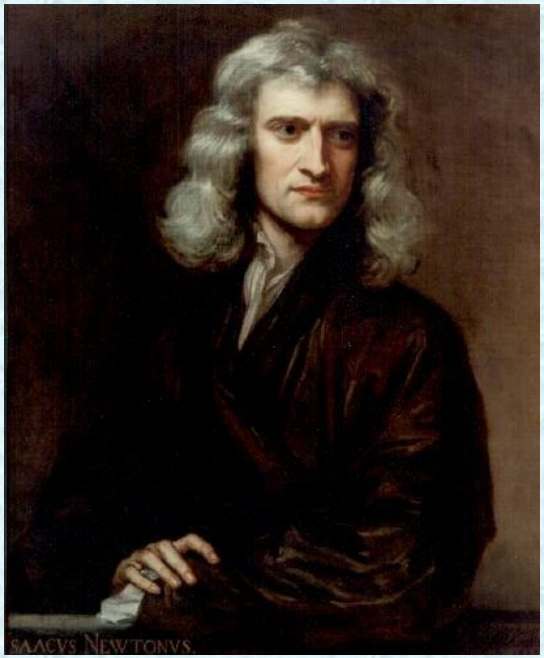
Взаимодействуют атомы давлением и ударом.
Воззрения Демокрита, весьма далекие от современных, сыграли очень важную роль в развитии науки. Атомистику Демокрита развивали другие философы античного мира: Эпикур, Лукреций, Платон. Противники атомизма утверждали, что материя делится до бесконечности. К их числу может быть отнесён Аристотель.



Атомисты считали, что разнообразие веществ, имеющихся в природе, объясняется не разнообразием различных сортов атомов, но разнообразием различных соединений этих атомов (теперь мы называем такие соединения **молекулами**).

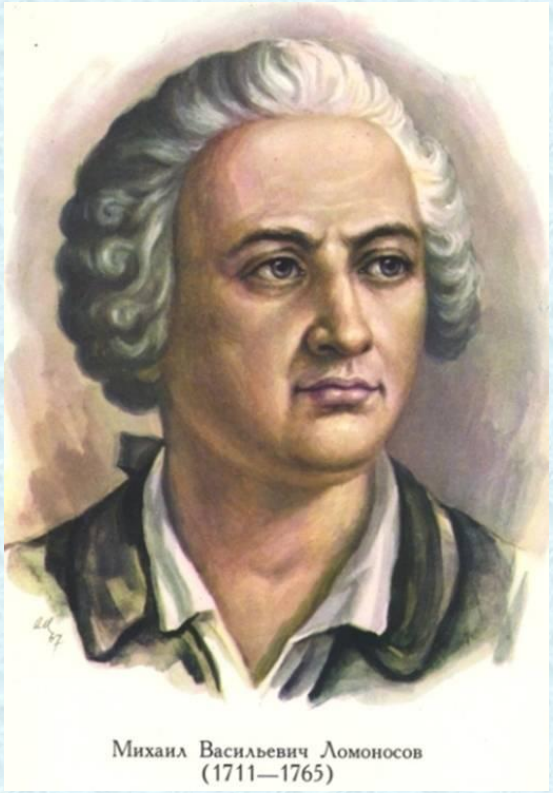
Атомы невидимы и необнаружимы в отдельности только вследствие своей чрезвычайной малости. Именно в силу этого огромная совокупность атомов, образующая твердое или жидкое тело, внушает нам представление о непрерывности этих тел. Атомы находятся в непрерывном движении, соединения их могут распадаться, превращаясь в другие соединения, что и объясняет наблюдаемые нами превращения веществ (теперь мы называем такие перестройки молекул химическими превращениями вещества).





Эпоха средневековья не продвинула вперед учение об атомах и молекулах. В XVII столетии, когда были заложены основы физики, крупнейшие ученые того времени стояли на позициях атомистики (Галилей).

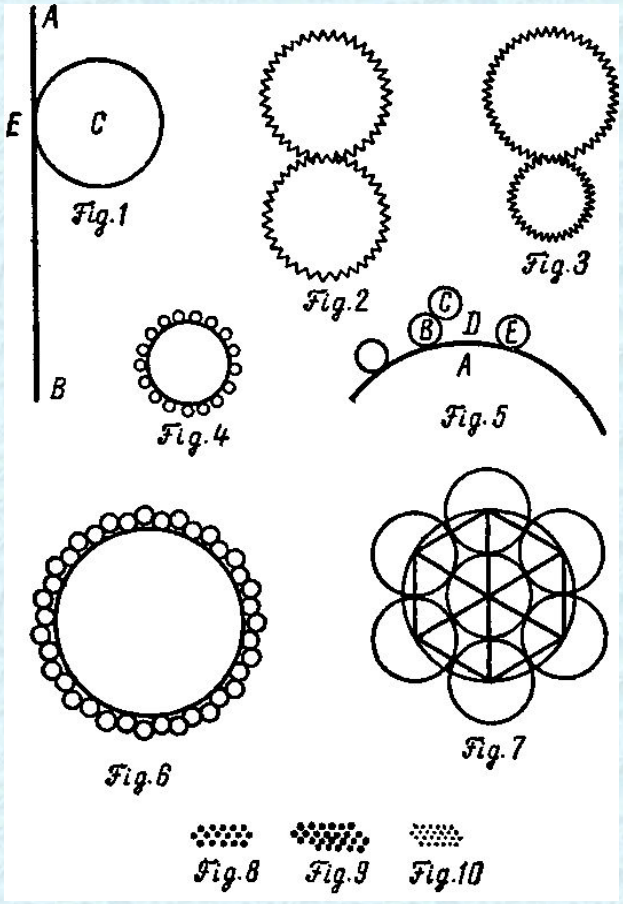
Ряд высказываний, предвосхитивших некоторые положения молекулярной теории, развитые значительно позже, принадлежит Ньютону (например, представления о кристаллической решетке, межмолекулярных силах и т. д.)



Михаил Васильевич Ломоносов
(1711—1765)

Большой шаг вперед в развитии молекулярно-кинетической теории был сделан великим русским ученым *Михаилом Васильевичем Ломоносовым* в середине XVIII в. Ломоносов сформулировал молекулярную гипотезу, основные черты которой весьма близки к современным воззрениям. Согласно Ломоносову, частицы вещества, атомы или корпускулы — это шарики с шероховатыми поверхностями. Шарики беспорядочно двигаются, сталкиваются между собой и благодаря шероховатым поверхностям получают при столкновениях вращательное движение.

Этим вращательным движением Ломоносов объяснил тепловые явления. Он утверждал, что «должна существовать наибольшая степень холода, состоящая в полном покое частичек, в полном отсутствии вращательного движения их», т. е. должен существовать абсолютный нуль температуры. Сохранились собственноручные рисунки Ломоносова, на которых молекулы изображены в виде зубчатых колес.



Рисунки М. В. Ломоносова

Молекулярно-кинетические представления были развиты Ломоносовым довольно глубоко, но в его время они не получили признания, как это неоднократно бывало в истории науки, и лишь через сто лет, во второй половине XIX в. молекулярно - кинетическая теория в её современной форме была создана трудами Клаузиуса, Максвелла, Больцмана и др. Много внесли в развитие кинетической теории русские ученые Менделеев, Голицын, Пирогов, Михельсон и др.

Гей-Люссак, Дальтон, Авогадро опытным путем установили основные газовые законы. Фарадей впервые указал на связь между атомами и электричеством и на важность этой связи, лежащей в основе современной физики.

Свойства вещества, которые обусловлены его молекулярным строением, изучает

МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА

***Молекулярная физика** – раздел физики, в котором рассматриваются свойства тел как суммарный результат движения и взаимодействия огромного количества молекул, из которых состоят эти тела.*

При этом мы исключаем из рассмотрения те явления, которые связаны с изменением состава, перестройкой молекул, что является в значительной степени областью химии.

Основой молекулярной физики является

Молекулярно-кинетическая теория строения вещества

(МКТ)

Цель молекулярно-кинетической теории – объяснение свойств макроскопических тел и закономерностей тепловых процессов на основе представлений о том, что все тела состоят из отдельных хаотически двигающихся частиц.

Макроскопические тела (от греч. «макрос» – большой) - это все тела, которые нас окружают: дома, машины, вода в стакане, вода в океане и т.д. При ***макроскопическом подходе*** к изучению тел нас интересуют сами тела: их размеры, объёмы, массы, энергии и т.д. При ***микроскопическом подходе*** нас тоже интересуют размеры, объём, масса, энергия и т. д. Однако уже не самих тел, а тех частиц, из которых они состоят: молекул, ионов и атомов.

МКТ объясняет явления и свойства тел с точки зрения их *микроскопического строения.*

Основная задача молекулярно-кинетической теории – установить связь между микроскопическими и макроскопическими параметрами вещества и, исходя из этого, найти уравнение состояния данного вещества.

Например, зная массы молекул, их средние скорости и концентрацию, найти объём, давление и температуру данной массы газа. Или выразить давление газа через его объём и температуру.

В основе МКТ лежат три утверждения:

Основные положения МКТ

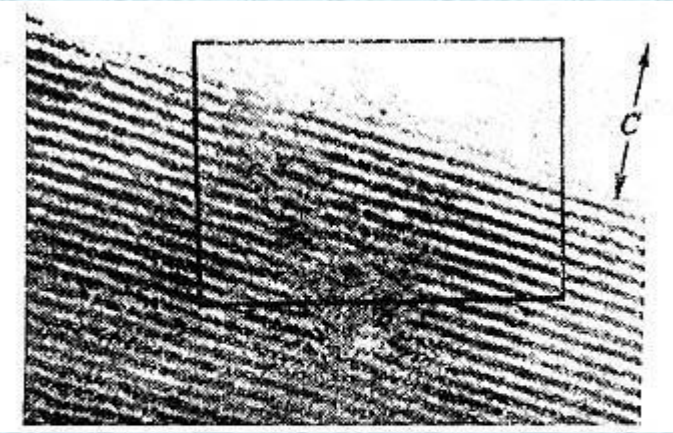
1. ***Все вещества состоят из молекул и атомов. Молекула – наименьшая электронейтральная частица вещества, сохраняющая его свойства.***
2. ***Молекулы и атомы всех веществ находятся в непрерывном хаотическом движении, называемом тепловым. Интенсивность этого движения возрастает с повышением температуры.***
3. ***Молекулы (атомы) взаимодействуют между собой. Между ними действуют силы притяжения и отталкивания.***

Основные положения МКТ
1. Все тела состоят из частиц (молекул, атомов, …)
2. Частицы непрерывно и хаотично двигаются
3. Частицы взаимодействуют друг с другом
Дробление вещества, растворимость, сжатие и расширение газов, парообразование
Диффузия, броуновское движение, зависимость скорости выпаривания от температуры
Существование жидкостей и твёрдых тел, смачивание, сцепление плотно прижатых свинцовых цилиндров
Экспериментальные подтверждения

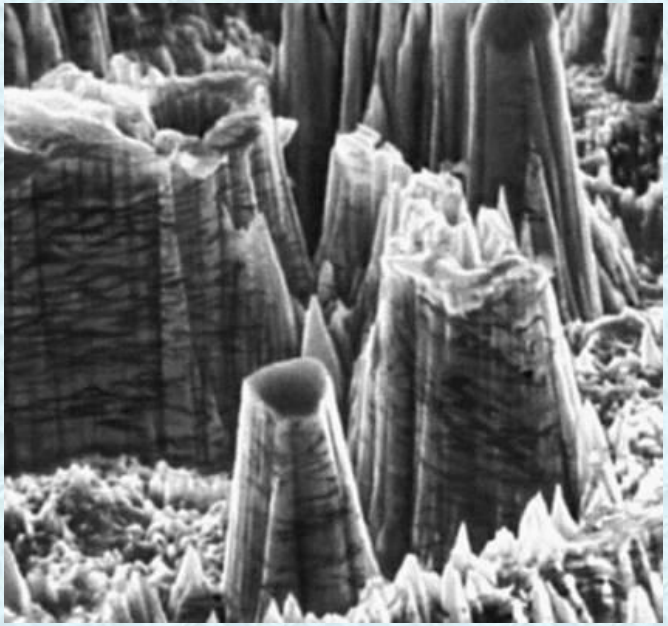
Электронный микроскоп

Каждое из положений МКТ строго доказано исследовательским путём. Реальное существование молекул подтверждается экспериментально. В качестве примеров можно назвать механическое дробление вещества, растворимость веществ в воде и других растворителях, сжатие и растворение газов.

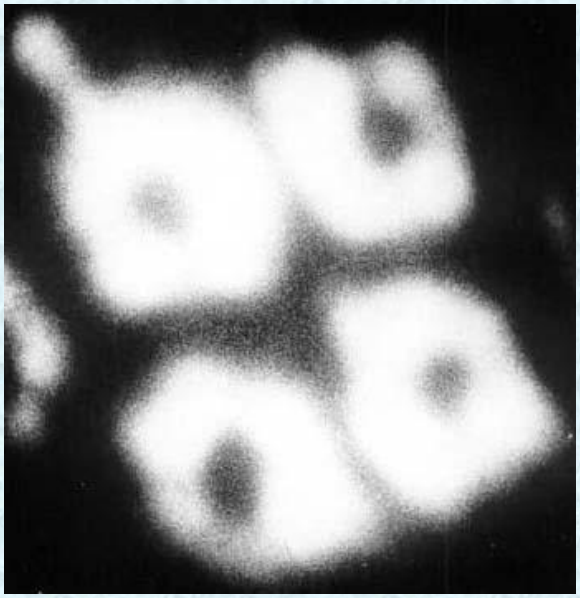
С помощью электронного микроскопа, дающего увеличение в сотни тысяч раз, удалось наблюдать и сфотографировать отдельные крупные органические молекулы. Можно привести ещё множество опытных данных, в том числе и электроннооптические фотографии крупных молекул, подтверждающие основные представления молекулярно-кинетической теории.



Платина в электронном микроскопе



Изображение предварительно отполированной, а затем подвергнутой ионной бомбардировке поверхности монокристалла меди. Снято в растровом электронном микроскопе. Увеличение - 3000.



Молекулы нафталина в ионном микроскопе

Ионный микроскоп JEM-ARM200F

Сканирующий электронно-ионный микроскоп.

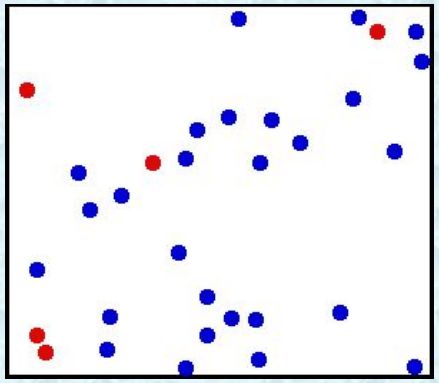
Ионный микроскоп - ***электронно-оптический прибор, в котором изображение создается ионным пучком от термоионного или газоразрядного ионного источника.***

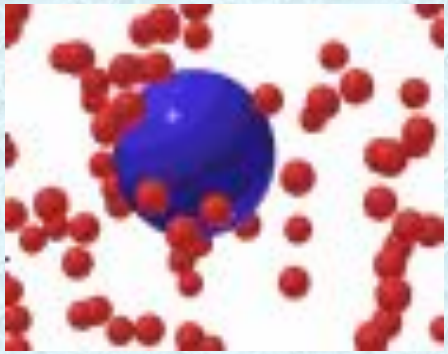
Рассказ про ионный микроскоп ***здесь***

Ионный микроскоп

Наиболее убедительными доказательствами реального существования молекул являются броуновское движение и диффузия.

БРОУНОВСКОЕ ДВИЖЕНИЕ



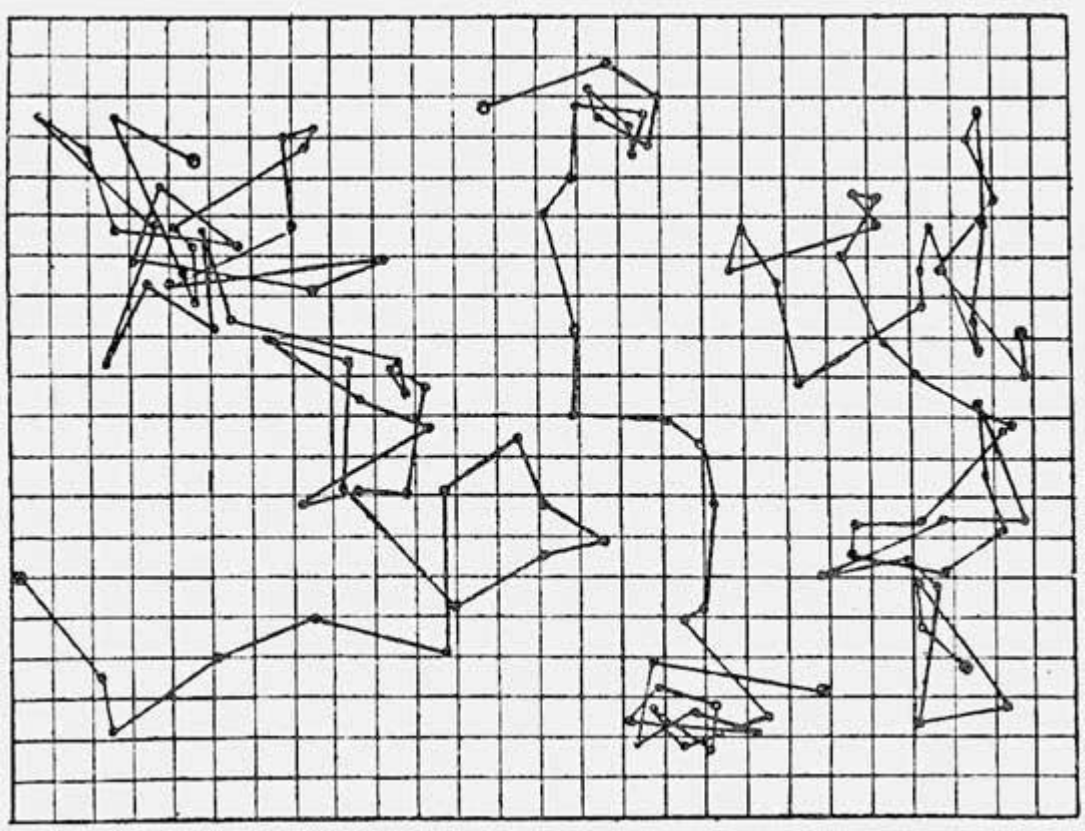


Это явление открыто Р. Броуном в 1827 г., когда он проводил исследования пыльцы растений. Шотландский ботаник Роберт Броун (Brown) ещё при жизни как лучший знаток растений получил титул «князя ботаников». Он сделал много замечательных открытий.

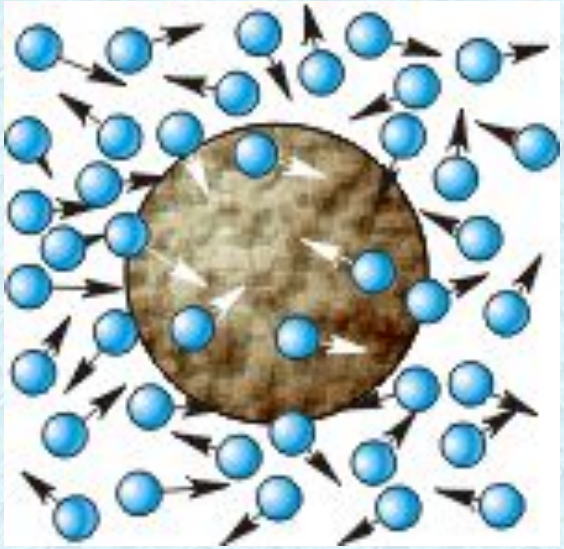
Интересуясь, как пыльца участвует в процессе оплодотворения, он разглядывал под микроскопом выделенные из клеток пыльцы североамериканского растения Clarkia pulchella (кларкии хорошенькой) взвешенные в воде удлинённые цитоплазматические зерна.

Неожиданно Броун увидел, что мельчайшие твёрдые крупинки, которые едва можно было разглядеть в капле воды, непрерывно дрожат и передвигаются с места на место. Он установил, что эти движения, по его словам, «не связаны ни с потоками в жидкости, ни с её постепенным испарением, а присущи самим частичкам». Наблюдение Броуна подтвердили другие учёные. Мельчайшие частички вели себя, как живые, причем «танец» частиц ускорялся с повышением температуры и с уменьшением размера частиц и явно замедлялся при замене воды более вязкой средой. Это удивительное явление никогда не прекращалось: его можно было наблюдать сколь угодно долго.

Clarkia pulchella



Последовательные положения через каждые 30 секунд трех броуновских частиц – шариков гуммигута размером около 1 мкм. Одна клетка соответствует расстоянию 3 мкм.



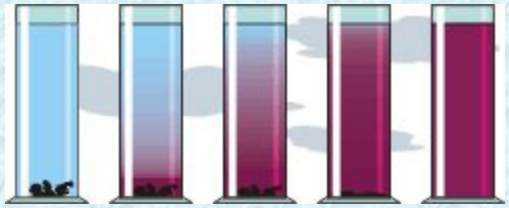
Объяснить броуновское движение невозможно, если не предположить, что молекулы воды находятся в беспорядочном, никогда не прекращающемся движении. Они сталкиваются друг с другом и с другими частицами. Наталкиваясь на споры, молекулы вызывают их скачкообразные перемещения, что Броун и наблюдал в микроскоп. А поскольку молекулы в микроскоп не видны, то движение спор и казалось Броуну беспричинным.

На этом рисунке – модель броуновского движения. Множество мелких шариков символизируют собой молекулы воды, а большой шар – спору. Количество ударов шариков о шар слева и справа, сверху и снизу, спереди и сзади не всегда одинаково. Под действием «перевеса» ударов с какой-нибудь стороны шар будет перескакивать на новое место.

<u>Броуновское движение</u> – это хаотическое движение мелких частиц твёрдого вещества под ударами молекул жидкости или газа, в которых эти частицы находятся.

Броуновское движение

Диффузия



Явление самопроизвольного проникновения частиц одного вещества в другое вещество принято называть диффузией.

Для наблюдения явления диффузии бросим несколько крупинок краски в высокий сосуд с водой. Они опустятся на дно, и вокруг них вскоре образуется облачко окрашенной воды. Оставим сосуд в покое на несколько недель в прохладной темной комнате. Наблюдая за сосудом всё это время, мы обнаружим постепенное распространение окраски по всей высоте сосуда. Говорят, что происходит диффузия краски в воду.

Как объясняется диффузия? Частицы веществ (например, краски и воды), беспорядочно двигаясь, проникают в промежутки друг между другом. А это и означает смешивание веществ.

Запах духов или бензина довольно быстро распространяется по комнате или гаражу. Так происходит потому, что духи и бензин испаряются – переходят в газообразное состояние, а диффузия в газах происходит быстро: за секунды-минуты. Заметно медленнее диффузия протекает в жидкостях: за недели-месяцы, а в твёрдых телах – очень медленно: за годы-столетия.

В тёплой комнате диффузия протекает быстрее. Объяснить это можно так: повышение температуры тела приводит к увеличению скорости движения составляющих его частиц.

Существование жидкостей и твёрдых тел, газов

Агрегатное состояние — состояние вещества, характеризующееся определёнными качественными свойствами, например, способностью сохранять объём и форму, переходы между которыми сопровождаются скачкообразными изменениями свободной энергии, плотности и других основных физических свойств.

Выделяют три основных агрегатных состояния: *твёрдое тело, жидкость и газ*. Иногда не совсем корректно к агрегатным состоянием причисляют плазму. Существуют и другие агрегатные состояния, например, жидкие кристаллы.

Твёрдое тело - состояние, характеризующееся способностью сохранять объём и форму. Атомы твёрдого тела совершают лишь небольшие колебания вокруг состояния равновесия.

Жидкость - состояние вещества, при котором оно обладает малой сжимаемостью, то есть хорошо сохраняет объём, однако неспособно сохранять форму. Атомы или молекулы жидкости совершают колебания вблизи состояния равновесия, запертые другими атомами, и часто перескакивают на другие свободные места.

Газ – состояние, характеризующееся хорошей сжимаемостью, отсутствием способности сохранять как объём, так и форму.

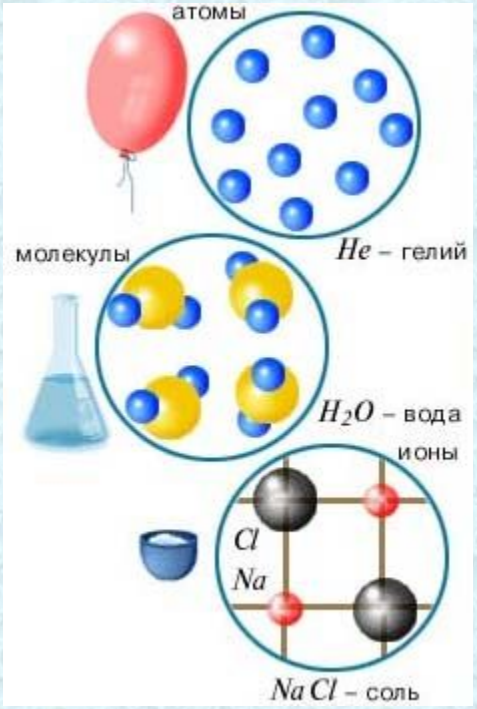
Газ стремится занять весь объём, ему предоставленный. Атомы или молекулы газа ведут себя относительно свободно, расстояния между ними гораздо больше их размеров.

Определения агрегатных состояний не всегда являются строгими. Так, существуют аморфные тела, сохраняющие структуру жидкости и обладающие небольшой текучестью и способностью сохранять форму; жидкие кристаллы текучи, но при этом обладают некоторыми свойствами твёрдых тел, в частности, могут поляризовать проходящее через них электромагнитное излучение.

Изменения агрегатного состояния - термодинамические процессы, называемые фазовыми переходами. Выделяют следующие их разновидности: из твёрдого в жидкое – плавление; из жидкого в газообразное – испарение и кипение; из твёрдого в газообразное – сублимация; из газообразного в жидкое или твёрдое – конденсация.

Отличительной особенностью является отсутствие резкой границы перехода к плазменному состоянию. Плазму выделяют в особое агрегатное состояние вещества в связи с тем, что заряженные частицы плазмы, в отличие от нейтральных молекул обычного газа, взаимодействуют друг с другом на больших расстояниях. Этим объясняется ряд своеобразных свойств плазмы.

Масса и размеры атомов и молекул



Молекула — мельчайшая устойчивая частица вещества, сохраняющая его основные химические свойства.

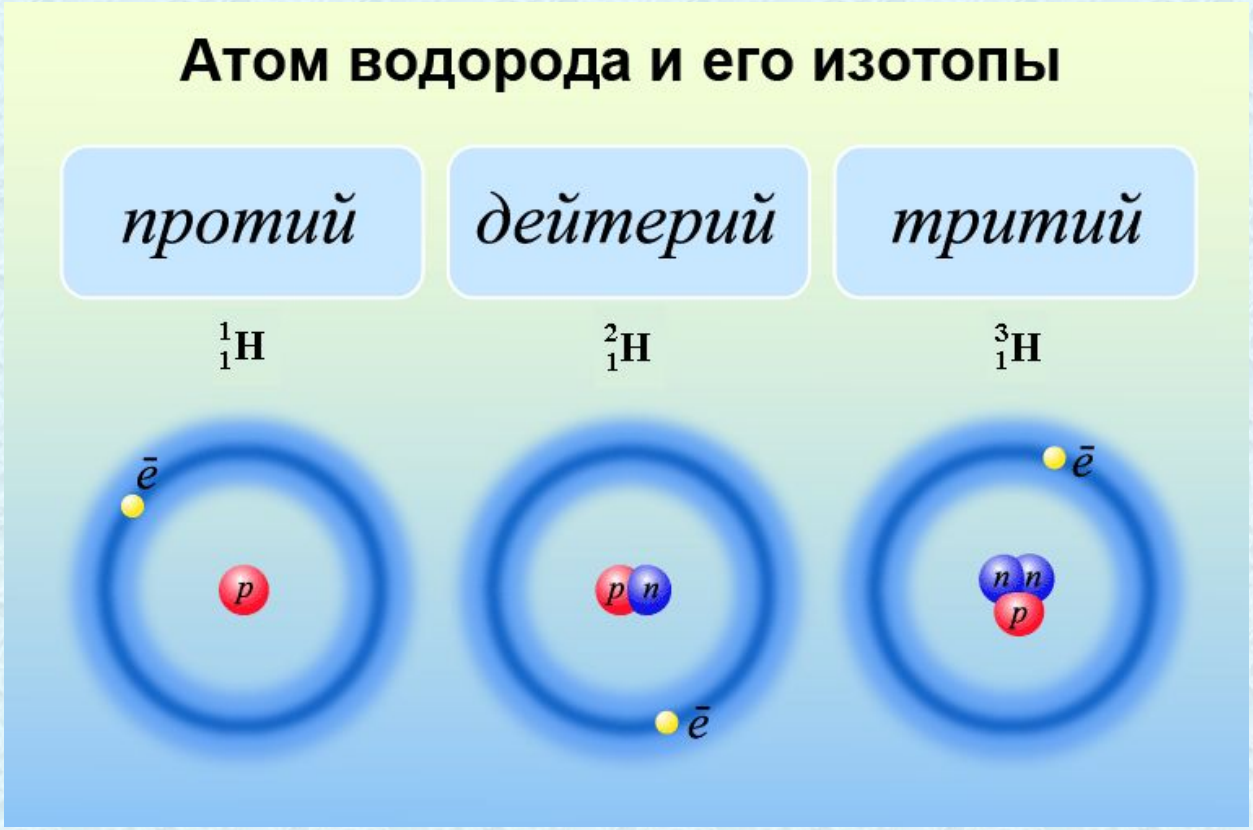
Молекулы, образующие данное вещество, совершенно одинаковы; различные вещества состоят из различных молекул. В природе существует чрезвычайно большое количество различных молекул.

Молекулы состоят из более мелких частиц — атомов.

Атомы — мельчайшие частицы химического элемента, сохраняющие его химические свойства.

Число различных атомов сравнительно невелико и равно числу химических элементов (116) и их изотопов (около 1500).

Атомы представляют собой весьма сложные образования, но классическая МКТ использует модель атомов в виде твердых неделимых частичек сферической формы.



Между молекулами существуют промежутки, это следует, например, из опытов смешивания различных жидкостей: объём смеси всегда меньше суммы объёмов смешанных жидкостей. Явления проницаемости, сжимаемости и растворимости веществ также свидетельствуют о том, что они не сплошные, а состоят из отдельных, разделенных промежутками частиц.

Несколько интересных фактов:

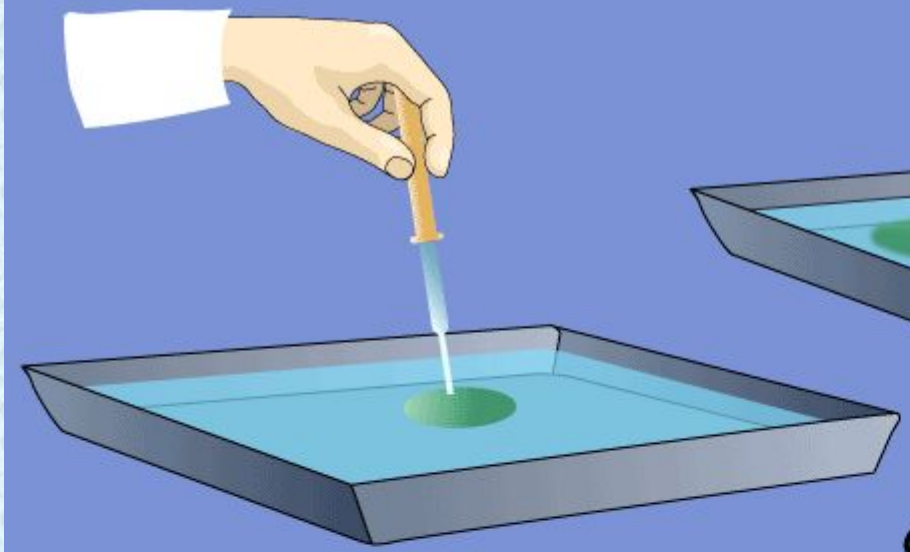
... разведя 1 мл чернил в 1 л воды, а затем 1 мл этого раствора – в ещё одном литре воды, мы получим разбавление в миллион раз. Несмотря на это, получившийся раствор будет иметь вполне заметную окраску. Отсюда следует, что объём частичек чернил намного меньше, чем миллионная часть миллилитра!

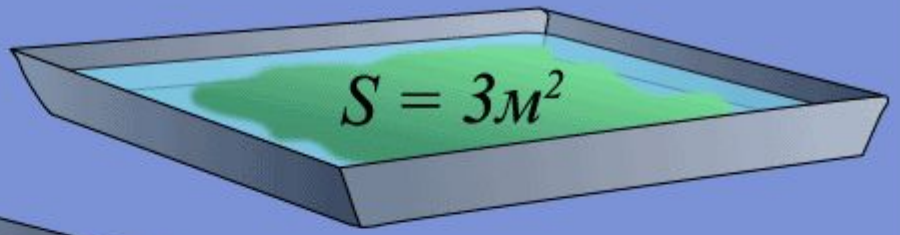
... сохранилось описание одного исторического опыта, в котором в свинцовый шар налили воду и прочно его запаяли. По шару ударили молотом, надеясь, что он сплющится и сожмёт воду. И что же? Шар сплющился, но вода не сжалась, она просочилась сквозь стенки шара. Молекулы воды были продавлены через промежутки между частицами свинца.

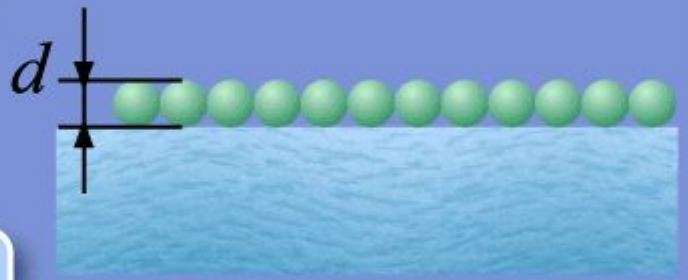
... Молекула меньше яблока во столько же раз, во сколько раз яблоко меньше Земли.

…Если представить, что растительное масло создаёт на поверхности воды плёнку толщиной в одну молекулу, то такая плёнка будет тоньше человеческого волоса в 40000 раз.

Измерение диаметра молекулы







$$\rightarrow V = 1мм^3 = 1 \cdot 10^{-9}\ м^3$$

$$d = \frac{V}{S} = \frac{10^{-9}\ м^3}{3м^2} \approx 3 \cdot 10^{-10}\ м$$

Размеры молекул и атомов чрезвычайно малы. Так, линейные размеры молекул кислорода составляют $3 \cdot 10^{-10}$ м, воды – $2{,}6 \cdot 10^{-10}$ м.

Соответственно, чрезвычайно малы и массы атомов и молекул. Поэтому для решения задач молекулярной физики вместо собственно масс атомов и молекул используют их относительные величины, сравнивая массу атома или молекулы с 1/12 массы атома изотопа Карбона (углерода)

$$^{12}_{6}C$$

Это сравнение было принято **в 1961 г.** по предложению Международного союза теоретической и прикладной химии (***International Union of Pure and Applied Chemistry***, в 1960 г. с таким же предложением выступал Международный союз теоретической и прикладной физики). Такой выбор обусловлен тем, что Карбон входит в состав многих химических соединений.

Немного истории

Понятие атомной массы ввёл **Джон Дальтон в 1803 году**, единицей измерения атомной массы сначала служила масса атома водорода (так называемая *водородная шкала*). В 1818 Берцелиус опубликовал таблицу атомных масс, отнесённых к атомной массе кислорода, принятой равной 103. Система атомных масс Берцелиуса господствовала до 1860-х годов, когда химики опять приняли водородную шкалу. Но в 1906 они перешли на кислородную шкалу, по которой за единицу атомной массы принимали 1/16 часть атомной массы кислорода. После открытия изотопов кислорода (^{16}O, ^{17}O, ^{18}O) атомные массы стали указывать по двум шкалам: химической, в основе которой лежала 1/16 часть средней массы атома природного кислорода, и физической с единицей массы, равной 1/16 массы атома нуклида ^{16}O. Использование двух шкал имело ряд недостатков, вследствие чего с 1961 перешли к единой, углеродной шкале.

Масса нейтрона $m_n = 1{,}674929 \cdot 10^{-27}$ кг

масса протона $m_p = 1{,}672623 \cdot 10^{-27}$ кг

В ядре атома углерода $^{12}_{6}C$ содержится 12 нуклонов. Массы нейтрона и протона примерно равны. Поэтому в качестве единицы массы удобно использовать среднюю массу нуклона в атоме определённого химического элемента.

Атомная единица массы (а.е.м., она же «дальтон») – средняя масса нуклона в атоме углерода $^{12}_{6}C$

Атомная единица массы равна 1/12 массы атома углерода $^{12}_{6}C$

$$1\,а.е.м. = \frac{1}{12} m_{^{12}_{6}C} = 1{,}66 \cdot 10^{-27}\ кг$$

Масса произвольного атома может быть выражена в ***атомных единицах массы*** или в ***килограммах***:

$$m_a = A_r a.e.м. = A_r \cdot 1{,}66 \cdot 10^{-27}\ кг$$

Относительная атомная масса A_r - число атомных единиц массы, содержащихся в массе атома.

Относительная атомная масса почти совпадает с числом нуклонов в его ядре: $A_r \approx A$. ($A = Z + N$)

Относительная атомная масса A_r – это **отношение массы атома к 1/12 массы атома Карбона (углерода) m_c**

Относительная молекулярная масса M_r – это **отношение массы молекулы к 1/12 массы атома Карбона (углерода) m_c**

$$M_r = \frac{m_м}{\frac{1}{12} m_c}$$

Количество вещества

Количеством вещества ν называется физическая величина, определяющая число молекул (или атомов, ионов) в данном теле.

Поскольку число молекул в макроскопических телах очень велико, в расчётах используется не абсолютное, а относительное число молекул.

Для определения количества вещества в теле сравнивают число молекул в нём с числом атомов в 0,012 кг (12 г) изотопа углерода $^{12}_{6}C$ ***.***

Количество вещества, в котором содержится столько же молекул (атомов), сколько их содержится в 12 г углерода, называется молем.

Молярная масса

Масса вещества m связана с его молярной массой M и количеством вещества ν формулой m = M ν.
Молярная масса – это масса одного моля вещества.

Единица молярной массы в СИ – ***килограмм на моль (кг/моль),*** $M = M_r \cdot 10^{-3}$.

Так, молекулярная масса углекислого газа $M_{r\,C} = 44$,
молярная $M_C = 44 \cdot 10^{-3}$ ***кг/моль.***
Зная массу вещества и его молярную массу M, можно найти число молей (количество вещества) в теле:

$$\nu = m / M .$$

Масса вещества m связана с его молярной массой M и количеством вещества ν формулой m = M ν.
Молярная масса – это масса одного моля вещества.

Постоянная Авогадро

Амедео Авогадро
Итальянский физик и химик
9 августа 1776 г. – 9 июля 1856 г

Число частиц в одном моле вещества называется *постоянной Авогадро* N_A.

$$N_A = 6{,}02 \cdot 10^{23} \frac{1}{моль}$$

Физический смысл постоянной Авогадро: число Авогадро показывает, что в одном моле любого вещества содержится $6{,}02 \cdot 10^{23}$ молекул.

Закон Авогадро: ***в равных объёмах разных газов при одинаковых условиях всегда содержится одинаковое количество молекул.***

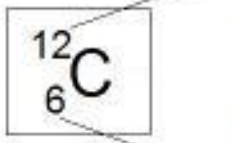
Более точное значение постоянной Авогадро: $6{,}02214084(18) \cdot 10^{23}$

ЧИСЛО АВОГАДРО

Физики и химики
используют в качестве эталона массы,
массу атома изотопа углерода

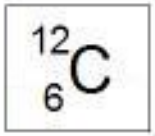
$$m_{0C} = 1{,}995 * 10^{-26} \text{ кг}$$

Масса "маленькая" - очень неудобная для использования в расчетах



ОТНОСИТЕЛЬНАЯ АТОМНАЯ МАССА
количество протонов и нейтронов в ядре (нуклон - общее название протона и нейтрона)

АТОМНЫЙ НОМЕР
количество протонов в ядре - заряд ядра

Если **12** грамм изотопа углерода  разделить на m_{0C} то

получим число АВОГАДРО

$$N_A = \frac{0.012 \text{ кг}}{1{,}995 * 10^{-26} \text{ кг}} = 6{,}022 \times 10^{23} \ \frac{1}{\text{моль}}$$

в 0,012 кг углерода содержится $6{,}022 \times 10^{23}$ **штук атомов углерода**

КОЛИЧЕСТВО ВЕЩЕСТВА (любого),
содержащее столько структурных единиц (атомов, молекул, ионов ..),
сколько их содержится в 0,012 кг углерода, назвали **МОЛЬ**

Количество вещества

Атомная единица массы вещества (а.е.м.)

$$m_{ед} = \frac{\text{масса атома } C_{12}}{12} \approx 1{,}66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$$

Относительная молекулярная (атомная) масса вещества - отношение массы молекулы (атома) m_0 к а.е.м.

$$M_r = \frac{m_0}{m_{ед}}$$

вещество	M_r
C	12
O	16
N	14
H	1

Моль - количество вещества, в котором содержится столько же молекул (атомов), сколько содержится в 0,012 кг углерода

Моль любого вещества содержит одно и тоже число молекул - **число Авогадро**

$$N_A = \frac{0{,}012 \text{ кг/моль}}{1{,}66 \cdot 10^{-27} \cdot 12} = 6{,}023 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$$

Молярная масса есть масса моля вещества

$$M = m_0 N_A = M_r m_{ед} N_A$$
$$M = M_r \cdot 10^{-3} \text{ (кг/моль)}$$

Количество вещества

$$\nu = \frac{N}{N_A} = \frac{m}{M}$$

КОЛИЧЕСТВО ВЕЩЕСТВА В МОЛЯХ

ЕСЛИ ДАНО
ЧИСЛО СТРУКТУРНЫХ ЕДИНИЦ
НЕКОТОРОГО ВЕЩЕСТВА,
ТО КОЛИЧЕСТВО МОЛЕЙ
В ЭТОМ ВЕЩЕСТВЕ

число структурных единиц некоторого вещества

$$\nu = \frac{N}{N_A} \text{ моль}$$

где: N - число структурных единиц некоторого вещества (-),
это штуки - величина безразмерная

число АВОГАДРО $N_A = 6{,}022 \times 10^{23} \frac{1}{\text{моль}}$

количество структурных единиц вещества в 1 (одном) моле

ν - количество вещества (моль)

АВОГАДРО (Avogadro) Амедео 1776-1856, итал. физик и химик.
Выдвинул молекулярную гипотезу строения вещества.

**Амедео Авогадро - дожил до 80 лет,
свой закон (закон АВОГАДРО) он открыл в 35-и летнем возрасте.**

На "практике" мы пользуемся количеством веществ, которые "несоизмеримы" с массой одной молекулы

Физики и химики используют в качестве эталона массы, массу атома изотопа углерода

$m_{0C} = 1{,}995 * 10^{-26}$ кг

масса 12 (двенадцати) нуклонов

$^{12}_{6}C$

ОТНОСИТЕЛЬНАЯ АТОМНАЯ МАССА
количество протонов и нейтронов в ядре (НУКЛОН - общее название протона и нейтрона)

АТОМНЫЙ НОМЕР
количество протонов в ядре - заряд ядра

Для каждого хим. элемента в таблице Д.И.Менделеева обязательно указаны:

АТОМНЫЙ НОМЕР И ОТНОСИТЕЛЬНАЯ АТОМНАЯ МАССА

ОТНОСИТЕЛЬНАЯ АТОМНАЯ МАССА
количество **НУКЛОНОВ**
в ядре хим.элемента

$$M_r = \frac{m_0}{\frac{1}{12} * m_{0C}}$$

m_0 — масса атома некоторого хим. элемента в килограммах

m_{0C} — масса атома изотопа углерода в килограммах

regarding - относительно

... , а это

$\frac{1}{12} * m_{0C}$

масса 1 (одного) нуклона

протон (греч. PROTÒS - первый) $m_p = 1{,}672614 * 10^{-24}$ грамм

нейтрон (лат. NEUTER - ни тот, ни другой) $m_n = 1{,}675 * 10^{-24}$ грамм

электрон (греч. ĒLEKTRON - смола, янтарь) масса примерно **1/1836** от массы протона

МОЛЯРНАЯ МАССА

через относительную атомную массу

МОЛЯРНАЯ МАССА

$$M = m_o * N_A$$

3 2 1

относительная атомная масса

$$M_r = \frac{m_o}{1/12 * m_{oc}} \Rightarrow$$

откуда

известно

$$m_o = M_r * \frac{m_{oc}}{12}$$

число Авогадро

$$N_A = \frac{0{,}012 \text{ кг/моль}}{m_{oc}} = \frac{0{,}012 \text{ кг/моль}}{1{,}995 * 10^{-26} \text{ кг}} = 6{,}22 \times 10^{23} \frac{1}{\text{моль}}$$

МОЛЯРНАЯ МАССА

$$M = M_r * \frac{m_{oc}}{12} * \frac{0{,}012 \text{ кг/моль}}{m_{oc}}$$

1 порядок вычислений и подстановок 2 3

в итоге получим

$$M = M_r * 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}} \quad \text{или} \quad M = M_r \frac{\text{г}}{\text{моль}}$$

M_r простых веществ - см. таблицу Д.И.Менделеева

M_r сложных веществ надо рассчитывать $M_r(O_2) = 16 * 2 = 32$ $M_r(H_2O) = 1*2 + 16 = 18$

МОЛЯРНАЯ МАССА

МОЛЯРНАЯ МАССА

$$M = m_o * N_A$$

где: m_o - масса структурной единицы кг

$N_A = 6{,}022 \times 10^{23}$ $\frac{1}{\text{моль}}$

M - молярная масса $\frac{\text{кг}}{\text{моль}}$

число АВОГАДРО

количество структурных единиц вещества в 1 (одном) моле

Подведём итоги.

Для решения задач молекулярной физики необходимо уметь вычислять массу молекулы и количество молекул, содержащихся в веществе.

Масса молекулы m_M: $$m_M = \frac{M}{N_A} = \frac{m}{N} = \frac{\rho}{n}$$

M – молярная масса вещества, N_A ***– число Авогадро;***
m – масса всего вещества, N – количество молекул в нём;
ρ – плотность вещества, n – концентрация молекул (число молекул в единице объёма)

Число молекул N: $N = N_A \cdot \nu = n \cdot V = m / m_M$

V – объём вещества