

Преподаватель Семенова Ольга Леонидовна

Физика

Группа ТЭК 1/2

24.11.2022

Лекция

Основные положения молекулярно-кинетической теории строения веществ. Газовые законы.

1. Образовательная: сформулировать основные положения молекулярно-кинетической теории строения веществ, сформировать у студентов представление об основных положениях МКТ; рассмотреть газовые законы.

2. Воспитательная: воспитать логическое мышление, внимание.

3. Развивающая: развитие коммуникативных качеств, критического мышления, познавательной активности студентов.

Формируемые общие и профессиональные компетенции: Материал лекции на тему: «Основные положения МКТ строения веществ. Газовые законы» формирует такие общие компетенции:

- ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.
- ОК 2. Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.
- ОК 3. Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность.
- ОК 4. Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.
- ОК 5. Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.
- ОК 6. Работать в коллективе и команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями.
- ОК 7. Брать на себя ответственность за работу членов команды (подчиненных), за результат выполнения заданий.
- ОК 8. Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации.
- ОК 9. Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности.

Интеграционные связи: тема взаимосвязана с предыдущими темами дисциплины «Физика»

Список литературы по теме:

1. Лабковский В.Б. 220 задач по физике с решениями: книга для учащихся 10-11 кл. общеобразовательных учреждений. М., 2006.
2. Мякишев Г.Я. Физика: учеб. для 10 кл. общеобразоват. учреждений: базовый и профил. уровни / Г.Я. Мякишев, Б.Б. Буховцев, Н.Н. Сотский; под ред. В.И. Николаева, Н.А. Парфентьевой. – 17 изд., перераб. и доп. – М.: Просвещение, 2008. – 366 с.
3. Рымкевич А.П. Задачник: сборник для учащихся общеобразовательных учреждений. – М., «Дрофа» 2008.

Вопросы лекции:

- 1) **Основные положения молекулярно-кинетической теории (МКТ) строения веществ.**
- 2) **Опытные подтверждения МКТ.**
- 3) **Масса и размер молекулы.**
- 4) **Газовые законы.**

Молекулярная физика – раздел физики, в котором изучаются физические свойства тел в различных агрегатных состояниях на основе рассмотрения их молекулярного строения, силы взаимодействия между частицами, образующими тела и характеры теплового движения этих частиц.

Многочисленные исследования, проведенные учеными, позволили сформулировать **основные положения молекулярно-кинетической теории – МКТ.**

МКТ объясняет строение и свойства тел на основе закономерностей движения и взаимодействия молекул, из которых состоят тела.

В основе МКТ лежат три важных положения, подтвержденные экспериментально и теоретически.

1. **Все тела состоят из мельчайших частиц – атомов, молекул, в состав которых входят еще более мелкие элементарные частицы (электроны, протоны, нейтроны). Строение любого вещества дискретно (прерывисто).**
2. **Атомы и молекулы вещества всегда находятся в непрерывном хаотическом движении.**
3. **Между частицами любого вещества существуют силы взаимодействия – притяжения и отталкивания. Природа этих сил электромагнитная.**

Эти положения подтверждаются опытным путем.

Опытное обоснование 1 положения.

Все тела состоят из мельчайших частиц. Во-первых, об этом говорит возможность деления вещества (все тела можно разделить на части).

Наиболее ярким экспериментальным подтверждением представлений молекулярно-кинетической теории о беспорядочном движении атомов и молекул является **броуновское движение**.

Оно было открыто английским ботаником Р. Броуном (1827 г.). В 1827 году англ. ботаник Броун, изучая внутреннее строение растений с помощью микроскопа обнаружил, что частички твердого вещества в жидкой среде совершают непрерывное хаотическое движение.

Тепловое движение взвешенных в жидкости (или газе) частиц получило название **броуновского движения**.

Броуновские частицы движутся под влиянием беспорядочных ударов молекул. Из-за хаотического теплового движения молекул эти удары никогда не уравнивают друг друга. В результате скорость броуновской частицы беспорядочно меняется по модулю и направлению, а ее траектория представляет собой сложную зигзагообразную кривую. Теория броуновского движения была создана А. Эйнштейном (1905 г.). Экспериментально теория Эйнштейна была подтверждена в опытах французского физика Ж. Перрена (1908–1911 гг.).

Причиной броуновского движения является непрерывное хаотическое движение молекул жидкости или газа, которые, беспорядочно ударяясь со всех сторон о частичку, приводят её в движение. Причина броуновского движения частицы в том, что удары молекул о неё не компенсируются. Значит броуновское движение является еще и опытным обоснованием 2 положения МКТ.

Опытное подтверждение 2 положения

Непрерывное движение молекул любого вещества (твердого, жидкого, газообразного) подтверждается многочисленными опытами по диффузии.

Диффузией называют явление самопроизвольного проникновения молекул одного вещества в промежутки между молекулами другого. Т.е. это самопроизвольное перемешивание веществ.

Если пахучее вещество (духи) внести в помещение, то через некоторое время запах этого вещества распространится по всему помещению. Это свидетельствует о том, что молекулы одного вещества без воздействия

внешних сил проникают в другое. Диффузия наблюдается и в жидкостях, и в твердых телах.

Опытное подтверждение 3 положения

При изучении строения вещества было установлено, что между молекулами одновременно действуют силы притяжения и отталкивания, называемые молекулярными силами. Это силы электромагнитной природы.

Способность твердых тел сопротивляться растяжению, особые свойства поверхности жидкости приводят к выводу, что между молекулами действуют силы притяжения.

Малая сжимаемость весьма плотных газов и особенно жидкостей и твердых тел означает, что между молекулами существуют силы отталкивания.

Эти силы действуют одновременно. Если бы этого не было, то тела не были бы устойчивыми: либо разлетелись бы на частицы, либо слипались.

Межмолекулярное взаимодействие – это взаимодействие электрически нейтральных молекул и атомов.

Силы, действующие между двумя молекулами, зависят от расстояния между ними. Молекулы представляют собой сложные пространственные структуры, содержащие как положительные, так и отрицательные заряды. Если расстояние между молекулами достаточно велико, то преобладают силы межмолекулярного притяжения. На малых расстояниях преобладают силы отталкивания. Зависимости результирующей силы F и потенциальной энергии E_p взаимодействия между молекулами от расстояния между их центрами качественно изображены на рисунке. При некотором расстоянии $r = r_0$ сила взаимодействия обращается в нуль. Это расстояние условно можно принять за диаметр молекулы. Потенциальная энергия взаимодействия при $r = r_0$ минимальна. Чтобы удалить друг от друга две молекулы, находящиеся на расстоянии r_0 , нужно сообщить им дополнительную энергию E_0 . Величина E_0 называется **глубиной потенциальной ямы** или **энергией связи**.

Между электронами одной молекулы и ядрами другой действуют силы притяжения, которые условно принято считать отрицательными (нижняя часть графика). Одновременно между электронами молекул и их ядрами действуют силы отталкивания, которые условно считают положительными (верхняя часть графика). На расстоянии равном размеру молекул результирующая сила равна нулю, т.е. силы притяжения уравнивают силы отталкивания. Это наиболее устойчивое расположение молекул. При увеличении расстояния притяжение превосходит силу отталкивания, при уменьшении расстояния между молекулами – наоборот.

Атомы и молекулы взаимодействуют и значит обладают **потенциальной энергией**.

Атомы и молекулы находятся в постоянном движении, и значит, обладают **кинетической энергией**.

Масса и размеры молекул

Большинство веществ состоит из молекул, поэтому для объяснения свойств макроскопических объектов, объяснения и предсказания явлений важно знать основные характеристики молекул.

Молекулой называют наименьшую устойчивую частицу данного вещества, обладающую его основными химическими свойствами.

Молекула состоит из ещё более мелких частиц – атомов, которые в свою очередь, состоят из электронов и ядер.

Атомом называют наименьшую частицу данного химического элемента.

Размеры молекул очень малы.

Порядок величины диаметра молекулы $1 \cdot 10^{-8} \text{ см} = 1 \cdot 10^{-10} \text{ м}$

Порядок величины объёма молекулы $1 \cdot 10^{-20} \text{ м}^3$

О том, что размеры молекул малы можно судить и из опыта. В 1 л (м^3) чистой воды разведем 1 м^3 зеленых чернил, т.е. разбавим чернила в 1 000 000 раз. Увидим, что раствор имеет зеленую окраску и вместе с тем однороден. Это говорит о том, что даже при разбавлении в 1 000 000 раз в воде находится большое количество молекул красящего вещества. Этот опыт показывает, как малы размеры молекул.

В 1 см^3 воды содержится $3,7 \cdot 10^{23}$ молекул.

Порядок величины массы молекул $1 \cdot 10^{-23} \text{ г} = 1 \cdot 10^{-26} \text{ кг}$

В молекулярной физике принято характеризовать массы атомов и молекул не их абсолютными значениями (в кг), а относительными безразмерными величинами относительной атомной массой и относительной молекулярной массой.

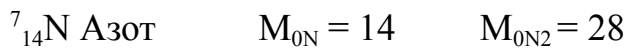
По международному соглашению в качестве единичной атомной массы m_0 принимается 1/12 массы изотопа углерода ^{12}C ($m_{0\text{C}}$):

$$m_0 = 1/12 m_{0\text{C}} = 1,66 \cdot 10^{-27}$$

Относительную молекулярную массу можно определить, если абсолютное значение массы молекулы ($m_{\text{мол}}$ в кг) разделить на единичную атомную массу.

$$M_0 = m_{\text{мол}} / 1/12 m_{0\text{C}}$$

Относительная молекулярная (атомарная) масса вещества (из таблицы Менделеева)



Относительное число атомов или молекул, содержащихся в веществе характеризуется физической величиной, называемой количеством вещества.

Количество вещества ν – это отношение числа молекул (атомов) N в данном макроскопическом теле к числу молекул в 0,012 кг углерода N_A

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

Количество вещества выражают в молях

Один моль – это количество вещества, в котором столько же молекул (атомов), сколько атомов содержится в 0,012 кг углерода.

Моль любого вещества содержит одинаковое число молекул. Это число называют **постоянной Авогадро $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$**

Масса одного моля вещества называется **молярной массой**.

$$M = m_0 \cdot N_A$$

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

Число молекул в данной массе вещества:

Масса вещества (любого количества вещества): $m = m_0 \cdot N = \nu \cdot N_A \cdot m_0 = \nu \cdot M$

Определение молярной массы: $M = M_0 \cdot 10^{-3} \text{ кг / моль}$

Газовыми законами называются законы, определяющие количественную зависимость между двумя макроскопическими параметрами газа данной массы ($m = \text{const}$)

Изопроцессами (греч.: izos - "равный ") называются процессы, протекающие в газах данной массы ($m = \text{const}$).

Закон Бойля-Мариотта

Этот закон был определен в 1662 году английским физиком Робертом Бойлем (1627-1691) и в 1676 году французским физиком Эдом Мариоттом (1620-1684).

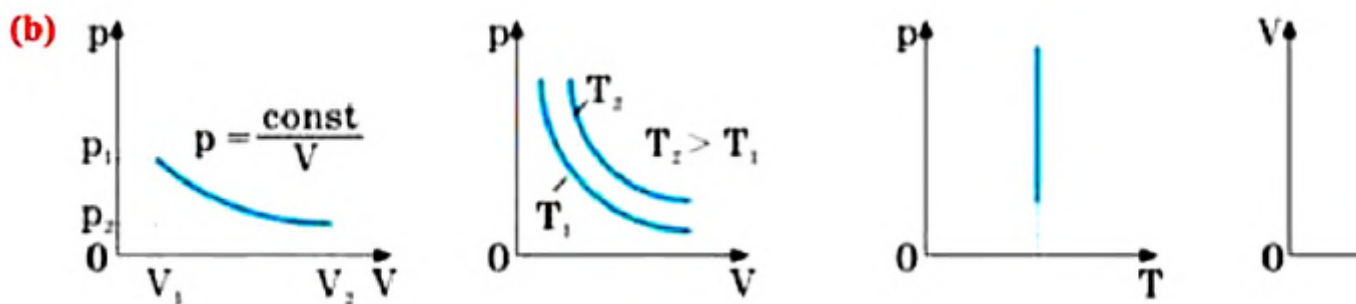
Для данной массы газа при неизменной температуре произведение давления газа на его объем постоянно ($T = \text{const}, m = \text{const}$):

$$pV = \frac{m}{M}RT = \text{const.} \quad (6.20)$$

Для данной массы газа при неизменной температуре произведение давления начального состояния p_1 на его первоначальный объем V_1 равно произведению значений этих параметров p_2 и V_2 произвольного состояния:

$$p_1 V_1 = p_2 V_2 \rightarrow \frac{p_1}{p_2} = \frac{V_2}{V_1}. \quad (6.21)$$

Изотермическим называется процесс изменения состояния данной массы идеального газа при постоянной температуре ($T = \text{const}$). В изотермическом процессе давление газа и его объем обратно пропорциональны друг другу (b).



Закон Гей-Люссака

Этот закон был экспериментально установлен в 1802 году французским физиком Джозефом Луи Гей-Люссаком (1778-1850).

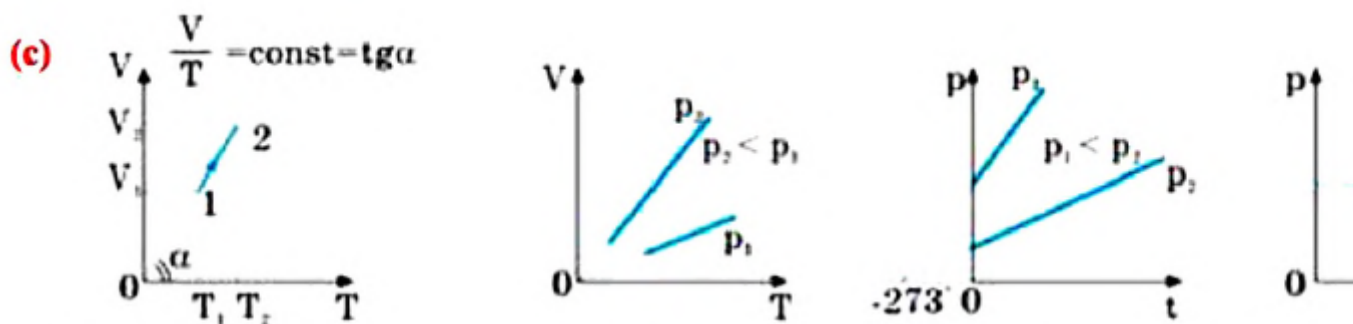
Для данной массы газа при неизменном давлении отношение объема газа к его абсолютной температуре постоянно ($p = \text{const}, m = \text{const}$):

$$\frac{V}{T} = \frac{mR}{M} \cdot \frac{1}{p} = \text{const.} \quad (6.22)$$

При неизменном давлении отношение первоначального объема газа V_1 к его первоначальной температуре T_1 равно отношению параметров V_2 к T_2 в произвольном состоянии:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}. \quad (6.23)$$

Изобарным называют процесс изменения состояния данной массы идеального газа при постоянном давлении ($p = \text{const}$) (с). При изобарном процессе объем данной массы газа прямо пропорционален его температуре.



Закон Шарля

Этот закон экспериментально определил в 1787 году французский физик Шарль Жак Александр Сезар (1746-1823):

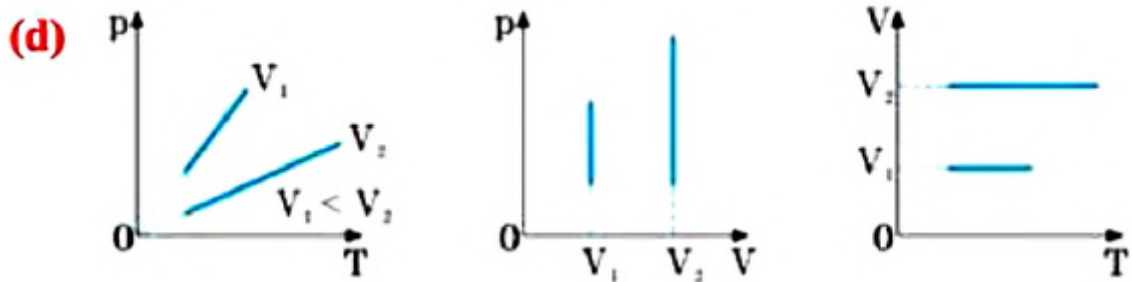
Для данной массы газа при постоянном объеме отношение давления газа к его абсолютной температуре остается неизменным ($V = \text{const}, m = \text{const}$):

$$\frac{p}{T} = \frac{mR}{M} \cdot \frac{1}{V} = \text{const}. \quad (6.26)$$

Отношение первоначального давления p_1 газа к его температуре T_1 равно отношению параметров p_2 к T_2 в произвольном состоянии:

$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}. \quad (6.27)$$

Изохорным называется процесс изменения состояния данной массы идеального газа при постоянном объеме ($V = \text{const}$) (d). При изохорном процессе давление данной массы газа прямо пропорционально его температуре.



Домашнее задание

Ответить на вопросы:

- 1) Сформулируйте основные положения молекулярно-кинетической теории строения веществ.
- 2) Что вы знаете о броуновском движении?
- 3) Что такое диффузия?
- 4) Что называют изопроцессом?
- 5) Сформулируйте закон Бойля- Мариотта.
- 6) Сформулируйте закон Гей-Люссака.
- 7) Сформулируйте закон Шарля.

Ответы присылать на электронную почту: teacher-m2022@yandex.ru