
Лекции по физике.

Молекулярная физика и ОСНОВЫ ТЕРМОДИНАМИКИ

Основы молекулярно-кинетической
теории. Основные понятия.
Температура.

Основы молекулярно-кинетической теории

- В основе **молекулярно-кинетической теории** лежат три постулата. Из этих постулатов выводятся все свойства веществ
 1. Все тела состоят из молекул
 2. Молекулы постоянно хаотически движутся
 3. Молекулы взаимодействуют между собой посредством электромагнитных сил

Основы молекулярно-кинетической теории

- Первые идеи о молекулярном строении вещества были высказаны древнегреческими философами. В наиболее явном виде это было сделано Левкиппом, Демокритом, Эпикуром и Лукрецием
- МКТ возродилась в XVIII веке. Значительный вклад в её развитие внёс М.В. Ломоносов. Он считал, что теплота обусловлена вращательным движением частиц воздуха. Ломоносов различал теплоту и температуру

Основы молекулярно-кинетической теории

- Экспериментальное обоснование МКТ
 - Прямые методы
 - Полевая ионная микроскопия
 - Туннельная электронная микроскопия
 - Косвенные методы
 - Диффузия
 - Внутреннее трение
 - Броуновское движение
 - Дифракция рентгеновских лучей
 - Рассеяние частиц

Основы молекулярно-кинетической теории

- Полное механическое описание системы частиц требует задания начальных координат и скоростей, а так же вида межмолекулярного взаимодействия
- Полное механическое описание системы многих частиц оказывается невозможным
 - Большое влияние оказывают случайные факторы
 - Слишком большой объём расчётов

Основы молекулярно-кинетической теории

- Принятый в МКТ **статистический способ** описания систем многих частиц заключается в использовании малого числа параметров, описывающих систему, и средних значений механических величин (средняя скорость, среднее расстояние между молекулами, длина свободного пробега и т.д.)

Основы молекулярно-кинетической теории

- **Термодинамический подход** представляет собой аксиоматическую теорию основанную на **постулатах термодинамики** (0, 1, 2 и 3 начала термодинамики), он не связан с представлениями о конкретной структуре вещества
- МКТ и термодинамика дополняют друг друга

Основные понятия МКТ

- **Атомная единица массы (а.е.м.):**
 $1/12 \cdot {}^{12}\text{C}$ ($1/16 \cdot {}^{16}\text{O}$), $1.66 \cdot 10^{-27}$ кг
- **Относительная атомная масса –**
отношение массы атома к а.е.м.: $m_{\text{а.}} = m_{\text{ат.}} / \text{а.е.м.}$
приблизительно равна числу нуклонов в ядре

Основные понятия МКТ

- **Относительная молекулярная масса M_r :**
 $M_r = (\text{масса молекулы}) / \text{а.е.м.}$
- **Количество вещества, [моль]** это такое количество вещества, которое содержит столько же молекул как 12 г ^{12}C .
 $N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
- **Молярная масса M** выраженная в граммах, численно равна относительной молекулярной массе

Основные понятия МКТ

- **Термодинамическая система** – любое макроскопическое (т.е. состоящее из большого числа частиц) тело (или система тел) свойства которого исследуются.
 - Т.Д. система должна иметь **границу**, отделяющую её от **внешних тел** с которыми система может обмениваться энергией (механической или тепловой) и веществом.

Основные понятия МКТ

- Если система взаимодействует с внешними телами (т.е. обменивается с ними энергией и веществом), то она называется **неизолированной**, в противном случае – **изолированной**.

Основные понятия МКТ

- **Состояние Т.Д. системы и Т.Д. переменные.**
 - Состояние Т.Д. системы задаётся совокупностью экспериментально измеримых физических величин, называемых Т.Д. переменными (параметрами).
 - Число переменных зависит от самой системы и от условий, в которых она находится. В простейшем случае Т.Д. переменными могут быть давление, объём и температура

Основные понятия МКТ

- Т.Д. параметры не являются независимыми, между ними существует связь, выражаемая **уравнениями состояния**
- **Внешние Т.Д. параметры** являются функциями координат внешних тел
- **Внутренние Т.Д. параметры** определяются состоянием входящих в систему частиц
- В зависимости от ситуации некоторые Т.Д. параметры могут быть внешними или внутренними.

Основные понятия МКТ

- Состояние Т.Д. системы называется **равновесным**, если оно не изменяется во времени и в системе нет разного рода потоков, исключая движение системы как целого. В ином случае состояние Т.Д. системы называется **неравновесным**
- **Закон теплового равновесия** (нулевое начало термодинамики) утверждает, что любая изолированная система со временем приходит в состояние равновесия, характеризуемое некоторой температурой.

Основные понятия МКТ

- ❑ Переход системы из неравновесного состояния в равновесное происходит за **время релаксации**, которое может зависеть от степени отклонения от равновесного состояния и свойств самой системы. Это не точно определяемое понятие
- ❑ Если переход системы из одного состояния в другое происходит за время много большее времени релаксации, то такой переход называют **квазиравновесным** или просто **равновесным**
- ❑ Транзитивность теплового равновесия

Основные понятия МКТ

- Равновесный процесс можно изобразить линией на диаграмме состояния. Если начальное и конечное состояния совпадают, то это **круговой процесс**
- **Температура** – это особый Т.Д. параметр. Если два тела привести в тепловой контакт, то они либо останутся в прежнем состоянии, либо перейдут в новое. В первом случае говорят, что тела имеют равную температуру
- Нулевое начало термодинамики постулирует наличие Т.Д. параметра – температуры

Основные понятия МКТ

- **Температура** – мера внутренней энергии тел
 - Понятие температуры возникло из понятия теплоты, которое обусловлено нашими органами чувств
 - Нагревание или охлаждение оказывают сильное влияние на многие хозяйственные процессы, поэтому возникла потребность в измерении температуры

Основные понятия МКТ

■ Температура (продолжение)

- Шкала Фаренгейта: первая опорная точка имитировалась смесью льда, поваренной соли и нашатыря ($-17,8^{\circ}\text{C}$), вторая – смесью льда и воды, промежуток между ними разделён на 32 части, следующая опорная точка – температура человеческого тела – 98°F , следующая – точка кипения воды – 212°F
- Шкала Реомюра (Франция) построена на точках замерзания (0°R) и кипения (80°R) воды

Основные понятия МКТ

- **Температура (продолжение)**
 - После формулирования газовых законов возникла **абсолютная шкала температур** в которой эти законы имеют наиболее простой вид
 - Задача независимого определения температуры была решена Вильямом Томсоном (Лордом Кельвином). Он построил **абсолютную термодинамическую шкалу температур** на основе теоремы Карно

Основные понятия МКТ

- **Термодинамические функции** (функции состояния) – это физические величины, имеющие определённое значение для каждого равновесного состояния системы и не зависящие от её предыстории
- **Теплота Q и работа A** не являются функциями состояния.