

# Молекулярная физика и термодинамика

ФТШ, 20156

20 февраля 2014 г.

## **ПРЕДИСЛОВИЕ**

В данной брошюре приведены конспекты лекций, читаемых А. М. Минарским в десятых классах. В составлении и подборе конспектов принимали участие ученики 2015б: Н. Сторожилова, А. Яценко, Е. Смирнова, А. Шалагин и др.

Компьютерный вариант сборника подготовлен И. Цюцюрупой и А. Шалагиным.

# Оглавление

0.1	Микро- и макрохарактеристики. Соотношения между ними . . . . .	3
0.2	Термодинамическое равновесие . . . . .	5

## 0.1 Микро- и макрохарактеристики. Соотношения между ними

Молекулярная физика — раздел физики, изучающий микроскопическое движение молекул и эффекты, с этим связанные.

Макрохарактеристики — параметры тела, не требующие знаний о молекулярном строении вещества для своего описания. Например,  $M$  — масса тела,  $V$  — его объем.

Микрохарактеристики — параметры тела, существенно использующие молекулярную структуру для своего описания.

Основные постулаты молекулярно-кинетической теории (МКТ):

1. В большинстве случаев вещество состоит из огромного числа микроскопических структурных частиц — молекул или атомов (в условиях, не сильно отличающихся от нормальных).
2. Все частицы находятся в непрерывном хаотическом движении.

Макро-	Микро-	Соотношения
масса тела $M$	масса частицы $m_1$	$M = m_1 N$
объем $V$	число частиц $N$	$n = \frac{N}{V}$
плотность $\rho$	концентрация $n$	$\rho = \frac{M}{V} = \frac{m_1 N}{V} = m_1 n$
кол-во вещества $\nu$		$\nu = \frac{N}{N_A}$
молярная масса $\mu$		$\mu = m_1 N_A$
	ср. кин. энергия частицы $\langle E_1 \rangle$	$\langle E_1 \rangle = \langle \frac{m_1 v^2}{2} \rangle$
температура $T_{\text{макро}}$	температура $T_{\text{микро}}$	$\frac{3}{2} k T_{\text{микро}} = \langle E_1 \rangle$
	длина св. пробега $\lambda$	
	время св. пробега $\tau$	
	радиус частицы $r_0$	

Величина  $k = 1,38 \times 10^{-23} \frac{\text{Дж}}{^\circ\text{К}}$  называется постоянной Больцмана,  $N_A = 6,02 \times 10^{23} \text{ моль}^{-1}$  — постоянная Авогадро.

Нагретость — свойство тела создавать тепло.

Макроскопическая температура  $T_{\text{макро}}$  — мера нагретости тела.

Микроскопическая температура  $T_{\text{микро}}$  — мера средней кинетической энергии поступательного движения молекул. Можно считать, что макроскопическая температура — однозначная функция микроскопической.

## 0.2 Термодинамическое равновесие

В механике состояние системы в момент времени определяется заданием координат и импульсов всех входящих в нее частиц. Понимаемое в таком смысле состояние мы будем называть *микроскопическим состоянием* системы или ее *микросостоянием*. Наряду с ним можно рассматривать *макроскопическое состояние* или *макросостояние*, характеризуемое заданием только макроскопических параметров. Одному и тому же макросостоянию системы может соответствовать множество ее различных микросостояний. В термодинамике рассматриваются только макроскопические состояния, которые в дальнейшем будем называть просто состояниями.

Состояние называется стационарным, если все макроскопические параметры системы не меняются со временем. Стационарное состояние может поддерживаться внешними по отношению к системе процессами. Например, неизменный во времени перепад температур между концами стержня можно создать, нагревая все время один его конец и охлаждая другой.

Если стационарность состояния не обусловлена внешними процессами, то состояние называется равновесным или состоянием термодинамического равновесия. Когда макроскопическая система находится в состоянии термодинамического равновесия, то все макроскопические части, на которые можно мысленно или реально разбить эту систему, также находятся в равновесии как сами по себе, так и друг с другом.

Изолированная система — система, не обменивающаяся энергией и веществом с внешними телами.

**Постулат 1 (на основе опытных фактов)** *Любая изолированная система рано или поздно приходит в состояние термодинамического равновесия и самопроизвольно из него выйти не может.*

Опыт показывает, что в состоянии равновесия не все макроскопические параметры, которые можно использовать для описания системы, являются независимыми. Независимы только внешние параметры. Например, если некоторое количество газа находится в сосуде определенного объема при некоторой температуре, то его давление имеет вполне определенное значение, которое однозначно выражается через объем и температуру газа. Другими словами, для определенного количества газа давление является функцией объема и температуры.