

УДК 536.75

ББК 22.317

М69

Печатается по решению редакционно-издательского совета
Волгоградского государственного университета

Рецензенты:

д-р физ.-мат. наук, профессор *М. Б. Белоненко*;

канд. физ.-мат. наук, доцент *С. А. Куценко*

Михайлова, В. А.

М69 Термодинамика, статистическая физика [Текст] : учеб. пособие для студентов направлений подгот. 011200 Физика, 011800 Радиофизика, 200500 Лазерная техника и лазерные технологии, 010708.65 Биохимическая физика / В. А. Михайлова, Е. А. Михайлова ; Федер. гос. авт. образоват. учреждение высш. проф. образования «Волгогр. гос. ун-т», Физ.-техн. ин-т, Каф. теорет. физики и волновых процессов. – Волгоград : Изд-во ВолГУ, 2013. – 102 с.

ISBN 978-5-9669-1128-7

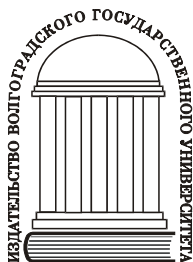
Учебное пособие содержит методику решения задач по курсу «Термодинамика, статистическая физика» и предназначено для проведения практикума в объеме не менее 36 часов аудиторной работы. Пособие включает более 100 примеров решения задач и более 100 задач для самостоятельного решения.

Предназначено для студентов направлений подготовки 011200 Физика, 011800 Радиофизика, 200500 Лазерная техника и лазерные технологии, 010708.65 Биохимическая физика высших учебных заведений.

УДК 536.75

ББК 22.317

ISBN 978-5-9669-1128-7



© Михайлова В. А., Михайлова Е. А., 2013

© ФГАОУ ВПО «Волгоградский

государственный университет», 2013

© Оформление. Издательство Волгоградского
государственного университета, 2013

Введение

Предметом изучения данного раздела физики служат макроскопические системы, под которыми мы будем понимать системы, состоящие из чрезвычайно большого числа структурных единиц (атомов, молекул, ионов, электронов и т.д.). В обычных условиях макроскопические системы содержат $10^{25} - 10^{29}$ частиц в 1 м^3 . Поэтому попытки понять (описать) свойства макроскопических систем с использованием только законов классической (законы Ньютона) или квантовой механики (уравнение Шредингера) обречены на провал. Например, при числе частиц $N = 10^{26}$ нам потребуется написать 10^{26} «вторых законов Ньютона», ввести $2N$ начальных условий, решить систему уравнений и проанализировать результат (а ведь средняя продолжительность жизни человека всего $\sim 2,2 \cdot 10^9$ секунд). Но даже, если предположить наличие сверхмощной ЭВМ, способной решить поставленную задачу, то, что делать с 10^{26} решениями задачи? А если несколько начальных условий были заданы не точно, то какова ценность полученных решений?

Для анализа макроскопических систем был разработан статистический метод, в основе которого лежит описание макросистем с помощью макроскопических параметров (макропараметров). Под последними понимают усредненные по всем частицам значения некоторых микропараметров. Например, средняя энергия молекул, средний импульс, передаваемый молекулами площадке в 1 м^2 стенки сосуда в 1 секунду и другие. Другими словами, статистический метод основан на знании нами законов движения отдельных частиц (законы Ньютона, уравнение Шредингера) и умении вычислять средние значения параметров (теория вероятностей и математическая статистика).

Перечислим некоторые макропараметры: температура, давление, химический потенциал, намагниченность, поляризация и т.п. Большая часть макропараметров известна из общего курса физики, некоторые вводятся впервые, и отнестись к их определениям нужно примерно так же, как к определениям радиус-вектора частицы, скорости, ускорения и т.д., то есть – "попытаться понять" и запомнить, привыкнуть.

В настоящем пособии всюду, где это не оговорено особо, используются следующие обозначения. T – температура, V – объем, P – давление, \bar{E} (или U) – внутренняя энергия, F – свободная энергия Гельмгольца, G – термодинамический потенциал Гиббса, W – тепловая функции (энтальпия), N – полное число частиц, $n = N/V$ – концентрация.

Приведем численные значения фундаментальных физических констант (в системе СИ), упомянутых в настоящем пособии:

постоянная Больцмана $k_B = 1.38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$;

постоянная Планка $\hbar = 1.055 \cdot 10^{-34} \text{ Дж с}$;

масса электрона $m_e = 9.11 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$;

масса протона $m_p = 1.67 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$;

элементарный заряд $e = 1.602 \cdot 10^{-19} \text{ кг}$;

скорость света в вакууме $c = 2.998 \cdot 10^8 \text{ м/с}$.