

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Северный (Арктический) федеральный университет
имени М.В. Ломоносова»

МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА И ТЕРМОДИНАМИКА

*Учебно-методическое пособие
по курсу общей физики*

Архангельск
САФУ
2017

УДК 53(075)
ББК 22.3 я 73
А424

*Рекомендовано к изданию учебно-методическим советом
Северного Арктического федерального университета
имени М.В. Ломоносова*

Составители:

*В.В. Аксенов, доц., канд. техн. наук;
В.М. Юлкова, доц., канд. ф.-м. наук*

Рецензенты:

*Е.И. Кольцова, доц., канд. техн. наук;
В.К. Любов, проф., д-р техн. наук;
А.В. Соловьёв, доц., канд. техн. наук*

Молекулярная физика и термодинамика: учебно-методическое пособие по курсу общей физики / сост.: В.В. Аксенов, В.М. Юлкова; Сев. (Арктич.) федер. ун-т. – Архангельск: САФУ, 2017. – 108 с.

ISBN 978-5-261-01254-2

Приведены теоретический материал по молекулярной физике и термодинамике, необходимый для практического решения задач по курсу общей физики при выполнении самостоятельной работы, справочный материал, примеры решения задач, а также варианты контрольных работ.

Предназначено для студентов бакалавриата высшей школы естественных наук и технологий, обучающихся по направлениям подготовки 19.03.01 «Биотехнология», 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии», 04.03.01 «Химия», 12.03.04 «Биотехнологические системы и технологии».

ISBN 978-5-261-01254-2

© Аксенов В.В., Юлкова В.М., составление, 2017

© Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова, 2017

ВВЕДЕНИЕ

Учебно-методическое пособие предназначено для студентов инженерно-технических направлений подготовки высшей школы естественных наук и технологий и соответствует действующей программе по курсу общей физики.

Целью учебно-методического пособия является оказание помощи студентам в освоении материала программы по разделу молекулярной физики и термодинамики.

Предметом изучения молекулярной физики и термодинамики являются физические свойства и агрегатные состояния тел или систем, состоящих из очень большого количества молекул.

Молекулярная физика опирается на представление о молекулярной структуре вещества, в то время как термодинамика базируется на фундаментальных законах, определяющих возможные преобразования энергии в телах или системах. Следовательно, молекулярная физика и термодинамика взаимно дополняют друг друга, различаясь лишь методами исследования одной и той же совокупности процессов и явлений.

В пособии отражены следующие темы: основы молекулярно-кинетической теории, статистические распределения, первое и второе начала термодинамики, классическая теория теплоемкости, явления переноса, реальные газы.

Структура пособия включает теоретическое введение, примеры решения задач по всем темам раздела «Молекулярная физика и термодинамика». Изложенный теоретический материал позволяет студентам решать конкретные задачи по молекулярной физике и термодинамике. Для лучшего восприятия изучаемого материала имеется достаточное количество иллюстраций, поясняющих излагаемый материал. В конце пособия приведены задачи для самостоятельного решения и необходимый справочный материал.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1. ОСНОВЫ МОЛЕКУЛЯРНО-КИНЕТИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ.....	4
1.1. Масса атомов и молекул	4
1.2. Количество вещества. Число Авогадро. Молярная масса	4
1.3. Идеальный газ. Законы идеального газа	5
1.3.1. Закон Авогадро.....	5
1.3.2. Закон Бойля-Мариотта.	6
1.3.3. Закон Гей-Люссака	6
1.3.4. Закон Шарля	7
1.4. Уравнение состояния идеального газа.....	8
1.5. Закон Дальтона	8
1.6. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории газов	9
1.7. Понятие о числе степеней свободы. Теорема Больцмана	10
1.8. Внутренняя энергия идеального газа	12
1.9. Примеры решения задач	13
2. СТАТИСТИЧЕСКИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ	21
2.1. Распределение Максвелла	21
2.2. Барометрическая формула	24
2.3. Распределение Больцмана	24
2.4. Примеры решения задач	25
3. РАБОТА ИДЕАЛЬНОГО ГАЗА. ПЕРВОЕ НАЧАЛО ТЕРМОДИНАМИКИ. ТЕПЛОЕМКОСТЬ. АДИАБАТНЫЙ ПРОЦЕСС.	34
3.1. Работа идеального газа.....	34
3.2. Первое начало термодинамики	35
3.3. Элементы классической теории теплоемкости.....	35
3.4. Адиабатный процесс	37
3.5. Примеры решения задач	38
4. ВТОРОЕ НАЧАЛО ТЕРМОДИНАМИКИ. ЭНТРОПИЯ	51
4.1. Второе начало термодинамики.....	51
4.2. Работа и КПД теплового двигателя. Цикл Карно	51
4.3. Энтропия. Теорема Нернста	53
4.4. Примеры решения задач	55
5. ЯВЛЕНИЯ ПЕРЕНОСА.....	62
5.1. Диффузия	62
5.2. Вязкость (внутреннее трение)	64

5.3. Теплопроводность	65
5.4. Столкновения молекул. Длина свободного пробега	67
5.5. Коэффициенты переноса	68
5.6. Примеры решения задач	69
6. РЕАЛЬНЫЕ ГАЗЫ	79
6.1. Реальные газы. Уравнение Ван-дер-Ваальса	79
6.2. Примеры решения задач	80
7. ВАРИАНТЫ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИХ РЕШЕНИЮ	85
8. ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ	87
ПРИЛОЖЕНИЕ	104
Рекомендуемая литература	106

Печатается в авторской редакции
Оригинал-макет и дизайн обложки *Е.А. Банниковой*

Подписано в печать 05.07.2017. Формат 60×84/16.
Усл. печ. л. 6,3. Тираж 50 экз. Заказ № 4908.

Издательский дом им. В.Н. Булатова САФУ
163060, г. Архангельск, ул. Урицкого, д. 56