

УДК 53(075.8)
ББК 22.3я73
К89

Кузнецов С.И.

К89

Курс физики с примерами решения задач. Молекулярная физика и термодинамика: учебное пособие / С.И. Кузнецов; под ред. В.В. Ларионова; Томский политехнический университет. – 3-е изд., перераб. и доп. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. – 178 с.

ISBN 978-5-98298-894-2

В пособии рассмотрены основные вопросы молекулярно-кинетической теории вещества и термодинамики. Особое внимание уделено раскрытию физического смысла основных законов, явлений и понятий. Показано, что закономерности и соотношения между физическими величинами, к которым приводит молекулярная физика и термодинамика, имеют универсальный характер.

В пособии учитываются наиболее важные достижения в современной науке и технике, уделяется большое внимание физике различных природных явлений. Кроме того, пособие ориентировано на организацию самостоятельной работы студентов. Анализируется решение многих физических задач и приводятся задачи для самостоятельного решения и ответы к ним.

Предназначено для межвузовского использования студентами технических специальностей очной и дистанционной форм обучения.

УДК 53(075.8)
ББК 22.3я73

Рецензенты

Доктор физико-математических наук, профессор
зав. кафедрой теоретической физики ТГУ

А.В. Шаповалов

Доктор физико-математических наук, профессор
зав. кафедрой общей информатики ТГПУ

А.Г. Парфенов

ISBN 978-5-98298-894-2

© ФГБОУ ВПО НИ ТПУ, 2011

© Кузнецов С.И., 2011

© Оформление. Издательство Томского
политехнического университета, 2011

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	6
КАК ПОЛЬЗОВАТЬСЯ КНИГОЙ	8
МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ	10
ВВЕДЕНИЕ	11
ГЛАВА 1. МОЛЕКУЛЯРНО-КИНЕТИЧЕСКАЯ ТЕОРИЯ.....	13
1.1. Основные понятия и определения молекулярной физики и термодинамики.....	13
1.2. Давление. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории	15
1.3. Температура и средняя кинетическая энергия теплового движения молекул	18
1.4. Законы идеальных газов.....	21
1.5. Уравнение состояния идеального газа (уравнение Менделеева – Клапейрона)	24
Контрольные вопросы. Упражнения	25
Примеры решения задач.....	26
Задачи для самостоятельного решения	31
ГЛАВА 2. СТАТИСТИЧЕСКИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ	34
2.1. Скорости газовых молекул. Опыт Штерна	34
2.2. Вероятность события.....	35
2.3. Функция распределения Максвелла	38
2.4. Средние скорости распределения Максвелла.....	43
2.5. Барометрическая формула	44
2.6. Распределение Больцмана.....	45
2.7. Закон распределения Максвелла – Больцмана*	47
2.8. Квантовые газы*	48
Примеры решения задач.....	51
Задачи для самостоятельного решения	53
ГЛАВА 3. ЭЛЕМЕНТЫ ФИЗИЧЕСКОЙ КИНЕТИКИ	56
3.2. Явления переноса в газах	58
3.3. Диффузия газов. Вывод закона Фика*	60
3.4. Вывод закона Ньютона для силы вязкого трения*	61
3.5. Теплопроводность газов. Вывод закона Фурье*	63
3.6. Коэффициенты переноса и их зависимость от давления.....	64
3.7. Понятие о вакууме	66
Контрольные вопросы. Упражнения	68
Примеры решения задач.....	69
Задачи для самостоятельного решения	71

ГЛАВА 4. ПЕРВОЕ НАЧАЛО ТЕРМОДИНАМИКИ.**ВНУТРЕННЯЯ ЭНЕРГИЯ. РАБОТА И ТЕПЛОТА73**

4.1. Внутренняя энергия. Работа и теплота	73
4.2. Теплоёмкость идеального газа	76
4.3. Вывод уравнения Майера*	77
4.4. Закон о равномерном распределении энергии по степеням свободы ..	78
4.5. Теплоемкость одноатомных и многоатомных газов	79
4.6. Применение первого начала термодинамики к изопроцессам идеальных газов.....	82
Контрольные вопросы. Упражнения	84
Примеры решения задач.....	86
Задачи для самостоятельного решения	88

ГЛАВА 5. КРУГОВЫЕ ПРОЦЕССЫ. ТЕПЛОВЫЕ МАШИНЫ90

5.1. Круговые обратимые и необратимые процессы	90
5.2. Тепловые машины	92
5.3. Цикл Карно	93
5.4. Работа и КПД цикла Карно	95
5.5. Необратимый цикл. Холодильная машина	96
5.6. Циклы Отто, Дизеля и Стирлинга	98
Контрольные вопросы. Упражнения	100
Примеры решения задач.....	101
Задачи для самостоятельного решения	105

ГЛАВА 6. ЭНТРОПИЯ. ВТОРОЕ И ТРЕТЬЕ НАЧАЛА**ТЕРМОДИНАМИКИ.....108**

6.1. Приведенная теплота. Энтропия	108
6.2. Изменение энтропии в изопроцессах.....	110
6.3. Поведение энтропии в процессах изменения агрегатного состояния*	111
6.4. Второе начало термодинамики.....	114
6.5. Свободная и связанная энергии.....	115
6.6. Статистический смысл энтропии	116
6.7. Третье начало термодинамики	118
Контрольные вопросы. Упражнения	119
Примеры решения задач.....	120
Задачи для самостоятельного решения	124

ГЛАВА 7. ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА**РЕАЛЬНЫХ ГАЗОВ127**

7.1. Реальные газы.....	127
7.2. Силы межмолекулярного взаимодействия.....	128
7.3. Качественный анализ уравнения Ван-дер-Ваальса*	130
7.4. Изотермы реальных газов. Фазовые переходы.....	133
7.5. Внутренняя энергия газа Ван-дер-Ваальса	135
7.6. Процесс Джоуля – Томсона. Сжижение газов*	136

Контрольные вопросы. Упражнения	140
Примеры решения задач.....	141
Задачи для самостоятельного решения	143
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	144
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	145
ОСНОВНЫЕ ЗАКОНЫ И ФОРМУЛЫ	147
ГЛОССАРИЙ.....	153
ПЕРСОНАЛИИ.....	160
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	164