

УДК 373.167.1:53+53(075.3)  
ББК 22.3я721  
М99

Учебник допущен к использованию при реализации имеющих государственную аккредитацию образовательных программ начального общего, основного общего, среднего общего образования организациями, осуществляющими образовательную деятельность, в соответствии с Приказом Министерства просвещения Российской Федерации № 254 от 20.05.2020 (в редакции приказа № 766 от 23.12.2020).

Методический аппарат учебника разработан  
*О. А. Крысановой, Н. В. Ромашкиной*

Издание выходит в pdf-формате.

**Мякишев, Геннадий Яковлевич.**

**М99** Физика. Молекулярная физика. Термодинамика : 10-й класс : углублённый уровень : учебник : издание в pdf-формате / Г. Я. Мякишев, А. З. Синяков. — 11-е изд., стер. — Москва : Просвещение, 2022. — 351, [1] с. : ил.

ISBN 978-5-09-101642-0 (электр. изд.). — Текст : электронный.

ISBN 978-5-09-091915-9 (печ. изд.).

В учебнике на современном уровне изложены фундаментальные вопросы школьной программы, представлены основные технические применения законов физики, рассмотрены методы решения задач, разнообразные вопросы и задания, способствующие эффективному усвоению учебного материала.

Книга адресована учащимся физико-математических классов и школ, слушателям и преподавателям подготовительных отделений вузов, а также читателям, занимающимся самообразованием и готовящимся к поступлению в вуз.

Учебник соответствует Федеральному государственному образовательному стандарту среднего общего образования.

Включён в Федеральный перечень учебников в составе завершённой предметной линии.

УДК 373.167.1:53+53(075.3)  
ББК 22.3я721

ISBN 978-5-09-101642-0 (электр. изд.) © АО «Издательство «Просвещение», 2021  
ISBN 978-5-09-091915-9 (печ. изд.) © Художественное оформление.

АО «Издательство «Просвещение», 2021  
Все права защищены

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>Глава 1. Развитие представлений о природе теплоты . . . . .</b>	<b>3</b>
§ 1.1. Физика и механика . . . . .	3
§ 1.2. Тепловые явления . . . . .	5
§ 1.3. Краткий очерк развития представлений о природе тепловых явлений . . . . .	7
§ 1.4. Термодинамика и молекулярно-кинетическая теория . . . . .	10
<b>Глава 2. Основы молекулярно-кинетической теории . . . . .</b>	<b>14</b>
§ 2.1. Основные положения молекулярно-кинетической теории . . . . .	14
§ 2.2. Масса молекул. Постоянная Авогадро . . . . .	20
§ 2.3. Броуновское движение . . . . .	24
§ 2.4. Силы взаимодействия молекул . . . . .	29
§ 2.5. Потенциальная энергия взаимодействия молекул . . . . .	37
§ 2.6. Строение газообразных, жидких и твёрдых тел . . . . .	42
§ 2.7. Примеры решения задач . . . . .	48
<i>Упражнение 1 . . . . .</i>	<i>50</i>
<b>Глава 3. Температура. Газовые законы. . . . .</b>	<b>52</b>
§ 3.1. Состояние макроскопических тел в термо- динамике . . . . .	52
§ 3.2. Температура. Тепловое равновесие . . . . .	55
§ 3.3. Уравнение состояния. . . . .	61
§ 3.4. Равновесные (обратимые) и неравновесные (необратимые) процессы . . . . .	63
§ 3.5. Газовые законы. Закон Бойля—Мариотта . . . . .	65
§ 3.6. Закон Гей-Люссака. Идеальный газ . . . . .	68
§ 3.7. Абсолютная температура . . . . .	72
§ 3.8. Законы Авогадро и Дальтона . . . . .	75
§ 3.9. Уравнение состояния идеального газа . . . . .	77

§ 3.10. Закон Шарля. Газовый термометр . . . . .	81
§ 3.11. Применение газов в технике . . . . .	83
§ 3.12. Примеры решения задач . . . . .	87
<i>Упражнение 2</i> . . . . .	95
<b>Глава 4. Молекулярно-кинетическая теория идеального газа</b> . . . . .	<b>100</b>
§ 4.1. Системы с большим числом частиц и законы механики. Статистическая механика . . . . .	100
§ 4.2. Идеальный газ в молекулярно-кинетической теории . . . . .	105
§ 4.3. Среднее значение скорости теплового движения молекул . . . . .	107
§ 4.4. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории . . . . .	110
§ 4.5. Температура — мера средней кинетической энергии молекул . . . . .	115
§ 4.6. Распределение Максвелла. . . . .	119
§ 4.7. Измерение скоростей молекул газа . . . . .	128
§ 4.8. Внутренняя энергия идеального газа . . . . .	132
§ 4.9. Примеры решения задач . . . . .	135
<i>Упражнение 3</i> . . . . .	138
<b>Глава 5. Законы термодинамики</b> . . . . .	<b>140</b>
§ 5.1. Работа в термодинамике . . . . .	140
§ 5.2. Количество теплоты . . . . .	144
§ 5.3. Эквивалентность количества теплоты и работы . . . . .	149
§ 5.4. Закон сохранения энергии. Внутренняя энергия . . . . .	152
§ 5.5. Первый закон термодинамики . . . . .	156
§ 5.6. Теплоёмкости газа при постоянном объёме и постоянном давлении . . . . .	159
§ 5.7. Адиабатный процесс . . . . .	161
§ 5.8. Необратимость процессов в природе . . . . .	164
§ 5.9. Второй закон термодинамики . . . . .	166
§ 5.10. Статистическое истолкование необратимости процессов в природе . . . . .	169
§ 5.11. Тепловые двигатели . . . . .	177
§ 5.12. Максимальный КПД тепловых двигателей . . . . .	182
§ 5.13. Примеры решения задач . . . . .	190
<i>Упражнение 4</i> . . . . .	198
<b>Глава 6. Взаимные превращения жидкостей и газов</b> . . . . .	<b>203</b>
§ 6.1. Испарение жидкостей . . . . .	203
§ 6.2. Равновесие между жидкостью и паром . . . . .	206
§ 6.3. Изотермы реального газа . . . . .	208
§ 6.4. Критическая температура. Критическое состояние . . . . .	213

§ 6.5. Кипение . . . . .	217
§ 6.6. Теплота парообразования . . . . .	221
§ 6.7. Сжижение газов . . . . .	224
§ 6.8. Влажность воздуха . . . . .	228
§ 6.9. Примеры решения задач . . . . .	234
<i>Упражнение 5</i> . . . . .	237
<b>Глава 7. Поверхностное натяжение в жидкостях</b> . . . . .	<b>241</b>
§ 7.1. Поверхностное натяжение. . . . .	241
§ 7.2. Молекулярная картина поверхностного слоя . . . . .	245
§ 7.3. Поверхностная энергия . . . . .	247
§ 7.4. Сила поверхностного натяжения . . . . .	249
§ 7.5. Смачивание и несмачивание . . . . .	254
§ 7.6. Давление под искривлённой поверхностью жидкости . . . . .	259
§ 7.7. Капиллярные явления . . . . .	262
§ 7.8. Примеры решения задач . . . . .	266
<i>Упражнение 6</i> . . . . .	271
<b>Глава 8. Твёрдые тела и их превращение в жидкости</b> . . . . .	<b>274</b>
§ 8.1. Кристаллические тела . . . . .	274
§ 8.2. Кристаллическая решётка . . . . .	278
§ 8.3. Аморфные тела . . . . .	283
§ 8.4. Жидкие кристаллы. . . . .	286
§ 8.5. Дефекты в кристаллах . . . . .	291
§ 8.6. Объяснение механических свойств твёрдых тел на основании молекулярно-кинетической теории . . . . .	296
§ 8.7. Плавление и отвердевание. . . . .	299
§ 8.8. Теплота плавления . . . . .	303
§ 8.9. Изменение объёма тела при плавлении и отвердевании. Тройная точка . . . . .	308
§ 8.10. Примеры решения задач . . . . .	312
<i>Упражнение 7</i> . . . . .	315
<b>Глава 9. Тепловое расширение твёрдых и жидких тел</b> . . . . .	<b>319</b>
§ 9.1. Тепловое расширение тел . . . . .	319
§ 9.2. Тепловое линейное расширение . . . . .	321
§ 9.3. Тепловое объёмное расширение . . . . .	324
§ 9.4. Учёт и использование теплового расширения тел в технике . . . . .	328
§ 9.5. Примеры решения задач . . . . .	333
<i>Упражнение 8</i> . . . . .	337
<b>Темы проектов</b> . . . . .	<b>339</b>
<b>Обобщающие проекты</b> . . . . .	<b>339</b>
<b>Информационные ресурсы</b> . . . . .	<b>339</b>
<b>Ответы к упражнениям</b> . . . . .	<b>340</b>