

УДК 373.167.1:53  
ББК 22.3я72  
М99

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

Издание выходит в pdf-формате.

**Мякишев, Геннадий Яковлевич.**

**М99** Физика : Механика. 10 класс : учебник : углублённый уровень : издание в pdf-формате / Г. Я. Мякишев, А. З. Сияков. — 11-е изд., стер. — Москва : Просвещение, 2022. — 510, [2] с. : ил.

ISBN 978-5-09-101641-3 (электр. изд.). — Текст : электронный.

ISBN 978-5-09-087885-2 (печ. изд.).

В учебнике на современном уровне изложены фундаментальные вопросы школьной программы, представлены основные применения законов физики, рассмотрены методы решения задач.

Книга адресована учащимся физико-математических классов 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  
ББК 22.3я72**

ISBN 978-5-09-101641-3 (электр. изд.) © АО «Издательство «Просвещение», 2021  
ISBN 978-5-09-087885-2 (печ. изд.)

# Оглавление

## Введение

### Зарождение и развитие научного взгляда на мир

§ 1.	Необходимость познания природы . . . . .	3
§ 2.	Наука для всех . . . . .	5
§ 3.	Зарождение и развитие современного научного метода исследования . . . . .	8

### Основные особенности физического метода исследования

§ 4.	Физика — экспериментальная наука . . . . .	14
§ 5.	Приближённый характер физических теорий . . . . .	18
§ 6.	Особенности изучения физики . . . . .	21
§ 7.	Познаваемость мира . . . . .	23

## Механика

§ 1.	Что такое механика? . . . . .	25
§ 2.	Классическая механика Ньютона и границы её применимости . . . . .	27

## Кинематика

### Глава 1

#### Кинематика точки. Основные понятия кинематики

§ 1.1.	Движение тела и точки . . . . .	29
§ 1.2.	Прямолинейное движение точки. Координаты. Система отсчёта . . . . .	31
§ 1.3.	Различные способы описания движения. Траектория . . . . .	34
§ 1.4.	Равномерное прямолинейное движение. Скорость . . . . .	36
§ 1.5.	Координаты и пройденный путь при равномерном прямолинейном движении . . . . .	39
§ 1.6.	График скорости равномерного прямолинейного движения. График пути. График координаты . . . . .	41
§ 1.7.	Средняя скорость при неравномерном прямолинейном движении. Мгновенная скорость . . . . .	44
§ 1.8.	Описание движения на плоскости . . . . .	50

§ 1.9. Как решать задачи по кинематике . . . . .	52
<i>Упражнение 1</i> . . . . .	56
§ 1.10. Векторы . . . . .	57
§ 1.11. Сложение и вычитание векторов. Умножение вектора на число . . . . .	63
§ 1.12. Скорость при произвольном движении . . . . .	68
§ 1.13. Средний модуль скорости произвольного движения . . .	73
§ 1.14. Примеры решения задач . . . . .	74
<i>Упражнение 2</i> . . . . .	76
§ 1.15. Ускорение . . . . .	78
§ 1.16. Движение с постоянным ускорением . . . . .	82
§ 1.17. Скорость при движении с постоянным ускорением . . .	84
§ 1.18. Графики зависимости модуля и проекции ускорения и модуля и проекции скорости от времени при движении с постоянным ускорением . . . . .	86
§ 1.19. Зависимость координат и радиуса-вектора от времени при движении с постоянным ускорением . . . . .	89
§ 1.20. Прямолинейное движение с постоянным ускорением . . .	92
§ 1.21. Графики зависимости координат от времени при движении с постоянным ускорением . . . . .	94
§ 1.22. Примеры решения задач . . . . .	98
<i>Упражнение 3</i> . . . . .	102
§ 1.23. Свободное падение . . . . .	104
§ 1.24. Движение тела, брошенного под углом к горизонту . . .	108
§ 1.25. Примеры решения задач . . . . .	114
<i>Упражнение 4</i> . . . . .	117
§ 1.26. Равномерное движение точки по окружности. Центростремительное ускорение . . . . .	118
§ 1.27. Тангенциальное, нормальное и полное ускорения . . . .	122
§ 1.28. Угловая скорость и угловое ускорение . . . . .	125
<i>Упражнение 5</i> . . . . .	130
§ 1.29. Относительность движения . . . . .	131
§ 1.30. Преобразования Галилея и их следствия . . . . .	134
§ 1.31. Примеры решения задач . . . . .	140
<i>Упражнение 6</i> . . . . .	148

## Динамика

### Глава 2

#### Законы механики Ньютона

§ 2.1. Основное утверждение механики . . . . .	152
§ 2.2. Материальная точка . . . . .	159
§ 2.3. Первый закон Ньютона . . . . .	160
§ 2.4. Сила . . . . .	164
§ 2.5. Связь между ускорением и силой . . . . .	170
§ 2.6. Второй закон Ньютона. Масса . . . . .	175
§ 2.7. Третий закон Ньютона . . . . .	178
§ 2.8. Единицы массы и силы. Понятие о системе единиц . . .	183
§ 2.9. Основные задачи механики . . . . .	185
§ 2.10. Численное решение уравнений движения в механике . .	187

§ 2.11. Состояние системы тел в механике . . . . .	192
§ 2.12. Инерциальные системы отсчёта . . . . .	194
§ 2.13. Принцип относительности в механике . . . . .	196
§ 2.14. Примеры решения задач . . . . .	199
<i>Упражнение 7</i> . . . . .	208

### Глава 3

#### Силы в механике

§ 3.1. Силы в природе . . . . .	212
§ 3.2. Сила всемирного тяготения . . . . .	214
§ 3.3. Гравитационная постоянная . . . . .	221
§ 3.4. Значение закона всемирного тяготения . . . . .	223
§ 3.5. Равенство инертной и гравитационной масс . . . . .	224
§ 3.6. Сила тяжести. Центр тяжести . . . . .	225
§ 3.7. Движение искусственных спутников. Расчёт первой космической скорости . . . . .	230
§ 3.8. Деформация и сила упругости . . . . .	232
§ 3.9. Закон Гука . . . . .	238
§ 3.10. Вес тела . . . . .	240
§ 3.11. Невесомость и перегрузки . . . . .	242
§ 3.12. Деформация тел под действием силы тяжести и силы упругости . . . . .	245
§ 3.13. Сила трения. Природа и виды сил трения . . . . .	248
§ 3.14. Роль сил трения . . . . .	254
§ 3.15. Сила сопротивления при движении тел в жидкостях и газах . . . . .	256
§ 3.16. Установившееся движение тел в вязкой среде . . . . .	258
§ 3.17. Примеры решения задач . . . . .	260
<i>Упражнение 8</i> . . . . .	271

### Глава 4

#### Неинерциальные системы отсчёта. Силы инерции

§ 4.1. Неинерциальные системы отсчёта . . . . .	274
§ 4.2. Силы инерции . . . . .	276
§ 4.3. Неинерциальные системы отсчёта, движущиеся прямолинейно с постоянным ускорением . . . . .	278
§ 4.4. Вращающиеся системы отсчёта. Центробежная сила инерции . . . . .	280
§ 4.5. Примеры решения задач . . . . .	284
<i>Упражнение 9</i> . . . . .	288

## Законы сохранения в механике

### Глава 5

#### Закон сохранения импульса

§ 5.1. Значение законов сохранения . . . . .	290
§ 5.2. Импульс материальной точки. Другая формулировка второго закона Ньютона . . . . .	292
§ 5.3. Изменение импульса системы тел. Закон сохранения импульса . . . . .	295

§ 5.4.	Реактивное движение. Уравнение Мещерского.	
	Реактивная сила . . . . .	299
§ 5.5.	Реактивные двигатели . . . . .	302
§ 5.6.	Успехи в освоении космического пространства . . . . .	304
§ 5.7.	Примеры решения задач . . . . .	307
	<i>Упражнение 10</i> . . . . .	313

## Глава 6

### Закон сохранения энергии

§ 6.1.	Двигатели . . . . .	316
§ 6.2.	Работа силы . . . . .	319
§ 6.3.	Мощность . . . . .	326
§ 6.4.	Энергия . . . . .	328
§ 6.5.	Кинетическая энергия и её изменение . . . . .	329
§ 6.6.	Потенциальная энергия . . . . .	331
§ 6.7.	Замечания о физическом смысле потенциальной энергии . . . . .	339
§ 6.8.	Закон сохранения энергии в механике . . . . .	343
§ 6.9.	Изменение энергии системы под действием внешних сил . . . . .	345
§ 6.10.	Столкновение упругих шаров . . . . .	348
§ 6.11.	Уменьшение механической энергии системы под действием сил трения . . . . .	350
§ 6.12.	Примеры решения задач . . . . .	355
	<i>Упражнение 11</i> . . . . .	361

## Движение твёрдых и деформируемых тел

## Глава 7

### Движение твёрдого тела

§ 7.1.	Абсолютно твёрдое тело и виды его движения . . . . .	366
§ 7.2.	Примеры решения задач . . . . .	372
	<i>Упражнение 12</i> . . . . .	374
§ 7.3.	Центр масс твёрдого тела. Импульс твёрдого тела . . . . .	376
§ 7.4.	Теорема о движении центра масс . . . . .	380
§ 7.5.	Примеры решения задач . . . . .	382
	<i>Упражнение 13</i> . . . . .	386
§ 7.6.	Другая форма уравнения движения материальной точки по окружности . . . . .	389
§ 7.7.	Основное уравнение динамики вращательного движения твёрдого тела . . . . .	393
§ 7.8.	Плоское движение твёрдого тела . . . . .	398
§ 7.9.	Закон сохранения момента импульса . . . . .	400
§ 7.10.	Примеры решения задач . . . . .	402
	<i>Упражнение 14</i> . . . . .	405

## Глава 8

### Статика

§ 8.1.	Равновесие твёрдых тел . . . . .	406
§ 8.2.	Условия равновесия твёрдого тела . . . . .	407
§ 8.3.	Центр тяжести . . . . .	412

§ 8.4.	Виды равновесия. Устойчивость равновесия тел . . . . .	418
§ 8.5.	Примеры решения задач . . . . .	424
	<i>Упражнение 15</i> . . . . .	430

## **Глава 9**

### **Механика деформируемых тел**

§ 9.1.	Чем отличаются твёрдые тела от жидких и газообразных . . . . .	435
§ 9.2.	Виды деформаций твёрдых тел . . . . .	438
§ 9.3.	Механические свойства твёрдых тел. Диаграмма растяжения . . . . .	443
§ 9.4.	Пластичность и хрупкость . . . . .	448
§ 9.5.	Давление в жидкостях и газах. Сообщающиеся сосуды	450
§ 9.6.	Закон Паскаля. Гидростатический парадокс . . . . .	453
§ 9.7.	Закон Архимеда . . . . .	459
§ 9.8.	Гидродинамика. Ламинарное и турбулентное течение	463
§ 9.9.	Кинематическое описание движения жидкости . . . . .	466
§ 9.10.	Давление в движущихся жидкостях и газах . . . . .	469
§ 9.11.	Уравнение Бернулли . . . . .	470
§ 9.12.	Применение уравнения Бернулли . . . . .	472
§ 9.13.	Течение вязкой жидкости . . . . .	477
§ 9.14.	Подъёмная сила крыла самолёта . . . . .	479
§ 9.15.	Примеры решения задач . . . . .	481
	<i>Упражнение 16</i> . . . . .	489
	<b>Механика — современная развивающаяся наука</b> . . . .	493
	<b>Темы проектов</b> . . . . .	496
	<b>Обобщающие проекты</b> . . . . .	496
	<b>Информационные ресурсы</b> . . . . .	496
	<b>Ответы к упражнениям</b> . . . . .	497