

## Оглавление

|                  |   |
|------------------|---|
| Предисловие..... | 3 |
|------------------|---|

|                |   |
|----------------|---|
| ВВЕДЕНИЕ ..... | 4 |
|----------------|---|

В НАЧАЛЕ ПУТИ. Физики как науки еще нет, но люди накапливают знания о природе. Они задают природе «детские» вопросы, которые касаются принципиальных основ мироздания. Идет время, появляются ученые, сделавшие открытия, заложившие фундамент будущих исследований, без которого не могла бы появиться современная физика.

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| <b>1.</b> <i>Природа глазами древних людей. Пробуждение любознательности. Вселенная древних. Как измеряли время, расстояния и вес наши древние предки. Наука «плоской Земли». Есть ли предел делению веществ? Система мира Аристотеля. Архимед. Простые механизмы не такие простые. «Золотое правило» механики. «Эврика!» Взгляды древних греков на Вселенную и Землю. Смелое предположение. Эратосфен измеряет Землю .....</i> | 6 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|

ВРЕМЯ ВЕЛИКОГО ПРОРЫВА. Наука «круглой Земли». Открыты законы движения планет. Галилей объясняет наблюдаемые факты, борясь с вековыми заблуждениями. Астрономические открытия Галилея поражают воображение людей. Наука на пороге создания классической физики.

|                                                                                                                                                                                                |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>2.</b> <i>Космология Средних веков. Система мира Птолемея. «Сдвинувший» Землю: гелиоцентрическая система Коперника. Законы Кеплера.....</i>                                                 | 25 |
| <b>3.</b> <i>Галилей — «отец современной физики». Астрономические открытия Галилея. Физика колебаний маятника. «Гениальнейший часовой мастер всех времен».....</i>                             | 36 |
| <b>4.</b> <i>Свободное падение тел и здравый смысл. Эксперименты Галилея с наклонной плоскостью. Движение тела, брошенного под углом к горизонту. «Диалоги». Принцип инерции Галилея .....</i> | 42 |

ПО ДОРОГАМ КЛАССИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ. Факел, зажженный Галилеем, — в руках Ньютона. Ученый закладывает фундамент механики и объясняет законы движения планет. Наконец получен ответ на вопрос: «Почему Луна не падает на Землю?». Формируется математический аппарат классической физики и на его основе создается описание разнообразных механических движений. Принципы динамики, маятник, тяготение — вот стержневые вопросы физики XVII века, к которым присоединилась еще проблема взаимодействия тел, и в первую очередь теория удара.

5. *«...И вот явился Ньютон». Механика Ньютона. Математический инструмент классической физики. Равномерное движение по окружности* .....50
6. *Невидимая рука гравитации. Закон всемирного тяготения. Ускорение силы тяжести: теория подтвердила опыт. Два лика силы тяжести. Вывод закона Кеплера из закона Всемирного тяготения.. Наведение порядка «на небесах»* .....62
7. *Понятие силы: от древних греков до Ньютона. Без силы нет работы. Работа сил упругости. Ни шагу без трения. Работа сил трения. Работа силы тяжести. Трудноопределимое понятие. Два вида механической энергии*.....71
8. *Великий закон природы — закон сохранения энергии. Закон сохранения импульса в упругих столкновениях. Бильярд и законы классической физики. Неупругие соударения. Частично упругие соударения. Симметрия и законы физики*.....78

КЛАССИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА В ДЕЙСТВИИ. Широкое использование методов классической механики Ньютона: от газов до твердых тел. Получены ответы на вопросы: почему вода в насосах колодезников не поднимается выше 10 метров?, отчего не тонут тяжелые суда? Найдены удобные способы измерения температуры.

9. *Истоки гидростатики. Закон Паскаля. Давление в жидкостях и газах. Условия плавания тел. Непростые истории с атмосферным давлением. Опыты Торричелли и Герики. Интересные эффекты: поверхностное натяжение, капиллярность* .....90
10. *Жидкость течет по-разному. Основное уравнение течения жидкости. Уравнение Бернулли. Закон Торричелли. Измерение давления в движущейся жидкости. Вязкое течение жидкости. Турбулентность*.....110
11. *Макроскопическое описание газа. Путешествие по температурной шкале. Газовый термометр. Газовые законы. Закон Клайперона. Давление смеси газов* .....120

ЗА ПРЕДЕЛАМИ ВИДИМОГО МИРА. Успешные попытки ответить на вопрос: из чего состоит вещество? Полученные оценки размеров молекул и их число поражают воображение. Ученые поняли процессы кипения жидкости и объяснили механизм распространения запаха. Долгая история теплоты нашла свое объяснение. Невозможность «вечного двигателя». Абсолютный нуль температуры оказывается недостижимым.

12. *Физики выходят за пределы непосредственных восприятий. Молекулярное строение вещества. Закон Авогадро. Закон Клайперона—Менделеева. Какой размер у молекул. Законы идеального газа. Температура с точки зрения молекулярно-кинетической теории (МКТ). Ба*

- рометрическая формула и определение числа Авогадро. Распределение Максвелла. Экспериментальная проверка распределения Максвелла (опыт Штерна). Средняя длина пробега молекул в газе. Эффективное сечение столкновений. Диффузия. Испарение, кипение жидкости и поверхностное натяжение с точки зрения МКТ. Реальные газы..... 130
13. Такая непростая теплота. Опыты Румфорда и Дэви. Эксперименты Джоуля. Что такое энергия? Внутренняя энергия идеального газа. Теплоемкость. Калориметрия. Фазовые переходы. Способы передачи теплоты. Тепловое расширение..... 151
14. Наука о превращениях всех форм энергии. Термодинамические системы. Законы (начала) термодинамики. Первое начало и невозможность вечного двигателя. Адиабатический процесс. Второе начало термодинамики. Принцип работы теплового двигателя. Цикл Карно. «Балансовый отчет» энергии. Энтропия. Недостижимость абсолютного нуля температуры..... 168

В МИРЕ КОЛЕБАНИЙ И ВОЛН. Физики разрабатывают одну из важнейших областей физики — теорию колебаний. Оказалось, что колебательные явления различной физической природы подчиняются общим закономерностям. Такие разные волны объединяются в общей теории.

15. В мире колебаний. Простые колебательные системы. Уравнение колебаний гармонического осциллятора. Маятник Фуко. Энергия гармонического осциллятора. Математический маятник. Сложение гармонических колебаний. Затухающие колебания. Резонанс в колебательных системах..... 185
16. Волны вокруг нас. Уравнение бегущей волны. Волновые эффекты. Законы отражения и преломления волн. Интерференция. Дифракция. Стоячие волны. Резонанс. Звуковые волны. Скорость звука. Частотный диапазон звуковых волн. Волновые эффекты звуковых волн. Эффект Доплера..... 197

САМОЕ «ТЕМНОЕ» МЕСТО В ФИЗИКЕ. Удивительная область физики — свет. Скорость света огромна, но не бесконечна. Очевидные явления и неочевидные объяснения. Среди физиков нет согласия. Широкое распространение различных оптических приборов. Человек изучает состав звездного вещества на Земле.

17. Свет — самое «темное» место в физике. Световые лучи. Определение скорости света. Законы Снелла. Явление полного внутреннего отражения. Что увидели физики в зеркалах..... 220
18. Конкурирующие теории света. Дисперсия. Дифракция. Принцип Гюйгенса. Интерференция. Опыт Юнга. Интерференция в тонких пленках. Кольца Ньютона. Дифракция на одной щели. Дифракционная решетка. Спектроскопия. Поляризация. Двойное лучепреломление. Почему небо голубое?..... 241

В НЕОБЪЯТНОМ МИРЕ ЭЛЕКТРИЧЕСТВА. Сказка, которой не сыщется и среди сказок «Тысячи и одной ночи». Долгая история электричества. Гениальные прозрения и воплощение результатов теории в практику.

19. Долгая история электричества. Электроскоп. Закон Кулона. Электрическое поле. Проводники в электрическом поле. Движение заряженной частицы в электрическом поле. Потенциал. Эквипотенциальные поверхности. Электрическое поле Земли.....260
20. Открытие, преобразовавшее цивилизацию. Гальванический элемент. Сила тока. Закон Ома. Удельное электрическое сопротивление. Сверхпроводимость. Микроскопическая картина электропроводности. Сторонние силы. ЭДС. Опыт Толмена. Тепловое действие тока. Закон Джоуля–Ленца. Термоэлектронная эмиссия .....279
21. Электрическая цепь и ее элементы. Источник напряжения в цепи постоянного тока. Эквивалентное сопротивление цепи при различных соединениях резисторов. Последовательное и параллельное соединение конденсаторов. RC-цепочка. Измерительные приборы в цепях постоянного тока .....293
22. История в три тысячи лет. Свойства постоянных магнитов. Вектор магнитной индукции. Магнитное поле тока. Проводник с током в магнитном поле. Закон Ампера. Ферромагнетизм. Магнитное поле Земли. Движение электрического заряда в магнитном поле. Движение заряженных частиц в электрическом и магнитном полях. Масс-спектрометр. Циклотрон .....303
23. А может ли электрическое поле создавать ток? Фарадей открывает явление электромагнитной индукции. ЭДС индукции. Правило Ленца. Электрогенератор и электродвигатель. Вихревое электрическое поле.....323
24. Важный элемент электрической цепи — индуктивность. Индуктивность цилиндрической катушки. Магнитная проницаемость. Ток в цепи при наличии индуктивности. Энергия магнитного поля. Трансформатор. Электрические цепи, содержащие активные и реактивные элементы. RL-цепочка. Формула Томсона. RLC-контур. «Война токов».....334
25. Переменный ток. Резистор, индуктивность и емкость в цепи переменного тока. Мощность тока. Резонанс в цепях переменного тока.....347
26. Связавший два вида полей. Ток смещения. Уравнения Максвелла. Электромагнитные волны. Опыты Герца. Шкала электромагнитных волн. Свет как электромагнитная волна.....357

НЕВИДИМЫЙ МИР ФИЗИКИ. Вторжение в невидимый мир. Первые сомнения. На краю катастрофы. Внутренний мир атомов. По ту сторону кванта. Реализованная мечта алхимиков. В рое элементарных частиц. Ядерный синтез — путь к «энергетическому Эльдорадо».

27. Электрические явления в газах: катодные лучи. Элементарный электрический заряд. Опыты Фарадея. Открытие электрона. Опыты Дж. Дж. Томсона. Открытие рентгеновских лучей. Радиоактивность. Первые модели атома. Опыты Резерфорда. Планетарная модель атома .....369

## НОВЫЕ ПУТИ ФИЗИКИ

28. Факт, не дававший покоя физикам. Спектр излучения абсолютно черного тела. «Ультрафиолетовая катастрофа». Угаданный закон. Атом Бора. Эксперименты Франка–Герца. «Сумасшедшая теория». Квантовые числа. Фотоэффект. Эффект Комптона. Фотонная теория света.....388
29. Кризис в атомной физике. Новая наука и новые взгляды. Волны де Бройля. Корпускулярно-волновой дуализм. Волновая функция и ее интерпретация. Дифракция электронов на двух щелях. Принцип неопределенности. Странности квантового мира. Принцип запрета Паули. Системы с большим числом атомов. Квантовая механика твердого тела. Зонная теория полупроводников. Транзистор .....401
30. Опыты Резерфорда и атомное ядро. Первая ядерная реакция. Протон. Обнаружение нейтрона. Протон-нейтронная модель ядра. Энергия связи. Ядерные силы. Дефект масс. Закон радиоактивного распада. Альфа-, бета- и гамма-распады. Радиоактивные ряды. Радиоактивное датирование. Искусственная радиоактивность. Ядерные реакции. Деление ядер. Цепная реакция. Капельная модель. Атомный реактор. Ядерный синтез. «Посуда» для плазмы.....428
31. Всепроникающая частица. Камера Вильсона. Как «положительный электрон» стал позитроном. Обитатели микромира. Космические лучи и элементарные частицы. В погоне за частицами. Ускорители больших энергий и физика элементарных частиц. Левиафаны в мире ускорителей. Попытки классификации элементарных частиц .....457

НОВЫЕ ПУТИ ДРЕВНЕЙ НАУКИ. Новый век — новые взгляды. Все относительно. Как теперь смотреть на время? Объяснение необъяснимого: взгляд на гравитацию Эйнштейна. Чудеса новых теорий. Странности квантового мира. Эволюция Вселенной.

32. А всегда ли прав Ньютон? «Год чудес». Опыт Майкельсона–Морли. Лоренцово сокращение. Абсолютное время Ньютона и время в СТО. Преобразования Лоренца. Парадокс близнецов. В перекрестиях пространства и времени. Чем быстрее, тем тяжелее.  $tc^2$  — что это? .....466
33. «Вездесущее дыхание Господне». Путь Эйнштейна к созданию ОТО. Геометрическая теория тяготения. Черные дыры. Красное смещение. Нестационарная Вселенная. Большой взрыв. Обнаружение реликтового излучения. Рождение и гибель Вселенной. Почему небо темное? Парадоксы времени в ОТО. Эффект Мёссбауэра и ОТО. Гравитационные волны.....480

ОГЛЯДЫВАЯ ПРОЙДЕННЫЙ ПУТЬ. Новая физика и крушение здравого смысла. Еще остаются вопросы.

34. *«Абсолютного покоя нет!» Парадоксальные свойства эфира в классической физике. Борьба за эфир. Аргументы противников квантовой механики. Борьба против ОТО. В петле здравого смысла. Роль математики в современной физике. «Там, внизу полным-полно места». «Теория всего»* .....510

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ДОПОЛНЕНИЕ.....532

*Кессельман Владимир Самуилович*

## **ВСЯ ФИЗИКА В ОДНОЙ КНИГЕ**

**ОТ ПЛОСКОЙ ЗЕМЛИ  
ДО БОЛЬШОГО ВЗРЫВА**

*Дизайнер А. А. Гурьянова*

*Технический редактор А. В. Бакиев*

*Компьютерный набор и верстка А. И. Ереметовой*

*Корректор Е. В. Огородникова*

---

Подписано в печать 28.09.2016. Формат 70×100 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>.  
Печать офсетная. Усл. печ. л. 43,54. Уч.-изд. л. 45,89.  
Гарнитура «Таймс». Бумага офсетная № 1. Заказ № 16-52.

АНО «Ижевский институт компьютерных исследований»  
426034, г. Ижевск, ул. Кооперативная, д. 5.  
E-mail: mail@rcd.ru Тел./факс: +7 (3412) 50-02-95

---