

Содержание

Введение	14
Часть I. Мир в движении	19
Глава 1. Как с помощью физики понять наш мир	21
Что изучает физика	21
Наблюдаем за движущимися объектами	22
Поглощаем энергию вокруг нас	22
Получаем удовольствие от тепловых процессов	23
Играем с зарядами и магнитами	24
Готовимся решить самые трудные задачи физики	24
Глава 2. Постигаем основы физики	27
Не бойтесь, это всего лишь физика	27
Измеряем окружающий мир и делаем предсказания	28
Никогда не смешивайте единицы из разных систем	29
От метров к дюймам и обратно: преобразуем значения из разных единиц измерения	30
Исключаем нули: представляем числа в экспоненциальном виде	32
Проверяем точность измерений	33
Определяем значащие цифры	33
Оцениваем точность	34
Вспоминаем алгебру	34
Немного тригонометрии	35
Глава 3. Утоляем жажду скорости	37
Передвигаемся и перемещаемся	37
Разбираемся с осями	39
Измеряем скорость	40
Подробнее о скорости: что же это такое	40
Смотрим на спидометр: мгновенная скорость	41
Движемся постоянно: равномерная скорость	41
Движемся вперед и назад: неравномерное движение	41
Жмем на секундомер и определяем среднюю скорость	41
Средняя скорость и неравномерное движение	42
Ускоряемся и замедляемся	43
Определяем ускорение	43
Определяем единицу ускорения	43
Положительное и отрицательное ускорение	45
Среднее и мгновенное ускорение	46
Равномерное и неравномерное ускорение	46
Связываем ускорение, время и перемещение	46
Не такие уж и далекие связи	47
Выводим более сложные соотношения	48
Связываем скорость, ускорение и перемещение	48

Глава 4. Едем по указателям	51
Осваиваем векторы	51
Определяем направление: основные свойства векторов	52
Комбинируем направления: сложение векторов	52
Вычисляем разницу расстояний: разность векторов	54
Облекаем векторы в числа	54
Разбиение вектора на компоненты	56
Ищем компоненты вектора по заданной величине и углу	56
Находим величину и направление вектора по его компонентам	58
Срываем покров с векторов	59
Перемещение — тоже вектор	60
Скорость — еще один вектор	60
Ускорение — еще один вектор	61
Упражнение со скоростью: скользим по радуге	63
Часть II. Да пребудут с нами силы физики	65
Глава 5. Толкаем, чтобы привести в действие: сила	67
Форсируем тему	67
Первый закон Ньютона	68
Поддерживаем движение: инерция и масса	69
Измеряем массу	69
Леди и джентльмены, встречайте второй закон Ньютона!	69
Выбираем единицы измерения силы	70
Вычисляем результирующую силу	70
Торжественный финал: третий закон Ньютона	75
Учитываем трение	75
Анализируем углы и величины в третьем законе Ньютона	77
Ищем состояние равновесия	79
Глава 6. Запрягаемся в упряжку: наклонные плоскости и трение	83
Разбираемся с гравитацией	83
Движемся по наклонной плоскости	84
Вычисляем углы	85
Разбираемся с ускорением	86
Преодолеваем трение	86
Вычисляем силу трения и нормальную силу	87
Разбираемся с коэффициентом трения	87
Знакомимся со статическим и кинетическим трением	88
Тянем груз в гору и боремся с трением	89
Как гравитация влияет на свободное падение объектов	93
Стреляем вверх: максимальная высота	94
Время подъема ядра	94
Общее время полета	95
Стреляем под углом	95
Глава 7. Движемся по орбитам	97
Держим курс: равномерное вращательное движение	97
Меняем направление: центростремительное ускорение	98
Управляем скоростью с помощью центростремительного ускорения	99

Определяем величину центростремительного ускорения	99
Стремимся к центру: центростремительная сила	100
Вписываемся в повороты: учитываем радиус и наклон	101
Вращательное движение: перемещение, скорость и ускорение	103
Бросаем яблоко: закон всемирного тяготения Ньютона	105
Вычисляем силу гравитационного притяжения на поверхности Земли	105
Исследуем орбитальное движение с помощью закона всемирного тяготения	106
Вращаемся вдоль вертикальной плоскости	109
Часть III. Обращаем работу в энергию и наоборот	111
Глава 8. Выполняем работу	113
Работа: не совсем то, о чем вы подумали	113
Работаем в разных системах единиц измерения	113
Толкаем груз	114
Тянем груз под углом	115
Выполняем отрицательную работу	116
Получаем компенсацию в виде кинетической энергии	117
Запоминаем формулу кинетической энергии	118
Используем соотношение для кинетической энергии	118
Вычисляем кинетическую энергию объекта по результирующей силе	119
Сохраняем энергию: потенциальная энергия	121
Работа против силы тяжести	121
Преобразуем потенциальную энергию в кинетическую	122
Выбираем путь: консервативные и неконсервативные силы	122
Как ни крути, а энергия сохраняется	123
Определяем конечную скорость с помощью закона сохранения энергии	124
Определяем максимальную высоту подъема с помощью закона сохранения энергии	125
Мощность: ускоряем темп работы	125
Единицы измерения мощности	126
Вычисляем мощность другими способами	126
Глава 9. Двигаем объекты: количество движения и импульс	127
Изучаем количество движения	127
Получаем импульс	128
Связываем работу силы и изменение импульса	129
Пример: вычисляем импульс бильярдного шара	130
Пример: определяем импульс капель дождя	131
Изучаем закон сохранения импульса	131
Измеряем скорость с помощью закона сохранения импульса	133
Измеряем начальную скорость пули с помощью закона сохранения импульса	134
Упругие и неупругие столкновения	135
Когда сталкивающиеся объекты отскакивают друг от друга: упругие столкновения	136
Когда сталкивающиеся объекты не отскакивают друг от друга: неупругие столкновения	136
Упругие столкновение на прямой	137
Упругие столкновения в одной плоскости	138

Глава 10. Вращаем объекты: момент силы	141
Переходим от прямолинейного движения к вращательному	141
Разбираемся с параметрами вращательного движения	142
Вычисляем линейную скорость вращательного движения	142
Вычисляем тангенциальное ускорение	143
Вычисляем центростремительное ускорение	144
Используем векторы для изучения вращательного движения	145
Определяем направление угловой скорости	145
Определяем направление углового ускорения	146
Поднимаем грузы: момент силы	146
Знакомимся с формулой момента силы	147
Разбираемся с направлением приложенной силы и плечом силы	147
Размышляем над тем, как создается момент силы	150
Определяем направление момента силы	150
Уравновешиваем моменты сил	151
Простой пример: вешаем рекламный плакат	151
Более сложный пример: учитываем силу трения при расчете равновесия	153
Глава 11. Раскручиваем объекты: момент инерции	157
Применяем второй закон Ньютона для вращательного движения	157
Преобразуем тангенциальное ускорение в угловое	158
Пример: вычисляем момент силы для обеспечения углового ускорения	159
Вычисляем момент инерции протяженного объекта	159
Пример: замедление вращения компакт-диска	161
Еще один пример: поднимаем груз	162
Вычисляем энергию и работу при вращательном движении	163
Работа при вращательном движении	163
Изучаем кинетическую энергию вращательного движения	164
Измеряем кинетическую энергию бочки, катящейся по наклонной плоскости	165
Не можем остановиться: момент импульса	167
Сохраняем момент импульса	167
Пример закона сохранения момента импульса: вычисляем скорость спутника	168
Глава 12. Сжимаем пружины: простое гармоническое движение	169
Постигаем закон Гука	169
Растягиваем и сжимаем пружины	170
Изучаем особенности закона Гука	170
Двигаемся дальше: простое гармоническое движение	171
Изучаем простое гармоническое движение по горизонтали и по вертикали	171
Изучаем свойства простого гармонического движения	173
Определяем частоту колебаний груза на пружине	178
Вычисляем энергию простого гармонического движения	179
Качаемся вместе с маятником	180
Часть IV. Формулируем законы термодинамики	183
Глава 13. Неожиданное объяснение теплоты с помощью термодинамики	185
Измеряем температуру	185
Мераем температуру по Фаренгейту	186
Мераем температуру по Цельсию	186

Меряем температуру по Кельвину	187
Повышаем температуру: линейное расширение	188
Разбираемся с линейным расширением	189
Проверяем железнодорожные рельсы: пример линейного расширения	189
Продолжаем нагрев: объемное расширение	190
Переносим тепло	191
Фазовый переход: когда температура не меняется	193
Ломаем лед с помощью фазового перехода	193
Знакомимся со скрытой теплотой фазового перехода	195
Глава 14. Передаем тепловую энергию в твердых телах и газах	197
Кипятим воду: конвекция	197
Слишком жарко, чтобы держать в руках: теплопроводность	198
Выводим формулу теплопроводности	199
Применяем формулу теплопроводности	201
Испускаем и поглощаем свет: тепловое излучение	201
Тепловое излучение: не видим, но ощущаем	202
Излучение и “черные тела”	203
Разбираемся с числом Авогадро	204
Выводим закон идеального газа	206
Давление: пример использования закона идеального газа	207
Закон Бойля–Мариотта и закон Шарля: альтернативные формулировки закона идеального газа	207
Следим за молекулами идеального газа	208
Вычисляем скорость молекул воздуха	208
Вычисляем внутреннюю энергию идеального газа	209
Глава 15. Тепловая энергия и работа: начала термодинамики	211
Стремимся к тепловому равновесию: нулевое начало термодинамики	211
Сохраняем энергию: первое начало термодинамики	212
Применяем закон сохранения энергии	213
Изучаем изобарические, изохорические, изотермические и адиабатические процессы	214
Вычисляем удельную теплоемкость	220
Передаем тепловую энергию: второе начало термодинамики	221
Заставим тепловую энергию работать: тепловые двигатели	221
Оцениваем эффективность работы: КПД теплового двигателя	222
Как сказал Карно: нельзя все тепло превратить в работу	222
Охлаждаемся: третье (и абсолютно последнее) начало термодинамики	224
Часть V. Электризуемся и намагничиваемся	225
Глава 16. Электризуемся: изучаем статическое электричество	227
Плюс и минус: заряды электрона и протона	227
Тяни-толкай: электрические силы	228
Подбираемся к закону Кулона	228
Притягиваем заряды	229
Вычисляем скорость электронов	229
Изучаем силы, действующие между несколькими зарядами	230

Действие на расстоянии: электрические поля	231
По всем направлениям: электрические поля от точечных зарядов	232
Заряжаем конденсатор: электрические поля между плоскими пластинами	234
Повышаем напряжение: электрический потенциал	235
Вычисляем потенциальную энергию электрического поля	236
Потенциалы и напряжение	237
Оказывается, энергия сохраняется даже в электрическом поле	238
Электрический потенциал точечных зарядов	239
Сохраняем заряд с помощью емкости	241
Глава 17. Летим вслед за электронами по проводам	243
Марширующие электроны: ток	243
Знакомимся с силой тока	244
Вычисляем силу тока, идущего через батарейку	244
Оцениваем сопротивление: закон Ома	245
Вычисляем силу тока	245
Проверка удельного сопротивления	246
Измеряем мощность: ватт	246
От одного к другому: последовательные цепи	247
Разделение тока: параллельные цепи	248
Создаем электрические цепи по правилам Кирхгофа	249
Используем правило контуров	250
Исследуем многоконтурные цепи	251
Разбираемся с параллельно и последовательно соединенными конденсаторами	253
Конденсаторы в параллельных цепях	254
Конденсаторы в последовательных цепях	254
Соединяем резисторы с конденсаторами: RC-цепи	256
Глава 18. Намагничиваемся: притягиваемся и отталкиваемся	259
Ищем источник магнетизма	259
Воздействуем на движущийся заряд	261
Вычисляем величину магнитной силы	262
Движение по орбитам: заряженные частицы в магнитных полях	263
Магнитные поля не выполняют работу...	263
...но влияют на движущиеся заряженные частицы	264
Тяни-толкай на основе электрических токов	265
Сила, действующая на ток	265
Момент силы, действующий на проводник с током	267
Определяем магнитное поле провода с током	268
Вычисляем магнитное поле в центре контура	270
Создаем однородное магнитное поле с помощью соленоида	272
Глава 19. Усмиряем колебания тока и напряжения	275
Индукцируем электродвижущую силу	275
Создаем напряжение, двигая проводник в магнитном поле	276
Выражаем напряжение через изменение площади контура	277
Вычисляем электромагнитную индукцию с помощью закона Фарадея	277
Определяем знак с помощью правила Ленца	279
Вычисляем индуктивность	281
Изучаем цепи переменного тока и напряжения	282
Оцениваем среднюю величину переменного напряжения	283

Нахождение действующих значений тока и напряжения	284
Опережаем напряжение с помощью конденсаторов	285
Отстаем от напряжения с помощью катушек индуктивности	287
Боремся с тройным сопротивлением: колебательный контур	289
Глава 20. Немного света на зеркалах и линзах	291
Все о зеркалах	291
Изучаем преломление света	292
Преломление света по закону Снелла	292
Измеряем глубину водоема на глазок	293
Всего лишь зеркала и ничего более	295
Увеличиваем объект с помощью вогнутого зеркала	295
Уменьшаем объект с помощью выпуклого зеркала	299
Смотрим сквозь линзы	301
Увеличиваем объект с помощью собирающих линз	301
Уменьшаем объект с помощью рассеивающей линзы	304
Часть VI. Великолепные десятки	307
Глава 21. Десять удивительных догадок теории относительности	309
У природы нет любимчиков	309
Скорость света постоянна и не зависит от скорости его источника	310
Замедление времени при высоких скоростях	310
Космические путешественники стареют медленнее	311
Уменьшение длины при высоких скоростях	312
$E=mc^2$: эквивалентность вещества и энергии	313
Вещество плюс антивещество получается взрыв	313
Солнце “излучает массу”	314
Скорость света превзойти нельзя	314
Ньютон до сих пор прав	314
Глава 22. Десятка сумасшедших физических идей	317
Измеряем наименьшее расстояние	317
Измеряем наименьшее время	318
Гейзенберг: сплошная неопределенность	318
“Черные дыры” притягивают даже свет	318
Гравитация искривляет пространство	319
Вещество и антивещество уничтожают друг друга	319
Сверхновые звезды — это самые мощные взрывы в природе	320
Начало Вселенной — это “Большой взрыв”	321
Микроволновая печь — это очень горячая физика	321
Вполне возможно, что абсолютных физических мер не существует	321
Глоссарий	323
Предметный указатель	329