

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Пензенский государственный университет
архитектуры и строительства»
(ПГУАС)

ФИЗИКА
СБОРНИК ЗАДАНИЙ

Методические указания к практическим занятиям
для направления подготовки
27.03.01 «Стандартизация и метрология»

Пенза 2015

УДК 53(075)
ББК 22.3я7
Ф50

Рекомендовано Редсоветом университета

Рецензент – кандидат физико-математических наук, доцент П.П. Мельниченко (ПГУАС)

Физика. Сборник заданий: методические указания к практическим занятиям для направления подготовки 27.03.01 «Стандартизация и метрология» / Т.С. Шмарова, З.А. Сидякина. – Пенза: ПГУАС, 2015. – 22 с.

Приведены основные типы задач по курсу общей физики (разделы «Физические основы механики», «Электричество и магнетизм», «Молекулярная физика и термодинамика», «Оптика и квантовая физика», «Строение атомного ядра»).

Методические указания разработаны на кафедре «Физика и химия» с учетом компетентностного подхода к процессу обучения и предназначены для использования на практических занятиях направления подготовки 27.03.01 «Стандартизация и метрология».

© Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, 2015
© Шмарова Т.С., Сидякина З.А., 2015

ПРЕДИСЛОВИЕ

Настоящие методические указания разработаны в соответствии с программой курса «Физика» ФГОС ВПО третьего поколения для направления подготовки 27.03.01 «Стандартизация и метрология» и имеет целью совершенствование компетенций как в процессе овладения студентами знаниями о явлениях природы в вузе, так и в последующей профессиональной и научной деятельности.

Методические указания содержат задачи по основным разделам физики: механике, электричеству и магнетизму, молекулярной физике, термодинамике, оптике, квантовой физике и физике атомного ядра.

Решение физических задач является необходимым условием успешного изучения явлений природы. Решение задач помогает уяснить физический смысл явлений, закрепляет в памяти основные физические законы, прививает навыки практического применения теоретических знаний, знакомит с характерными масштабами явлений и порядками физических величин, встречающихся на практике. Решение физических задач способствует формированию у студентов инженерного мышления, без которого невозможна успешная творческая трудовая деятельность.

Систематическая работа на практических занятиях способствует формированию у студентов:

знаний фундаментальных законов физики;

умений правильно применять законы физики для анализа и решения физических задач; работать с учебной, научной и справочной литературой; осуществлять самооценку и самоанализ на основе самопроверки в процессе выполнения заданий.

Работа в аудитории на практических занятиях под руководством преподавателя позволяет студентам **овладеть**:

– способностью выполнять работы по метрологическому обеспечению и техническому контролю; использовать современные методы измерений, контроля, испытаний и управления качеством (ПК-3);

– способностью осуществлять экспертизу технической документации, надзор и контроль за состоянием и эксплуатацией оборудования, выявлять резервы, определять причины существующих недостатков и неисправностей в его работе, принимать меры по их устранению и повышению эффективности использования (ПК-7);

– способностью участвовать в разработке планов, программ и методик выполнения измерений, испытаний и контроля, инструкций по эксплуатации оборудования и других текстовых инструментов, входящих в состав конструкторской и технологической документации (ПК-8);

– способностью изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт в области метрологии, технического регулирования и управления качеством (ПК-18);

– способностью принимать участие в моделировании процессов и средств измерений, испытаний и контроля с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования (ПК-19);

– способностью проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов, составлять описания проводимых исследований и подготавливать данные для составления научных обзоров и публикаций (ПК-20).

1. КИНЕМАТИКА И ДИНАМИКА ПОСТУПАТЕЛЬНОГО И ВРАЩАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ

Основные кинематические характеристики криволинейного движения: скорость и ускорение. Нормальное и тангенциальное ускорение. Кинематика вращательного движения: угловая скорость и угловое ускорение, их связь с линейной скоростью и ускорением. Первый закон Ньютона. Второй закон Ньютона. Масса, импульс, сила. Уравнение движения материальной точки. Третий закон Ньютона и закон сохранения импульса.

1.1. Тело движется вдоль оси OX так, что зависимость координаты от времени задана уравнением $x = 6 - 3t + 2t^2$. Найдите среднюю скорость тела за промежуток времени от 1 до 4 с. (Отв. 7 м/с).

1.2. Движение тела по прямой задано уравнением $s = 6t^3 + 3t + 2$. Найдите зависимость ускорения от времени. (Отв. $a = 36t$).

1.3. Вращение твердого тела происходит по закону $\varphi = 17t^3$. Чему равно угловое ускорение через 1 с после начала движения? (Отв. 102 рад/с²).

1.4. Точка движется по окружности так, что ее угловая координата изменяется по закону $\varphi = 2t + t^2 + t^3$. Определите радиус окружности, если известно, что в момент времени 2 с нормальное ускорение точки равно 346 м/с². (Отв. 1,1 м).

1.5. Точка из состояния покоя начала двигаться по дуге окружности радиусом 2 м с угловой скоростью, модуль которой изменяется с течением времени по закону $\omega = 2t^2$. Найдите отношение нормального ускорения к тангенциальному через 2 с. (Отв. 8).

1.6. Под действием постоянной силы 5 Н скорость тела изменялась с течением времени, как показано на графике (рис. 1.1). Найдите массу тела. (Отв. 10 кг).

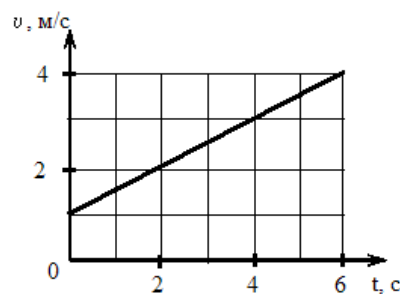


Рис. 1.1

1.7. Обруч, раскрученный в вертикальной плоскости и посланный по полу рукой гимнастки, через несколько секунд сам возвращается к ней. Начальная скорость центра обруча равна 10 м/с, коэффициент трения между обручем и полом равен 0,5. На какое расстояние откатывается обруч? (Отв. 10 м).

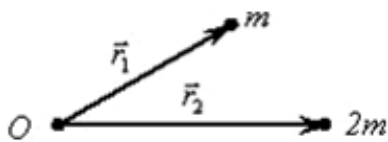


Рис. 1.2

1.8. Определите с помощью радиус-вектора положение центра масс системы двух частиц, изображенных на рис. 1.2, относительно точки O. (Отв. $\vec{r} = \frac{(\vec{r}_1 + 2\vec{r}_2)}{3}$).

2. МЕХАНИКА ТВЕРДОГО ТЕЛА. РАБОТА. ЭНЕРГИЯ. ЗАКОНЫ СОХРАНЕНИЯ В МЕХАНИКЕ

Сила, работа и потенциальная энергия. Работа и кинетическая энергия. Закон сохранения полной механической энергии в поле потенциальных сил. Связь между силой и потенциальной энергией. Момент импульса материальной точки и механической системы. Момент силы. Уравнение моментов. Закон сохранения момента импульса механической системы. Основное уравнение динамики вращательного движения твердого тела с закрепленной осью вращения. Момент импульса тела. Момент инерции. Теорема Штейнера. Кинетическая энергия вращающегося твердого тела.

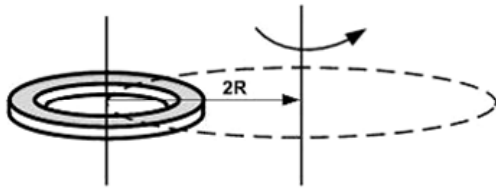


Рис. 2.1

2.1. Ось вращения тонкого кольца перенесли из центра масс на расстояние $2R$ (рис. 2.1). Как изменится момент инерции относительно новой оси? (Отв. увеличится в 5 раз).

2.2. Момент импульса вращающегося тела изменяется по закону $L(t) = \alpha t^2$, где α – некоторая положительная константа. Какова зависимость от времени момента сил, действующих на тело? (Отв. $M(t) = 2\alpha t$).

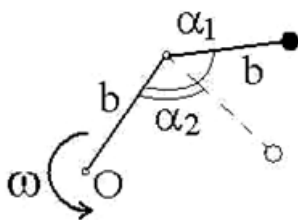


Рис. 2.2

2.3. Два невесомых стержня (рис. 2.2) длиной b каждый соединены под углом $\alpha_1 = 120^\circ$ и вращаются без трения в горизонтальной плоскости вокруг вертикальной оси, проходящей через точку O, с угловой скоростью ω . На конце одного из стержней прикреплен очень маленький массивный шарик. В некоторый момент угол между стержнями самопроизвольно уменьшился до $\alpha_2 = 90^\circ$. Определите угловую скорость, с которой стала вращаться система. (Отв. $\frac{3}{2}\omega$).

2.4. Платформа, имеющая форму сплошного однородного диска, может вращаться по инерции вокруг неподвижной вертикальной оси. На краю платформы стоит человек, масса его в 3 раза меньше массы платформы. Определите, как и во сколько раз изменится угловая скорость движения платформы, если человек перейдет ближе к центру на расстояние, равное половине радиуса платформы. (Отв. увеличится в 1,43 раза).

2.5. Вычислите момент импульса колеса велосипеда, движущегося со скоростью 18 км/ч. Масса и диаметр колеса равны соответственно 4 кг и 1 м. (Отв. $10 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}^2}{\text{с}}$).

2.6. Человек массой 80 кг спустился по лестнице длиной 5 м с высоты 4 м на поверхность земли. На сколько при этом уменьшилась его потенциальная энергия? (Отв. 3200 Дж).

2.7. На частицу, находящуюся в начале координат, действует сила, вектор которой определяется выражением $\vec{F} = 4\vec{i} + 3\vec{j}$. Найдите работу, совершенную при перемещении частицы в точку с координатами (4; 3). (Отв. 25 Дж).

2.8. Сплошной и полый цилиндры, имеющие одинаковые массы и радиусы, скатываются без проскальзывания с горки с одной и той же высоты. Найдите отношение скоростей этих тел у основания горки. Трением и сопротивлением воздуха пренебречь. (Отв. $\sqrt{\frac{4}{3}}$).

2.9. Потенциальная энергия частицы задается функцией $U = -xyz$. Чему равна F_x – компонента вектора силы, действующей на частицу в точке A(1, 2, 3)? (Отв. 6 Н).

2.10. Частица совершила перемещение по некоторой траектории из точки 1 с радиус-вектором $\vec{r}_1 = \vec{i} - 3\vec{j}$ в точку 2 с радиус-вектором $\vec{r}_2 = 3\vec{i} + 2\vec{j}$. При этом на нее подействовала сила $\vec{F} = 3\vec{i} + 4\vec{j}$. Найдите работу, совершенную этой силой. (Отв. 26 Дж).

3. ЭЛЕМЕНТЫ РЕЛЯТИВИСТСКОЙ МЕХАНИКИ

Принцип относительности и преобразования Галилея. Постулаты специальной теории относительности Эйнштейна. Относительность одновременности и преобразования Лоренца. Релятивистский импульс. Взаимосвязь массы и энергии в СТО.

3.1. Ускоритель сообщил радиоактивному ядру скорость $0,4c$. В момент вылета из ускорителя ядро выбросило в направлении своего движения β -частицу, скорость которой $0,75c$ относительно ускорителя. Чему равна скорость β -частицы относительно ядра? (Отв. $0,5c$).

3.2. Определите скорость движения тела, при которой релятивистское сокращение его линейных размеров составит 10% от первоначальной длины. (Отв. $1,31 \cdot 10^8$ м/с).

3.3. Определите скорость движения релятивистской частицы, если ее масса в 2 раза больше массы покоя. (Отв. $0,866c$).

3.4. Найдите изменение энергии, соответствующее изменению массы на величину массы покоя электрона? Масса покоя электрона равна $9,1 \cdot 10^{-31}$ кг. (Отв. $8,2 \cdot 10^{-14}$ Дж).

3.5. Найдите импульс протона, движущегося со скоростью $0,8c$. Масса покоя протона равна $1,67 \cdot 10^{-27}$ кг. (Отв. $6,68 \cdot 10^{-19}$ кг·м/с).

3.6. Космический корабль движется со скоростью $0,8c$ по направлению к Земле. Определите расстояние, пройденное им в системе отсчета, связанной с Землей за время 0,5 с, отсчитанное по часам в космическом корабле. (Отв. 200 Мм).

3.7. Координаты события в инерциальной системе отсчета K , принятой за неподвижную: $x = 3 \cdot 10^8$ м; $y = 0$; $z = 0$; $t = 1$ с. Система K' движется относительно K в сторону положительных значений x прямолинейно с постоянной скоростью $0,8c$. Ось X' совпадает с осью X , а оси Y' и Z' параллельны соответствующим осям системы K . В момент времени, равный нулю, начала координат O и O' систем совпадают. Определите координаты события в системе K' . (Отв. $x' = 10^8$ м; $y' = 0$; $z' = 0$; $t' = 0,33$ с).

4. ЭЛЕКТРОСТАТИКА

Закон Кулона. Напряженность и потенциал электростатического поля. Теорема Гаусса в интегральной форме и ее применение для расчета электрических полей. Диэлектрическая проницаемость вещества. Емкость проводников и конденсаторов. Энергия заряженного конденсатора.

4.1. Электрический заряд q на расстоянии R от точечного электрического заряда Q обладает потенциальной энергией W . Какой потенциальной энергией будет обладать электрический заряд $2q$ на расстоянии $3R$ от заряда Q ? (Отв. $2W/3$).

4.2. Каждый из четырех одинаковых по модулю точечных зарядов, расположенных в вершинах квадрата (рис. 4.1), создает в точке пересечения диагоналей электрическое поле, напряженность которого равна E . Найдите напряженность поля в этой точке. (Отв. $2E\sqrt{2}$).

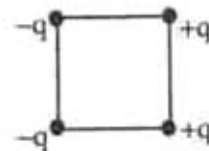


Рис. 4.1

4.3. В центре сферы радиуса 1 м находится точечный заряд 2 нКл. Вычислите поток вектора напряженности электрического поля через шаровой сегмент, площадь которого 1 м^2 . (Отв. $18 \text{ В} \cdot \text{м}$).

4.4. На двух одинаковых каплях воды находится по лишнему электрону, причем сила электростатического отталкивания капелек уравнивает гравитационную силу их взаимного притяжения. Каковы радиусы капелек? Плотность воды 1000 кг/м^3 . (Отв. $1,64 \cdot 10^{-4} \text{ м}$).

4.5. Определите линейную плотность заряда положительно заряженной тонкой бесконечной нити, если напряженность электрического поля, создаваемая этой нитью на расстоянии 10 см от нее, равна 10 В/м . (Отв. $5,6 \cdot 10^{-11} \text{ Кл/м}$).

4.6. На рис. 4.2 показана зависимость силы тока в электрической цепи от времени. Определите отношение заряда, прошедшего через поперечное сечение проводника за двадцать секунд, к заряду, прошедшему за последние пять секунд. (Отв. 7).

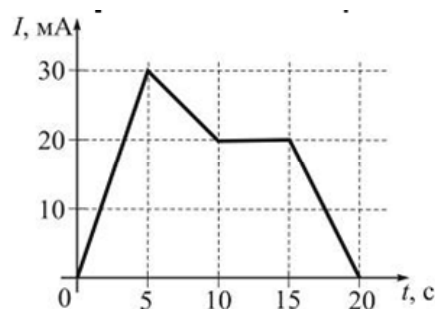


Рис. 4.2

5. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК. ЭЛЕКТРОМАГНЕТИЗМ

Сила и плотность тока. Закон Ома в интегральной и дифференциальной формах. Закон Джоуля-Ленца. Электродвижущая сила источника тока. Вектор магнитной индукции. Закон Ампера. Сила Лоренца. Напряженность магнитного поля. Магнитная проницаемость. Уравнение электромагнитной индукции. Самоиндукция. Индуктивность соленоида. Ток смещения. Система уравнений Максвелла в интегральной форме и дифференциальной форме. Физический смысл входящих в нее уравнений.

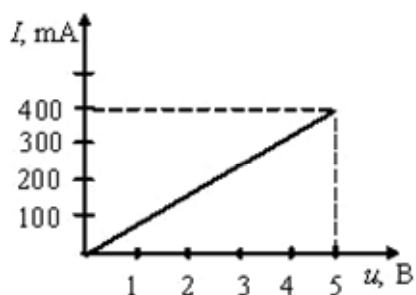


Рис. 5.1

5.1. Вольтамперная характеристика резистора изображена на рис. 5.1. Определите его сопротивление. (Отв. 12,5 Ом).

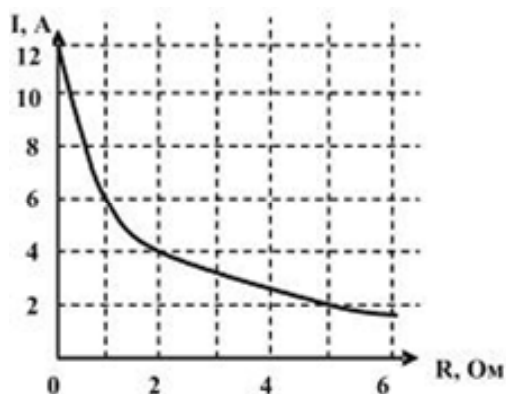


Рис. 5.2

5.2. На рис. 5.2 представлены результаты экспериментального исследования зависимости силы тока в цепи от значения сопротивления, подключенного к источнику постоянного тока. Определите ЭДС источника и его внутреннее сопротивление. (Отв. 12 В, 1 Ом).

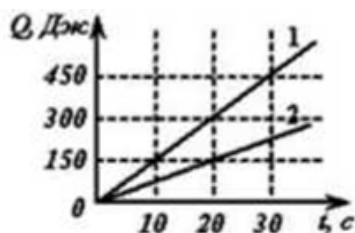


Рис. 5.3

5.3. На рис. 5.3 представлен график зависимости количества теплоты, выделяющейся в двух последовательно соединенных проводниках, от времени. Найдите отношение сопротивлений проводников R_1 / R_2 . (Отв. 2).

5.4. Электропроводка должна выполняться из достаточно толстого провода, чтобы он сильно не нагревался и не создавал угрозы пожара. Каким должен быть диаметр медного провода, если проводка рассчитана на максимальную силу тока 16 А и на погонном метре провода должно выделяться не более 2 Вт тепла? Удельное сопротивление меди равно $17 \text{ нОм} \cdot \text{м}$. (Отв. 1,7 мм).

5.5. Какое напряжение можно подать на катушку, имеющую 1000 витков медного провода со средним диаметром витков 6 см, если допустимая плотность тока 2 А/мм^2 ? Удельное сопротивление меди $1,7 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}$. (Отв. 6,4 В).

5.6. При напряжении 20 В через нить электрической лампы течет ток 0,5 А. Сколько тепла выделит нить лампы за 2 мин? (Отв. 1200 Дж).

5.7. Как изменится сила взаимодействия между двумя прямолинейными проводниками при увеличении силы тока в одном из них в 2 раза, а в другом в 5 раз? (Отв. Увеличится в 10 раз).

5.8. Определите магнитный поток, создаваемый одним витком катушки, имеющей 8 витков на каждый сантиметр длины, если радиус катушки 2 см, сила тока 2 А. (Отв. $2,53 \cdot 10^{-6}$ Вб).

5.9. В однородное магнитное поле индукцией 10 мТл перпендикулярно линиям индукции влетает электрон с кинетической энергией 30 кэВ. Каков радиус кривизны траектории движения электрона в поле? (Отв. 5,8 см).

5.10. Электрон движется в однородном поле с индукцией 2 мТл по винтовой линии с радиусом 2 см и шагом 5 см. Определите скорость электрона. (Отв. $7,6 \cdot 10^{-6}$ м/с).

5.11. За 0,5 с на концах катушки наводится ЭДС самоиндукции 25 В. Чему равна индуктивность катушки, если при этом сила тока в цепи изменилась от 10 А до 5 А? (Отв. 2,5 Гн).

5.12. По параллельным металлическим проводникам, расположенным в однородном магнитном поле, с постоянной скоростью перемещается проводящая перемычка длиной l (рис. 5.4). Какова зависимость индукционного тока от времени? Сопротивлением перемычки и направляющих можно пренебречь. (Отв. $I = \text{const}$).

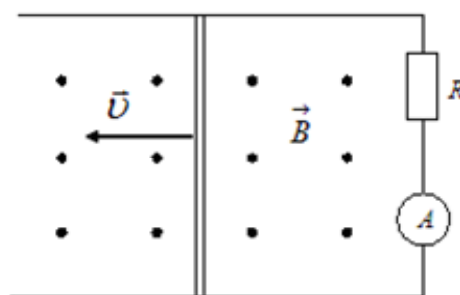


Рис. 5.4

5.13. Сила тока в проводящем круговом контуре (рис. 5.5) индуктивностью 100 мГн изменяется с течением времени по закону $I = (2 + 0,3t)$. Найдите абсолютную величину ЭДС самоиндукции. Как при этом направлен индукционный ток? (Отв. 30 мВ; индукционный ток направлен против часовой стрелки).

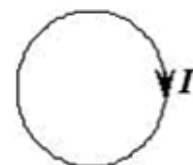


Рис. 5.5

5.14. Сила тока, протекающего в катушке, изменяется по закону $I = 1 - 0,2t^2$. Чему равна индуктивность катушки, если при этом на ее концах в момент времени 5 с наводится ЭДС самоиндукции величиной $2,0 \cdot 10^{-2}$ В? (Отв. 0,01 с).

5.15. По катушке индуктивностью 8 мкГн течет ток 6 А. Определите среднее значение ЭДС самоиндукции, если сила тока убывает до нуля за 5 мс. (Отв. 9,6 мВ).

6. КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ

Уравнение идеального осциллятора и его решение. Амплитуда, частота и фаза колебания. Свободные затухающие колебания осциллятора с потерями. Вынужденные колебания. Плоская гармоническая волны. Длина волны, волновое число, фазовая скорость. Уравнение волны. Волновое уравнение для электромагнитного поля. Основные свойства электромагнитных волн. Энергетические характеристики электромагнитных волн. Вектор Пойнтинга. Показатель преломления. Поляризация света. Законы Брюстера и Малюса. Интерференция света. Дифракция света. Дифракционная решетка. Поляризация света.

6.1. Складываются два гармонических колебания одного направления с одинаковыми частотам и амплитудами, равными $A_1 = A_0$ и $A_2 = 2A_0$. Найдите амплитуду результирующего колебания при разности фаз а) 0; б) π ; в) $\pi/3$. (Отв. а) $3A_0$; б) A_0 ; в) $A_0\sqrt{7}$).

6.2. Материальная точка совершает синусоидальные колебания с амплитудой 4 см и периодом 2 с. Смещение в начальный момент времени равно 2 см. Запишите уравнение колебаний точки. (Отв. $x = 0,04 \sin\left(\pi t + \frac{\pi}{6}\right)$).

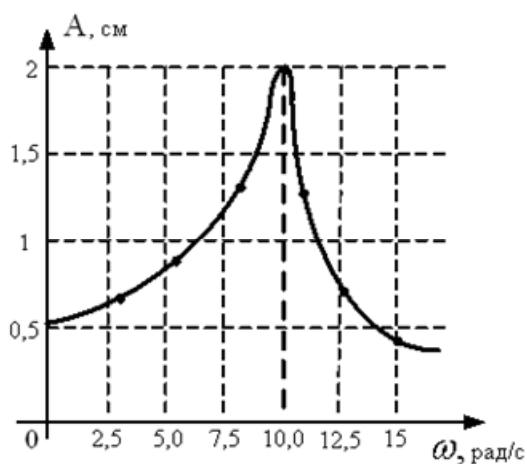


Рис. 6.1

6.3. На рис. 6.1 представлена зависимость амплитуды колебаний груза массой 0,1 кг на пружине от частоты внешней силы. Определите коэффициент жесткости пружины. Колебания считать незатухающими. (Отв. 10 Н/м).

6.4. Полная механическая энергия частицы, совершающей колебания по косинусоидальному закону, равна 30 мкДж, а максимальная сила, действующая на нее, равна 1,5 мН. Запишите уравнение колебаний частицы, если период колебаний 2 с, а начальная фаза $\pi/3$. (Отв. $x = 0,04 \cos\left(\pi t + \frac{\pi}{3}\right)$)

6.5. Доска совершает гармонические колебания в горизонтальном направлении с периодом 5 с. Коэффициент трения скольжения между грузом и доской 0,1. При какой амплитуде колебаний лежащий на ней груз начинает скользить? (Отв. 0,62 м).

6.6. График зависимости координаты материальной точки от времени для затухающих колебаний имеет вид, показанный на рис. 6.2. Определите циклическую частоту колебаний. (Отв. $10^3 \pi$ рад/с).

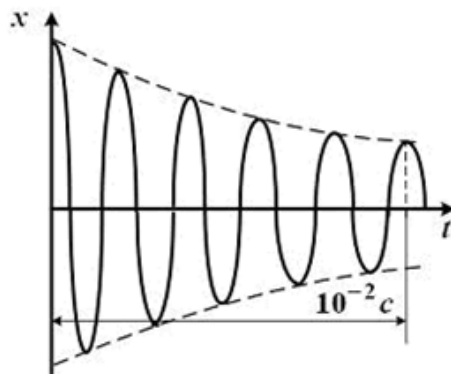


Рис. 6.2

6.7. Начальная амплитуда затухающих колебаний частицы равна 18 мм. Через 15 с после начала колебаний амплитуда стала равной 6 мм. В какой момент времени амплитуда будет равна 1,8 мм? (Отв. 31,4 с).

6.8. При какой скорости поезда рессоры его вагонов будут особенно сильно колебаться под действием толчков колес о стыки рельсов, если длина рельсов 12,5 м, нагрузка на рессору равна 55 кН, а прогиб рессоры при нагрузке 10 кН равен 16 мм? (Отв. 21,2 м/с).

6.9 Уравнение плоской синусоидальной волны, распространяющейся вдоль оси ОХ со скоростью 500 м/с, имеет вид $\xi = 0,01 \sin(10^3 t - kx)$. Определите волновое число. (Отв. 2 м^{-1}).

6.10. На рис. 6.3 представлен профиль поперечной бегущей волны, которая распространяется со скоростью 200 м/с. Чему равна амплитуда скорости колебаний точек среды? (Отв. 6,28 м/с).

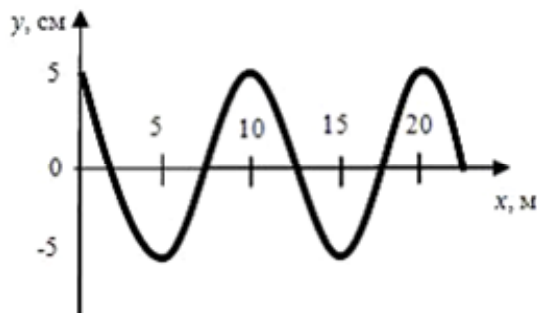


Рис. 6.3

6.11. В упругой среде плотностью ρ распространяется плоская синусоидальная волна с частотой ω и амплитудой A . При переходе волны в другую среду, плотность которой в 2 раза меньше, амплитуду увеличивают в 4 раза. Во сколько раз увеличится объемная плотность энергии, переносимая волной? (Отв. в 8 раз).

6.12. Продольная волна с частотой 362 Гц распространяется в воздухе со скоростью 345 м/с. Чему равна длина волны? За какое время фаза в данной точке меняется на $\pi/2$ рад? Чему равна разность фаз между точ-

ками, отстающими друг от друга на расстоянии 20 см? (Отв. 0,95 м; 0,69 мс; $0,42\pi$ рад/с).

6.13. Косинусоидальная волна распространяется со скоростью 12 м/с. Две точки, расположенные на расстоянии 7 и 12 м от источника, колеблются с разностью фаз $5\pi/6$. Амплитуда волны 6 см. Определите длину волны и смещение второй точки в момент времени 3 с. Начальная фаза колебаний равна $\pi/2$. (Отв. 12 м; 0,058 м).

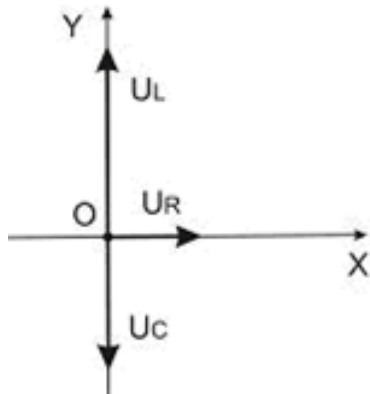


Рис. 6.4

6.14. Резистор, катушка индуктивности и конденсатор соединены последовательно и включены в цепь переменного тока, изменяющегося по закону $I = 0,05 \cos 628t$. На рис. 6.4 представлена фазовая диаграмма падений напряжений на указанных элементах. Определите активное, реактивное и полное сопротивление цепи, если амплитудные значения напряжений $U_R = 4$ В, $U_L = 7$ В, $U_C = 4$ В. (Отв. 80 Ом; 60 Ом; 100 Ом).

6.15. Резистор сопротивлением 100 Ом, катушка индуктивностью 10 мГн и конденсатор емкостью 1 мкФ соединены последовательно и подключены к источнику переменного напряжения, изменяющегося по закону $U = 5 \cos(100t)$. Определите активное, индуктивное и емкостное сопротивление цепи. (Отв. 100 Ом; 1000 Ом; 10 Ом).

6.16. Как изменится плотность потока энергии при уменьшении в два раза амплитуды колебаний векторов напряженности электрического и магнитного полей? (Отв. Уменьшится в 4 раза).

6.17. В электромагнитной волне, распространяющейся в вакууме, значение напряженности магнитного поля 10 А/м, объемная плотность энергии 10^{-5} Дж/м³. Определите напряженность электрического поля. (Отв. 300 В/м).

6.18. Разность фаз двух интерферирующих световых волн равна 5π , а разность хода между ними равна $12,5 \cdot 10^{-7}$ м. Какую длину имеют эти волны? (Отв. 500 нм).

6.19. Разность фаз колебаний в данной точке 5π . Каков результат интерференции в этой точке? (Отв. Минимум интенсивности).

6.20. При наблюдении интерференции фиолетового света в опыте Юнга расстояние между соседними темными полосами на экране равно 2 мм. Каким станет это расстояние, если источник фиолетового света заменили источником красного света, длина волны которого в 1,5 раза больше? (Отв. 3 мм).

6.21. Тонкая мыльная пленка освещается светом с длиной волны 0,6 мкм. Насколько отличаются разности хода двух отраженных волн для

светлой и для следующей за ней темной интерференционных полос? (Отв. 0,3 мкм).

6.22. Плосковыпуклая линза выпуклой стороной лежит на стеклянной пластинке (установка для наблюдения колец Ньютона). На плоскую поверхность линзы нормально падает свет с длиной волны 0,6 мкм. Какова толщина воздушного зазора (в нм) в том месте, где в отраженном свете видно первое темное кольцо? (300 нм).

6.23. Два полупрозрачных зеркала расположены параллельно друг другу. На них перпендикулярно плоскостям этих зеркал падает световая волна, частота которой равна $0,5 \cdot 10^{15}$ Гц. При каком минимальном расстоянии между зеркалами может наблюдаться первый интерференционный минимум в проходящем свете? (Отв. 0,15 мкм).

6.24. Сколько штрихов содержит дифракционная решетка длиной 1 см, если при нормальном падении на нее света с длиной волны 0,5 мкм максимум второго порядка наблюдается под углом 30° ? (Отв. 5000).

6.25. При наблюдении дифракции на щели получена зависимость интенсивности монохроматического излучения длиной волны 500 нм от синуса угла дифракции (рис. 6.5). Найдите ширину щели. (Отв. 5 мкм).

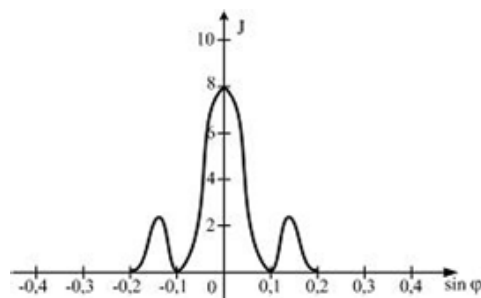


Рис. 6.5

6.26. На пути естественного света помещены две пластины турмалина (рис. 6.6). После прохождения пластины

1 свет полностью поляризован. $J_2 = \frac{3}{4} J_1$,

где J_1 и J_2 – интенсивности света, прошедшего через пластинки 1 и 2 соответственно. Чему равен угол между направлениями OO и $O'O'$? (Отв. 30°).

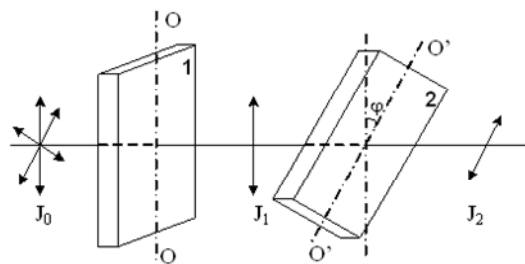


Рис. 6.6

6.27. Пластинку из оптически активного вещества толщиной $d = 2$ мм поместили между параллельными николями, в результате чего плоскость поляризации монохроматического света повернулась на угол $\varphi = 30^\circ$. При какой минимальной толщине (в мм) пластинки поле зрения поляриметра станет совершенно темным? (Отв. 6 мм).

7. ЭЛЕМЕНТЫ КВАНТОВОЙ И ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ

Тепловое излучение и его основные характеристики. Законы Кирхгофа, Стефана-Больцмана и Вина. Фотоэффект и эффект Комптона. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта. Световое давление. Корпускулярно-волновой дуализм света. Формула Бальмера. Гипотеза де Бройля. Принцип неопределенности Гейзенберга. Уравнение Шредингера. Квантовая частица в одномерной потенциальной яме. Стационарное уравнение Шредингера для атома водорода. Состав атомного ядра. Характеристики ядра: заряд, масса, энергия связи нуклонов. Радиоактивность. Ядерные реакции. Фундаментальные взаимодействия и основные классы элементарных частиц. Частицы и античастицы. Лептоны и адроны. Кварки

7.1. Черное тело нагрели до температуры 500 К. Найдите длину волны, на которую приходится максимум спектральной плотности излучения. (Отв. 5,8 мкм).

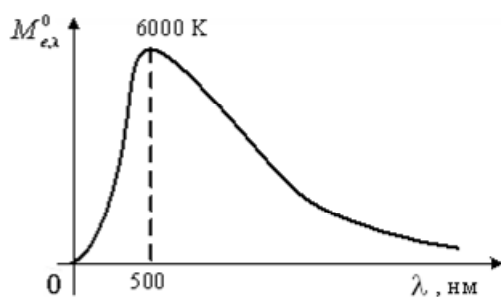


Рис. 7.1

7.2. На рис. 7.1 представлено распределение энергии в спектре излучения абсолютно черного тела в зависимости от длины волны для температуры 6000 К. Чему будет равна длина волны (в нм), соответствующая максимуму излучения при увеличении температуры в 2 раза? (Отв. 250 нм).

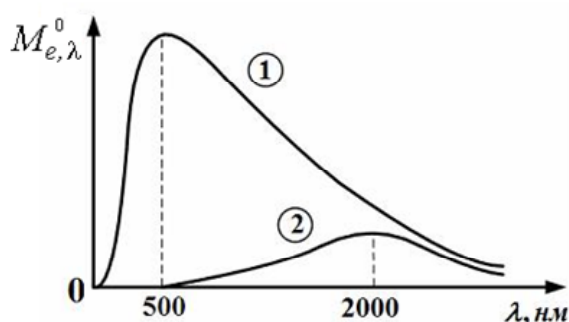


Рис. 7.2

7.3. На рис. 7.2 представлены кривые зависимости спектральной плотности энергетической светимости абсолютно черного тела от длины волны при различных температурах. Чему равно отношение энергетических светимостей $\frac{M_{e1}^0}{M_{e2}^0}$ при этих температурах? (Отв. 256).

7.4. Шарик остывает от температуры 27°C до температуры 20°C. Как и насколько изменилась длина волны, соответствующая максимальной спектральной плотности его энергетической светимости? (Отв. Увеличилась на 0,23 мкм).

7.5. Уединенный медный шарик освещается ультрафиолетовым излучением с длиной волны 165 нм. Работа выхода для меди равна 4,5 эВ. Най-

дите максимальный потенциал, до которого может зарядиться шарик. (Отв. 3 В).

7.6. Красная граница фотоэффекта исследуемого металла соответствует длине волны 600 нм. Какова длина волны света, выбивающего из него фотоэлектроны, максимальная кинетическая энергия которых в 3 раза меньше энергии падающих фотонов? (Отв. 400 нм).

7.7. Фотоэлектроны, вырываемые светом с поверхности цезия, полностью задерживаются обратным потенциалом 0,75 В. Работа выхода электрона из цезия составляет $3,2 \cdot 10^{-19}$ Дж. Чему равна длина световой волны?

7.8. На рис. 7.3 показаны направления падающего фотона γ , рассеянного фотона γ' и электрона отдачи e . Угол рассеяния 90° . направление движения электрона отдачи составляет с направлением падающего фотона угол $\phi = 30^\circ$. Импульс падающего фотона p_ϕ . Чему равен импульс электрона отдачи? (Отв. $\frac{2p_\phi}{\sqrt{3}}$).

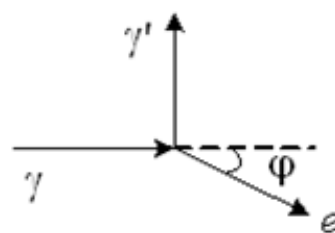


Рис. 7.3

7.9. Длина волны рентгеновских лучей после комптоновского рассеяния увеличилась на 0,3 пм. Найдите угол рассеяния. (Отв. $28,7^\circ$).

7.10. На зеркальную пластинку падает поток света. Число фотонов, падающих на единицу поверхности в единицу времени, увеличили в два раза, а зеркальную поверхность заменили черной. Чему равно отношение светового давления к первоначальному? (Отв. 1).

7.11. Параллельный пучок света с длиной волны 600 нм падает на зачерненную поверхность по нормали к ней. Концентрация фотонов в пучке составляет $3,0 \cdot 10^{13} \text{ м}^{-3}$. Чему равно давление света на поверхность? Ответ выразите в мкПа и округлите до целых. (Отв. 10 мкПа).

7.12. Модуль импульса фотона в первом пучке света в 2 раза больше модуля импульса фотона во втором пучке. Найдите отношение длины волны в первом пучке света к длине волны во втором пучке. (Отв. 0,5).

7.13. Чему равно отношение длин волн де Бройля протона и нейтрона, если они движутся с одинаковыми скоростями? (Отв. 1).

7.14. Чему равно отношение длин волн де Бройля для дейтрона и альфа-частицы, если они прошли одинаковую ускоряющую разность потенциалов? (Отв. 2).

7.15. Высокая монохроматичность лазерного излучения обусловлена относительно большим временем жизни электронов в метастабильном состоянии $\approx 10^{-3}$ с. Учитывая, что постоянная Планка $\hbar = 6,6 \cdot 10^{-16} \text{ эВ} \cdot \text{с}$, найдите ширину метастабильного уровня (в эВ). (Отв. $6,6 \cdot 10^{-13}$ эВ).

7.16. Определите длину волны света, испускаемого атомом водорода при его переходе из стационарного состояния с энергией $E_3 = -1,5$ эВ в состояние с энергией $E_2 = -3,37$ эВ. (Отв. 665 нм).

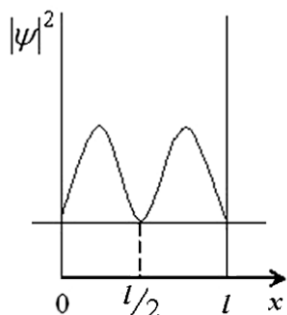


Рис. 7.4

7.17. На рис. 7.4 изображена плотность вероятности обнаружения микрочастицы на различных расстояниях от «стенок» ямы. Какова вероятность ее обнаружить на участке $\frac{L}{4} < x < \frac{3L}{4}$? (Отв. 1/2).

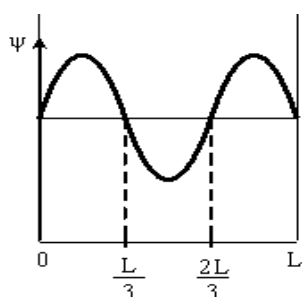


Рис. 7.5

7.18. ψ – функция электрона в одномерном потенциальном ящике шириной L имеет вид, указанный на рис. 7.5. Какова вероятность обнаружить электрон на участке $\frac{L}{6} < x < \frac{L}{2}$? (Отв. 1/3).

7.19. Вычислите дефект массы на 1 нуклон для ядер ${}^4_2\text{He}$. (Отв. $7,6 \cdot 10^{-3} \frac{\text{а.е.м.}}{\text{нуклон}}$).

7.20. Атомная масса хлора 35,5. Хлор имеет два изотопа ${}^{35}_{17}\text{Cl}$ и ${}^{37}_{17}\text{Cl}$. Найти их процентное содержание. (Отв. ${}^{35}_{17}\text{Cl}$ – 75%; ${}^{37}_{17}\text{Cl}$ – 25%).

7.21. Сколько альфа-распадов и бета-распадов должно произойти при радиоактивном распаде ядра урана ${}^{238}_{92}\text{U}$ и конечном превращении его в стабильное ядро свинца ${}^{198}_{82}\text{Pb}$? (Отв. 10 альфа-распадов, 10 бета-распадов).

7.22. Какая часть исходных радиоактивных ядер распадается за время, равное двум периодам полураспада? (Отв. 75%).

7.23. Постоянная распада изотопа радия ${}^{219}_{88}\text{Ra}$ равна 700 с^{-1} . За какое время число радиоактивных ядер уменьшится в e^3 ($e \approx 2,7$) раз? (Отв. 0,0043 с).

7.24. Период полураспада изотопа радия ${}^{226}_{88}\text{Ra}$ 1600 лет. Сколько ядер изотопа испытает распад за 3200 лет, если начальное число радиоактивных ядер 10^9 ? (Отв. $7,5 \cdot 10^8$).

7.25. Период полураспада радона 3,8 дня. Через какое время масса радона уменьшится в 64 раза? (Отв. 22,9 дня).

7.26. При аннигиляции электрона и позитрона образовались два одинаковых гамма-кванта. Определите длину волны гамма-излучения, пренебрегая кинетической энергией частиц до реакции. (Отв. 2,4 пм).

7.27. Взаимодействие π – мезона с протоном в водородной пузырьковой камере с образованием неизвестной частицы X идет по схеме, представленной на рис. 7.6. Определите заряд и спин частицы X . (Отв. $q > 0$; $S = 1/2$).

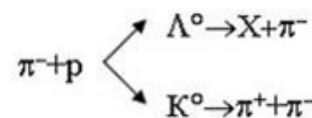


Рис. 7.6

7.28. При термоядерной реакции слияния дейтерия ${}^2_1\text{H}$ и трития ${}^3_1\text{H}$ образуется нейтрон, неизвестная частица и выделяется $E_0 = 17,6$ МэВ энергии. Определить неизвестную частицу и полную энергию E , которая выделится, если прореагирует $m = 1$ г дейтерия. (Отв. Альфа-частица, $8,5 \cdot 10^{11}$ Дж).

7.29. Ядро урана ${}^{235}_{92}\text{U}$, захватив нейтрон, делится на два осколка: ${}^{140}_{55}\text{Cs}$ и ${}^{94}_{37}\text{Rb}$. Сколько нейтронов выделится в такой ядерной реакции деления? (Отв. 2).

7.30. Какая частица обозначена буквой X в ядерной реакции ${}^{14}_6\text{C} + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^{17}_8\text{O} + X$? (Отв. Нейтрон).

8. МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА И ТЕРМОДИНАМИКА

Основные положения молекулярно-кинетической теории. Давление газа с точки зрения МКТ. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории и уравнение состояния идеальных газов. Наиболее вероятная, средняя и среднеквадратичная скорости. Внутренняя энергия. Теплоемкость. Уравнение Майера. Работа в термодинамике. Первое начало термодинамики. Работа и теплоемкость при различных газовых процессах. Цикл Карно и его КПД. Энтропия. Второе начало термодинамики. Расчет изменения энтропии в процессах идеального газа. Явления переноса. Диффузия, теплопроводность, внутреннее трение. Число столкновений и длина свободного пробега молекул идеального газа.

8.1. Чему равна кинетическая энергия всех молекул в 2 г неона при температуре 300 К? Молярная масса неона $20 \cdot 10^{-3}$ кг/моль. (Отв. 374 Дж).

8.2. Определите массу одной молекулы углекислого газа. Молярная масса $44 \cdot 10^{-3}$ кг/моль. (Отв. $7,31 \cdot 10^{-26}$ кг).

8.3. В баллоне емкостью 110 л находится 0,8 кг водорода и 1,8 кг азота при температуре 12°C. Определите давление смеси и концентрацию молекул водорода и азота. (Отв. $99,9 \cdot 10^5$ Па; $2,14 \cdot 10^{27}$ м⁻³; $3,52 \cdot 10^{26}$ м⁻³).

8.4. Определите массу и давление кислорода, находящегося в баллоне объемом 10 л, если кинетическая энергия поступательного движения всех

его молекул равна 2 кДж, а средняя квадратичная скорость молекул равна 1 км/с. (Отв. $4 \cdot 10^3$ кг; $1,33 \cdot 10^5$ Па).

8.5. Двухатомному идеальному газу в результате изобарного процесса подведено количество теплоты ΔQ . Какая часть теплоты $\frac{\Delta U}{\Delta Q}$ расходуется на увеличение внутренней энергии газа? (Отв. 0,71).

8.6. При адиабатном расширении 2 молей одноатомного газа его температура понизилась с 300 К до 200 К. Определите работу, совершенную газом. (Отв. 2493 Дж).

8.7. Как изменится КПД тепловой машины, если количество теплоты, отдаваемое рабочим телом холодильнику, увеличится в 2 раза? (Отв. Уменьшится на $\frac{Q_2}{Q_1}$).

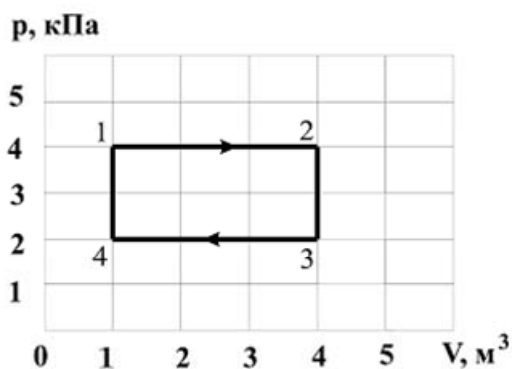


Рис. 8.1

8.8. Диаграмма циклического процесса идеального одноатомного газа представлена на рис. 8.1. Определите численное значение отношения работы газа за цикл к работе при охлаждении. (Отв. 1).

8.9. Кислород нагрели при постоянном давлении 80 кПа. При этом его объем увеличился от 1 до 3 м³. Определите изменение внутренней энергии, совершенную работу и сообщенное газу количество теплоты. (Отв. 160 кДж; 400 кДж; 560 кДж).

8.10. Найдите изменение энтропии при изобарном расширении 8 г гелия от объема 10 л до объема 25 л. (Отв. 38,1 Дж/К).

8.11. Здание имеет стены толщиной 50 см. Температура внутри здания 18°C, снаружи минус 30°C. Коэффициент теплопроводности стен 0,2 Вт/(м·К). Определите потери тепла с 1 м² стены в течение суток. (Отв. 1,66 МДж).

8.12. Коэффициент теплопроводности азота при температуре 0°C равен $1,3 \cdot 10^{-2} \frac{\text{Дж}}{\text{м} \cdot \text{с} \cdot \text{К}}$. Определите газокинетический диаметр молекул при этой температуре. (Отв. $3,0 \cdot 10^{10}$ м).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Трофимова, Т.И. Курс физики [Текст] / Т.И. Трофимова. – М.: Издательский центр «Академия», 2014.
2. Трофимова, Т.И. Сборник задач по курсу физики с решениями [Текст] / Т.И. Трофимова, З.Г. Павлова. – М.: Абрис, 2012. – 312 с.
3. Ливенцев, Н.М. Курс физики [Текст] / Н.М. Ливенцев. – СПб.: Лань, 2012. – 672 с.
4. Тополов, В.Ю. Анализ ответов при решении задач по общей физике [Текст] / В.Ю. Тополов, А.С. Богатин. – СПб.: Лань, 2012. – 80 с.
5. Калашников, Н.П. Графические методы решения задач по молекулярно-кинетической теории и термодинамике идеальных газов [Текст] / Н.П. Калашников, В.П. Красин. – СПб.: Лань, 2011. – 192 с.
6. Миронова, Г.А. Молекулярная физика в вопросах и задачах [Текст] / Г.А. Миронова, Н.Н. Брандт, А.М. Салецкий. – СПб.: Лань, 2012. – 352 с.
7. Брандт, Н.Н. Электростатика в вопросах и задачах [Текст] / Н.Н. Брандт, Г.А. Миронова, А.М. Салецкий. – СПб.: Лань, 2011. – 288 с.
8. Крамм, М.Н. Сборник задач по основам электродинамики [Текст] / М.Н. Крамм. – СПб.: Лань, 2011. – 256 с.
9. Аплеснин, С.С. Задачи и тесты по оптике и квантовой механике [Текст] / С.С. Аплеснин, Л.И. Чернышева, Н.В. Филенкова. – СПб.: Лань, 2012. – 336 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	3
1. КИНЕМАТИКА И ДИНАМИКА ПОСТУПАТЕЛЬНОГО И ВРАЩАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ	5
2. МЕХАНИКА ТВЕРДОГО ТЕЛА. РАБОТА. ЭНЕРГИЯ. ЗАКОНЫ СОХРАНЕНИЯ В МЕХАНИКЕ	6
3. ЭЛЕМЕНТЫ РЕЛЯТИВИСТСКОЙ МЕХАНИКИ	7
4. ЭЛЕКТРОСТАТИКА	8
5. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК. ЭЛЕКТРОМАГНЕТИЗМ	9
6. КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ	12
7. ЭЛЕМЕНТЫ КВАНТОВОЙ И ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ	16
8. МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА И ТЕРМОДИНАМИКА.....	19
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	21

Учебное издание

Шмарова Татьяна Сергеевна
Сидякина Зоя Александровна

ФИЗИКА.
СБОРНИК ЗАДАНИЙ

Методические указания к практическим занятиям
для направления подготовки
27.03.01 «Стандартизация и метрология»

В авторской редакции
Верстка Т.Ю. Симутина

Подписано в печать 16.06.15. Формат 60×84/16.
Бумага офисная «Снегурочка». Печать на ризографе.
Усл.печ.л. 1,27. Уч.-изд.л. 1,37. Тираж 80 экз.
Заказ № 225.

Издательство ПГУАС.
440028, г. Пенза, ул. Германа Титова, 28