

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

ФИЗИКА
СБОРНИК ЗАДАЧ

Методические указания к практическим занятиям
для направления подготовки
09.03.02 «Информационные системы и технологии»

Пенза 2015

УДК 53(075)
ББК 22.3я7
Ф50

Рекомендовано Редсоветом университета

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

Физика. Сборник задач: методические указания к практическим занятиям для направления подготовки 09.03.02 «Информационные системы и технологии» / Т.С. Шмарова, З.А. Сидякина. – Пенза: ПГУАС, 2015. – 20 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 09.03.02 «Информационные системы и технологии».

© 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 09.03.02 «Информационные системы и технологии» 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 использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОПК-2); осознать значения гуманистических ценностей для сохранения и развития современной цивилизации; овладеть готовностью принять нравственные обязанности по отношению к окружающей природе, обществу, другим людям и самому себе (ОК-8).

1. ОСНОВЫ МЕХАНИКИ

Скорость и ускорение. Нормальное и тангенциальное ускорение. Угловая скорость и угловое ускорение, их связь с линейной скоростью и ускорением. Законы Ньютона. Масса, сила и импульс. Закон сохранения импульса механической системы. Момент силы. Закон сохранения момента импульса механической системы. Энергия. Работа силы. Закон сохранения механической энергии. Теорема Штейнера. Вращающий момент. Работа при вращательном движении. Постулаты специальной теории относительности (СТО) Эйнштейна. Взаимосвязь массы и энергии в СТО.

1.1. Прямолинейное движение точки описывается уравнением $x = -1 + 3t^2 - 2t^3$. Чему равна средняя скорость точки за время движения до остановки? (Отв. 1 м/с).

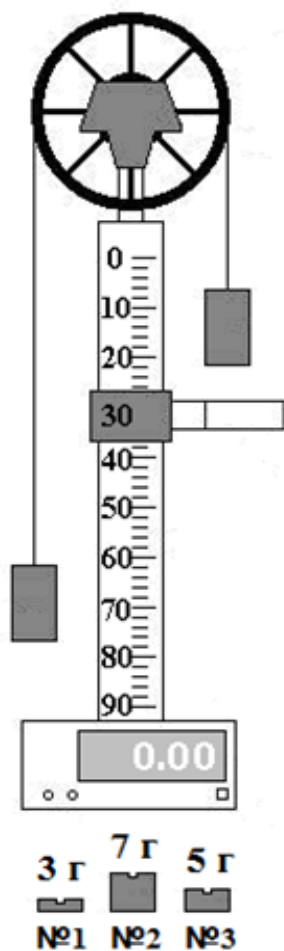


Рис. 1.1

1.2. Через блок, массой которого можно пренебречь, перекинута невесомая нерастяжимая нить, к концам нити подвешен грузы одинаковой массы (машина Атвуда). Если к правому грузу добавить перегрузок №2 (рис. 1.1), то путь 30 см он проходит за 1,35 с. С каким ускорением будут двигаться грузы на этом пути? Масса основных грузов 100 г. (Отв. 0,33 м/с²).

1.3. Через блок, массой которого можно пренебречь, перекинута невесомая нерастяжимая нить, к концам нити подвешен грузы одинаковой массы (машина Атвуда). Если к правому грузу добавить перегрузок №3 (рис. 1.1), то путь 30 см он проходит за 1,58 с. Какую скорость будут иметь грузы в конце этого пути? Масса основных грузов 100 г. (Отв. 0,38 м/с).

1.4. Через блок, массой которого можно пренебречь, перекинута невесомая нерастяжимая нить, к концам нити подвешен грузы одинаковой массы (машина Атвуда). Если к правому грузу добавить перегрузок №1 (рис. 1.1), то путь 30 см он проходит за 2,07 с. Какова средняя скорость грузов на этом пути? Масса основных грузов 100 г. (Отв. 0,14 м/с).

1.5. Точка движется по окружности радиусом 4 м. Закон ее движения выражается уравнением $s = 8 - 2t^2$. В какой момент времени нормальное ускорение точки будет равно 9 м/с²? (Отв. 1,5 с).

1.6. Зависимость импульса материальной точки от времени описывается законом $\vec{p} = 2t\vec{i} + 3t^2\vec{j}$, где \vec{i} и \vec{j} – единичные векторы координатных осей X и Y соответственно. Запишите зависимость вектора силы, действующей на точку, от времени. (Отв. $\vec{F} = 2\vec{i} + 6t\vec{j}$).

1.7. На тело массой 2 кг, движущееся вдоль прямой, действует сила $F = 3t$. Определите путь, пройденный телом за первые четыре секунды при условии, что в начальный момент времени скорость тела 2 м/с. (Отв. 24 м).

1.8. Тело массой 2 кг движется прямолинейно так, что его длина пути изменяется по закону $s = 3 - 5t + 2t^2 - 0,4t^3$. Определите силу, действующую на тело в конце первой секунды движения. (Отв. 3,2 Н).

1.9. Система состоит из трех шаров массами $m_1 = 1$ кг, $m_2 = 2$ кг, $m_3 = 3$ кг, которые движутся так, как показано на рис. 1.2. Скорости шаров равны $v_1 = 3$ м/с, $v_2 = 2$ м/с, $v_3 = 1$ м/с. Найдите величину скорости центра масс этой системы. (Отв. 2/3).

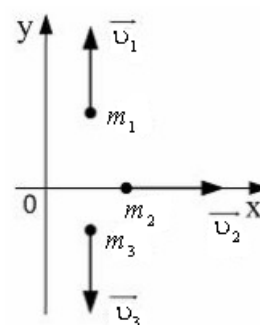


Рис. 1.2

1.10. Как изменится момент инерции тонкого обруча, если ось вращения перенести параллельно в точку на обруче? (Отв. увеличится в 2 раза).

1.11. Величина момента импульса тела относительно неподвижной оси изменяется по закону $L(t) = -\frac{1}{3}t^3 + 4t$. Найдите зависимость величины момента сил, действующих на тело. (Отв. $M(t) = -t^2 + 4$).

1.12. При выстреле орудия снаряд вылетел из ствола с угловой скоростью 200 рад/с под углом 60° к горизонту. Момент инерции снаряда относительно его продольной оси $15 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$, расстояние между колесами орудия 1,5 м, время движения снаряда в стволе 0,02 с. На сколько отличаются силы давления (в килоньютонах) земли, действующие на колеса во время выстрела? (Отв. 50 кН).

1.13. Человек массой 80 кг стоит на краю горизонтальной платформы массой 100 кг, вращающейся по инерции с частотой 10 об/мин. Считая платформу диском, а человека – материальной точкой, определите частоту вращения платформы после того, как человек перейдет к ее центру. (Отв. 0,43 Гц).

1.14. Сплошной цилиндр массой 2 кг и радиусом 10 см вращается с угловой скоростью 10 рад/с вокруг оси, совпадающей с одной из образую-

щих цилиндрической поверхности. Найдите момент импульса цилиндра относительно его оси вращения. (Отв. $0,3 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}^2}{\text{с}}$).

1.15. Мяч брошен вертикально вверх два раза. Второй раз ему сообщили скорость в 2 раза большую, чем в первый раз. Во сколько раз мяч поднимется выше при втором бросании? (Отв. 9).

1.16. Обруч скатывается без проскальзывания с горки высотой 2,5 м. Определите скорость обруча у основания горки. Трением пренебречь. (Отв. 5 м/с).

1.17. Сплошной цилиндр и шар, имеющие одинаковые массы и радиусы, вкатываются без проскальзывания с одинаковыми скоростями на горку. Найдите отношение высот, на которые смогут подняться эти тела. Трением и сопротивлением воздуха пренебречь. (Отв. $\frac{15}{14}$).

1.18. Потенциальная энергия частицы в некотором силовом поле задана функцией $U = -x^2 - y^2 + z^2$. Чему равна работа потенциальной силы по перемещению частицы из точки В(1, 1, 1) в точку С(2, 2, 2)? (Отв. 3 Дж).

1.19. Тело массой 100 г бросили с поверхности земли с начальной скоростью 10 м/с под углом 30° к горизонту. Чему равна средняя мощность, развиваемая силой тяжести за время падения тела на землю? Сопротивлением воздуха пренебречь. (Отв. 0)

1.20. Космический корабль пролетает мимо Вас со скоростью $0,8c$. По Вашим измерениям его длина равна 90 м. Определите длину корабля в состоянии покоя. (Отв. 150 м).

1.21. Релятивистское сокращение длины ракеты составляет 20%. Чему равна скорость ракеты? (Отв. $0,6c$).

1.22. Частица движется со скоростью $0,8c$. На сколько изменится ее масса по сравнению с массой покоя? (Отв. Увеличится на 67%).

1.23. Полная энергия релятивистской частицы в 8 раз превышает ее энергию покоя. Определите скорость этой частицы. (Отв. 298 Мм/с).

1.24. Какой полной энергией обладает ранее покоившееся тело, если в результате разгона его масса увеличилась на $2m_0$? (Отв. $3m_0c^2$).

1.25. Мюоны, рождаясь в верхних слоях атмосферы при скорости $0,995c$, пролетают до распада путь 6 км в системе отсчета, связанной с Землей. Определите время жизни мюона для наблюдателя на Земле и собственное время жизни мюона. (Отв. 20,1 мкс; 2,01 мкс).

2. ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ

Закон Кулона. Напряженность и потенциал электростатического поля. Принцип суперпозиции. Теорема Гаусса. Работа электростатического поля. Емкость. Энергия заряженного конденсатора и электростатического поля. Плотность энергии электростатического поля. Сила и плотность тока. Электродвижущая сила и напряжение. Закон Ома для однородного и неоднородного участков цепи и замкнутой цепи. Закон Ома и закон Джоуля-Ленца в интегральной и дифференциальной формах. Напряженность магнитного поля. Закон электромагнитной индукции. Энергия магнитного поля.

2.1. Электрический заряд q на расстоянии R создает напряженность электростатического поля E . Какую напряженность создаст заряд $3q$ на расстоянии $3R$? (Отв. $E/3$).

2.2. В некоторой точке поля, созданного точечным зарядом, потенциал равен 4 В. Расстояние между точкой и зарядом уменьшили в два раза. Каким стал потенциал? (Отв. 8 В).

2.3. Разность потенциалов между пластинами плоского воздушного конденсатора равна 90 В. Площадь каждой пластины 60 см^2 , заряд 1 нКл. На каком расстоянии друг от друга находятся пластины? Электрическая постоянная $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{\text{Кл}^2}{\text{Н} \cdot \text{м}^2}$. (Отв. 0,48 см).

2.4. Два заряда в вакууме на расстоянии 11 см взаимодействуют с такой же силой, как в скипидаре на расстоянии 7,4 см. Определите диэлектрическую проницаемость среды. (Отв. 2,2).

2.5. Определите линейную плотность бесконечно длинной заряженной нити, если работа сил поля, создаваемого этой нитью, по перемещению заряда 1 нКл с расстояния 10 см до расстояния 5 см в направлении, перпендикулярном нити, равна 0,1 мДж. (Отв. $8 \cdot 10^{-6}$ Кл/м).

2.6. Сила тока в проводнике в течение интервала времени t равномерно увеличивается от 0 до I , затем в течение такого же промежутка времени остается постоянной, а затем за тот же интервал времени равномерно уменьшается до нуля. Какой заряд прошел через поперечное сечение проводника за все время t ? (Отв. $2It$).

2.7. Вольтамперная характеристика активных элементов 1 и 2 представлена на рис. 2.1. Найдите отношение сопротивлений R_1/R_2 этих элементов. (Отв. 1/2).

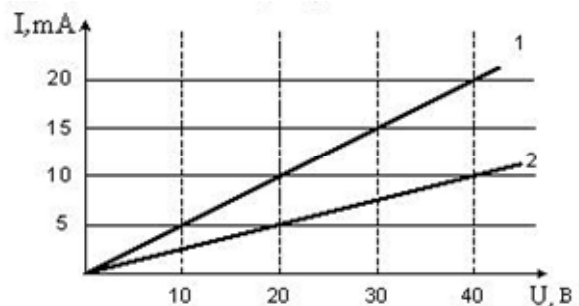


Рис. 2.1

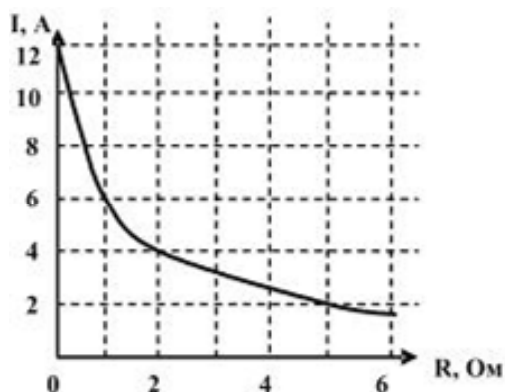


Рис. 2.2

2.8. На рис. 2.2 представлены результаты экспериментального исследования зависимости силы тока в цепи от значения сопротивления, подключенного к источнику постоянного тока. Определите КПД источника при сопротивлении 4 Ом. (Отв. 80%).

2.9. Напряжение на концах медного провода диаметром d и длиной l равно U . Как изменится удельная тепловая мощность тока при увеличении напряжения в 4 раза? (Отв. Увеличится в 16 раз).

2.10. В электронной лампе ток 3 мА идет от металлического цилиндра к раскаленной нити, расположенной на его оси. Определите плотность тока вблизи поверхности нити и цилиндра, если длина нити и цилиндра 2,5 см, а их диаметры соответственно равны 0,002 мм и 1 см. (Отв. $1,9 \cdot 10^4$ А/м²; 3,8 А/м²).

2.11. Сопротивления двух ламп, включенных параллельно в сеть с напряжением 120 В, относятся как 3:2. Определите потребляемые лампами мощности и их сопротивления, если сила тока в первой лампе 0,4 А. (Отв. 300 Ом; 200 Ом; 48 Вт; 72 Вт).

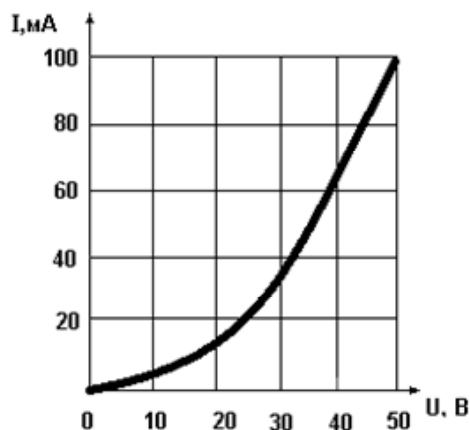


Рис. 2.3

2.12. На рис. 2.3 показана вольтамперная характеристика некоторой цепи. Чему примерно равна мощность, потребляемая цепью, при напряжении 45 В? (Отв. 3,6 Вт).

2.13. Плоская прямоугольная катушка на 200 витков со сторонами 10 и 5 см находится в однородном магнитном поле индукцией 0,05 Тл. Какой максимальный вращающий момент может действовать на катушку в этом поле, если сила тока в катушке 2 А? (Отв. 0,1 Н·м).

2.14. Какова индукция магнитного поля, в котором на проводник с длиной активной части 5 см действует сила 50 мН? Сила тока в проводнике 25 А. Проводник расположен перпендикулярно индукции магнитного поля. (Отв. 40 мТл).

2.15. Электрон движется в однородном магнитном поле индукцией 4 мТл. Найдите период обращения электрона. (Отв. 8,9 нс).

2.16. Альфа-частица ($m = 6,64 \cdot 10^{-27}$ кг, $q = 3,2 \cdot 10^{-19}$ Кл) с энергией $1,6 \cdot 10^{-16}$ Дж движется в однородном магнитном поле по окружности диаметром 2 м. Какова индукция магнитного поля и сила, действующая на частицу со стороны поля? (Отв. $4,6 \cdot 10^{-3}$ Тл; $3,2 \cdot 10^{-16}$ Н).

2.17. Индуктивность рамки 40 мГн. Определите ЭДС самоиндукции, наведенную в рамке, если за 0,01 с сила тока в ней увеличилась на 0,2 А. (Отв. -0,8 В).

2.18. По параллельным металлическим проводникам (рис. 2.4), расположенным в однородном магнитном поле с индукцией B , со скоростью $v = at$ ($a = \text{const}$, $a > 0$) перемещается проводящая перемычка длиной l . Какова зависимость индукционного тока от времени? Сопротивлением перемычки и направляющих можно пренебречь. (Отв. $I = \frac{Bla}{R}t$).

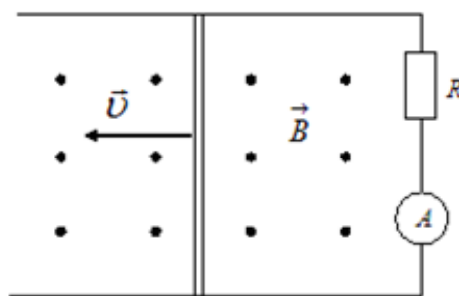


Рис. 2.4

2.19. Магнитный поток сквозь катушку из 20 витков изменяется по закону $\Phi = (2t - 3,5t^3)10^{-3}$. Определите ЭДС индукции, возникающую в катушке в момент времени 5 с. Ответ округлите до десятых. (Отв. 5,2 В).

2.20. На рис. 2.5 представлена зависимость ЭДС индукции в контуре от времени. Укажите интервал, на котором магнитный поток сквозь площадку, ограниченную контуром, увеличивается со временем по закону $\Phi = at^2 + bt + c$ (a , b , c – постоянные). (Отв. В).

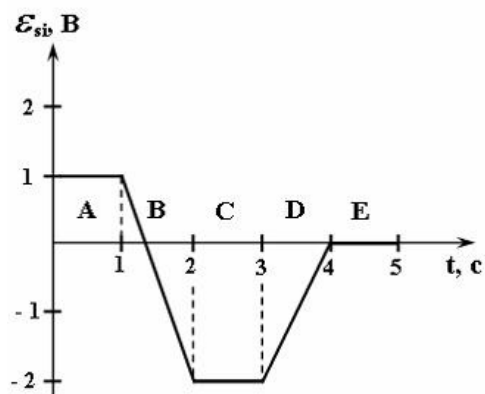


Рис. 2.5

2.21. Определите силу тока в цепи через 0,01 с после ее размыкания, если сопротивление цепи 20 Ом, индуктивность цепи 0,1 Гн, а сила тока до размыкания 50 А. (Отв. 6,8 А).

3. КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ.

Амплитуда, частота и фаза колебания. Сложение колебаний. Коэффициент затухания. Добротность. Амплитуда и фаза вынужденных колебаний. Резонанс. Волновое число, фазовая скорость. Фаза и длина волны. Энергия волны. Энергетические характеристики электромагнитных волн.

3.1. Складываются два гармонических колебания одного направления с одинаковыми периодами. При какой разности фаз результирующее колебание имеет а) максимальную амплитуду; б) минимальную амплитуду? (Отв. а) 0; б) π).

3.2. Материальная точка совершает гармонические колебания по закону $x = 0,9 \cos\left(\frac{2\pi}{3}t + \frac{\pi}{4}\right)$. Какой вид имеет уравнение изменения ускорения?

(Отв. $a = -0,4\pi^2 \cos\left(\frac{2\pi}{3}t + \frac{\pi}{4}\right)$).

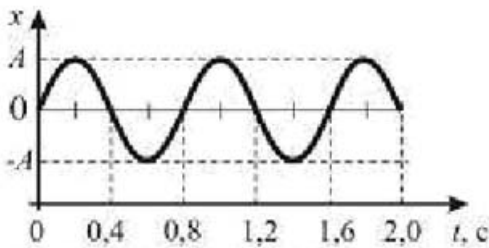


Рис. 3.1

3.3. Свободные гармонические колебания маятника описываются графиком, представленным на рис. 3.1. На маятник начинает действовать периодически изменяющаяся вынуждающая сила. При какой частоте вынуждающей силы колебания войдут в резонанс? (Отв. 1,25 Гц).

3.4. Амплитуда колебаний груза массой 1,5 кг, скрепленного с горизонтальной пружиной, жесткость которой 1200 Н/м, равна 0,1 м. Определите полную механическую энергию системы и ее период колебаний, а также потенциальную и кинетическую энергию системы при фазе 50° . Колебания происходят по косинусоидальному закону с нулевой начальной фазой. (Отв. 6 Дж; 0,22 с; 2,48 Дж; 3,52 Дж).

3.5. Частица участвует в двух однонаправленных колебаниях: $x_1 = A_1 \sin \omega t$ и $x_2 = A_2 \cos \omega t$, где $\omega = 1 \text{ с}^{-1}$, $A_1 = 0,001 \text{ м}$, $A_2 = 0,002 \text{ м}$. Определите амплитуду результирующего колебания, его частоту и начальную фазу. Запишите уравнение результирующего колебания. (Отв. $x = 0,00224 \cos(t - 0,46)$).

3.6. Тело совершает колебания по закону $x = 0,03e^{-0,25t} \cos 30t$. Определите время релаксации. (Отв. 4 с).

3.7. Каков логарифмический декремент колебаний маятника длиной 0,8 м, если его начальная амплитуда 5° , а через 5 мин амплитуда стала $0,5^\circ$? (Отв. 0,014).

3.8. Сейсмическая волна, падающая со скоростью 5,6 км/с под углом 45° на границу раздела между двумя слоями земной коры с различными свойствами, испытывает преломление, причем угол преломления равен 30° . С какой скоростью будет распространяться волна во второй среде? (Отв. 4 км/с).

3.9. Уравнение плоской синусоидальной волны, распространяющейся вдоль оси Ox , имеет вид $\xi = 0,01 \sin(10^3 t - 2x)$. Определите амплитуду ускорения частиц среды. (Отв. 10^4 м/с²).

3.10. На рис. 3.2 представлен профиль поперечной бегущей волны. Чему равно значение волнового числа? (Отв. $0,628$ м⁻¹).

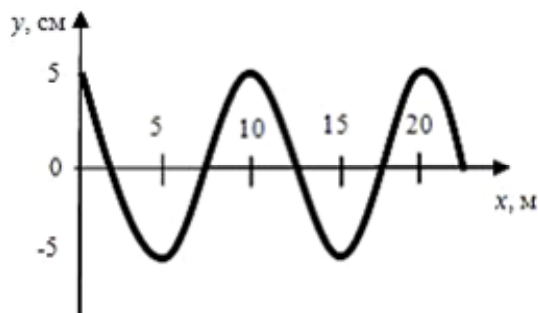


Рис. 3.2

3.11. В упругой среде плотностью ρ распространяется плоская синусоидальная волна с частотой ω и амплитудой A . Как изменится объемная плотность энергии, если частоту увеличить в 4 раза, а амплитуду уменьшить в 2 раза?? (Отв. Увеличится в 4 раза).

3.12. Плоская косинусоидальная волна с периодом колебаний 1,2 с, амплитудой 2 см и нулевой начальной фазой распространяется в упругой среде со скоростью 15 м/с. определите: а) длину волны; б) фазу, смещение, скорость и ускорение точки, отстоящей на расстоянии 45 м от источника волн через 4 с от начала излучения волн; в) разность фаз двух точек, лежащих на луче и отстоящих от источника волн на расстояниях 20 и 30 м. (Отв. а) 18 м; б) $1,67\pi$ рад/с; 0,01 м; 0,09 м/с; $-0,27$ м/с²; в) $1,11\pi$ рад/с).

3.13. На шнуре длиной 2 м, один конец которого привязан к стенке, а другой колеблется с частотой 5 Гц, возбуждается стоячая волна. При этом образуются 3 узла. Найдите скорость распространения волн вдоль шнура. (Отв. 8 м/с).

3.14. На рис. 3.3 представлена зависимость амплитуды колебаний напряжения на конденсаторе емкостью 1 мФ, включенного в колебательный контур, от частоты внешней силы. Определите индуктивность катушки этого контура. (Отв. 1000 Гн).

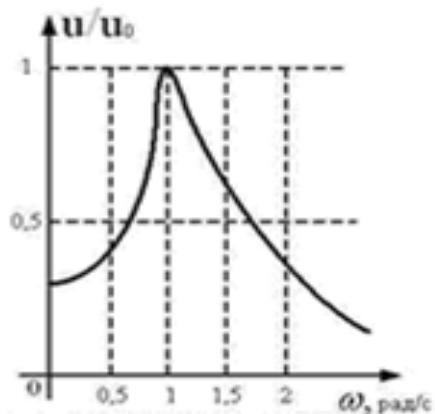


Рис. 3.3

3.15. В идеальном электрическом колебательном контуре емкость конденсатора 2 мкФ, а амплитуда напряжения на нем 10 В. Чему равна максимальная энергия магнитного поля в катушке такого контура? (Отв. 10^{-4} Дж).

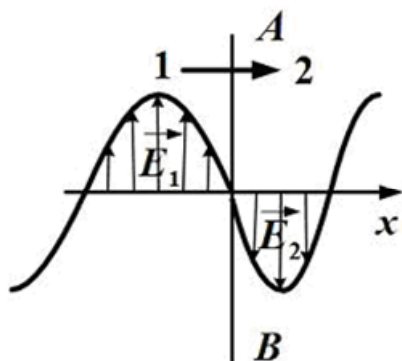


Рис. 3.4

3.16. На рис. 3.4 представлена мгновенная "фотография" электрической составляющей электромагнитной волны, переходящей из среды 1 в среду 2 перпендикулярно границе раздела AB . Напряженность электрического поля в первой и второй среде изменяется согласно уравнениям: $E_1 = E_0 \sin(\omega t - 5 \cdot 10^6 \pi x)$ и $E_2 = E_0 \sin(\omega t - 8 \cdot 10^6 \pi x)$. Чему равен относительный показатель преломления двух сред? (Отв. 1,6).

3.17. В электромагнитной волне, распространяющейся в среде с показателем преломления $n = 2$, значения напряженностей электрического и магнитного полей соответственно равны 750 В/м и 2 А/м. Определите объемную плотность энергии. (Отв. 10 мкДж/м³).

4. ВОЛНОВАЯ ОПТИКА

Скорость распространения световых волн в веществе. Показатель преломления. Законы Брюстера и Малюса. Интерференция света. Интерференция в тонких пленках. Дифракция света. Дифракционная решетка. Поляризация света.

4.1. При какой разности хода возникает максимум второго порядка при интерференции когерентных лучей с длиной волны 400 нм? (Отв. 800 нм).

4.2. Когерентные источники света S_1 и S_2 находятся в среде с показателем преломления, равным 2, и испускают свет с частотой $4 \cdot 10^{14}$ Гц. Каков порядок интерференционного максимума в точке, в которой геометрическая разность хода лучей равна 1,5 мкм? (Отв. 4).

4.3. Расстояние между соседними темными интерференционными полосами на экране 1,6 мм. Когерентные источники света лежат в плоскости, параллельной экрану, на расстоянии 8 м от него. Длина световой волны 600 нм. Чему равно расстояние (в мм) между источниками? (Отв. 3 мм).

4.4. Какую наименьшую толщину должна иметь прозрачная пластина из вещества с показателем преломления, равным n , чтобы при нормальном падении на неё света с длиной волны λ она в отраженном свете казалась черной? (Отв. $\frac{\lambda}{2n}$).

4.5. Плосковыпуклая линза, радиус кривизны которой 12 м, положена выпуклой стороной на плоскопараллельную пластинку. На плоскую грань линзы нормально падает монохроматический свет и в отражённом свете образуются тёмные и светлые кольца. Определите длину волны монохроматического света, если радиус шестого тёмного кольца равен $7,2 \cdot 10^{-3}$ м. (Отв. 0,72 мкм).

4.6. На плоскую непрозрачную пластину с параллельными щелями S_1 и S_2 по нормали падает плоская монохроматическая световая волна так, что щели служат когерентными источниками света. Параллельно пластине на расстоянии 20 см от нее установлен экран. Расстояние между центральным и первым максимумами интерференционной картины на экране равно 1 мм. Чему равна длина волны падающего света, выраженная в нанометрах, если расстояние между щелями равно 0,1 мм? (Отв. 500 нм).

4.7. Дифракционная решетка содержит 500 штрихов на 1 мм. Какова длина волны падающего света, если второй дифракционный максимум наблюдается под углом 30° ? (Отв. 0,5 мкм).

4.8. На узкую щель шириной b падает нормально плоская световая волна длиной λ . На рис. 4.1 схематически представлена зависимость интенсивности света от синуса угла дифракции. Чему равно отношение $\frac{b}{\lambda}$? (Отв. 5).

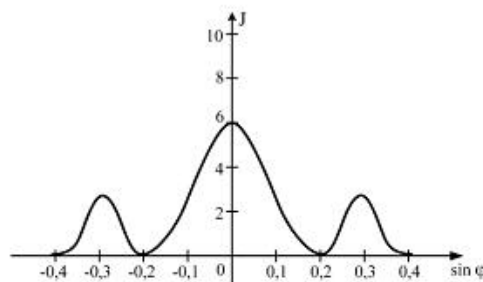


Рис. 4.1

4.9. На пути естественного света помещены две пластины турмалина (рис. 4.2). После прохождения пластины 1 свет полностью поляризован. J_0 - интенсивность естественного света, J_1 и J_2 - интенсивности света, прошедшего через пластинки 1 и 2 соответственно. Угол между направлениями OO и $O'O'$ $\varphi = 30^\circ$. Каким соотношением связаны J_2 и J_0 ? (Отв. $J_2 = \frac{3J_0}{8}$).

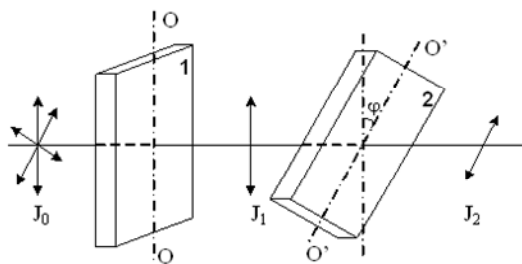


Рис. 4.2

4.10. Пластинку из оптически активного вещества толщиной $d = 1$ мм поместили между параллельными николями, в результате чего плоскость поляризации монохроматического света повернулась на угол $\varphi = 60^\circ$. При какой минимальной толщине (в мм) пластинки поле зрения поляриметра станет совершенно темным? (Отв. 1,5 мм).

4.11. Для того, чтобы уменьшить блеск водной поверхности озера, обусловленный отражением от нее солнечных лучей, применяют солнцезащитные очки с поляроидами. Под каким углом к горизонту находится

Солнце, если отраженные солнечные лучи от поверхности озера полностью гасятся поляроидом? Как при этом ориентирована плоскость пропускания поляроида? Показатель преломления воды равен 1,33. (Отв. 37° , вертикально).

5. КВАНТОВАЯ ОПТИКА

Тепловое излучение и его основные характеристики. Законы Кирхгофа, Стефана-Больцмана и Вина. Абсолютно черное тело. Фотоэффект и эффект Комптона. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта. Световое давление. Корпускулярно-волновой дуализм света.

5.1. На какую длину волны приходится максимум спектральной плотности энергетической светимости абсолютно черного тела при 0°C ? (Отв. 10,6 мкм).

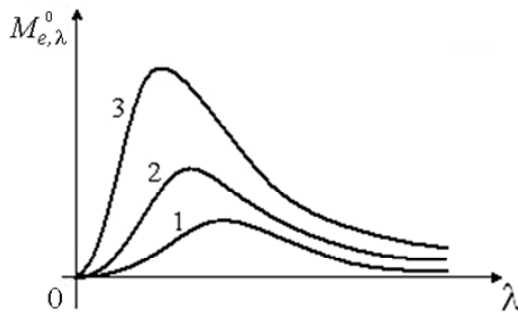


Рис. 5.1

5.2. На рис. 5.1 представлены графики зависимости спектральной плотности энергетической светимости абсолютно черного тела от длины волны при различных температурах. Какой график соответствует наименьшей температуре? (Отв. 1).

5.3. При температуре окружающей среды $t_0 = 17^\circ\text{C}$ тело излучает в 81 раз больше энергии, чем поглощает. Чему равна температура тела в градусах Цельсия? (Отв. 597°C).

5.4. Черное тело находится при температуре 2900 К. При его остывании длина волны, соответствующая максимуму спектральной плотности энергетической светимости, изменилась на 9 мкм. Определите температуру, до которой тело охладилось. (Отв. 290 К).

5.5. Энергия фотонов, падающих на катод, в 4 раза больше работы выхода материала катода. Каково отношение максимальной кинетической энергии фотоэлектронов к работе выхода? (Отв. 3).

5.6. Работа выхода электрона из платины равна 5,3 эВ. Найдите частоту света, который следует направить на поверхность платины, чтобы максимальная скорость фотоэлектронов составляла 3000 км/с. (Отв. $7,5 \cdot 10^{15}$ Гц).

5.7. Красная граница фотоэффекта для натрия 540 нм. С какой максимальной кинетической энергией вылетают фотоэлектроны из натриевого фотокатода, освещенного светом длиной волны 450 нм? (Отв. $0,74 \cdot 10^{-19}$ Дж).

5.8. Эффект Комптона наблюдается на почти свободных электронах. На рис. 5.2 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 $\phi = 30^\circ$. Как изменится при рассеянии импульс фотона? (Отв. Уменьшится в $\sqrt{3}$ раз).

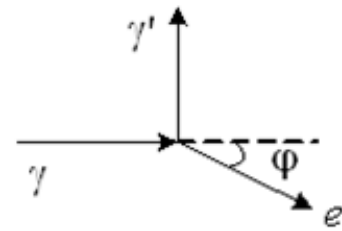


Рис. 5.2

5.9. Длина волны рентгеновских лучей после комптоновского рассеяния увеличилась с 2 до 2,4 пм. Найдите энергию электронов отдачи. (Отв. $9,8 \cdot 10^{-14}$ Дж).

5.10. При каком угле (в градусах) комптоновского рассеяния фотонов изменение длины волны максимально? (Отв. 90°).

5.11. Один и тот же световой поток падает нормально на зеркальную и абсолютно черную поверхность. Чему равно отношение давления света на первую и вторую поверхности? (Отв. 2).

5.12. Свет, падая перпендикулярно на абсолютно черную поверхность, оказывает такое же давление, как и на зеркальную. Чему равен угол падения (отсчитывая от нормали) на зеркальную поверхность? (Отв. 60°).

5.13. Поток фотонов длиной волны 450 нм, падающий по нормали на идеальное зеркало, оказывает на него давление p_1 . Какое давление оказывает на реальное зеркало поток фотонов с той же плотностью числа частиц и длиной волны 630 нм, если он падает по нормали на зеркало, которое отражает долю 0,8 падающего света, а остальное поглощает? (Отв. $0,64 p_1$).

6. ЭЛЕМЕНТЫ КВАНТОВОЙ МЕХАНИКИ И ФИЗИКИ АТОМА

Модель атома Томсона. Ядерная модель атома. Формула Бальмера. Постулаты Бора. Дифракция микрочастиц. Принцип неопределенности Гейзенберга. Волновая функция. Уравнение Шредингера. Квантовая частица в одномерной потенциальной яме. Стационарное уравнение Шредингера для атома водорода. Волновые функции и квантовые числа.

6.1. Модуль импульса фотона в первом пучке света в 2 раза больше, чем во втором пучке. Найдите отношение периода колебаний электрического поля в первом пучке света к периоду колебаний этого поля во втором пучке. (Отв. 0,5).

6.2. Найдите отношение скоростей протона и альфа-частицы, длины волн де Бройля которых одинаковы. (Отв. 4).

6.3. Определите длину волны де Бройля, соответствующей средней квадратичной скорости молекул водорода при комнатной температуре (20°C).

6.4. Высокая монохроматичность лазерного излучения обусловлена относительно большим временем жизни электронов в метастабильном состоянии $\approx 10^{-3}$ с. Учитывая, что постоянная Планка $\hbar = 1,05 \cdot 10^{-34}$ Дж·с, найдите ширину метастабильного уровня (в эВ). (Отв. $6,6 \cdot 10^{-13}$ эВ).

6.5. При переходе электрона в водородоподобном атоме с одной из возможных орбит на другую, более близкую к ядру, энергия атома уменьшается на 1,892 эВ. Определите длину волны излучения. (Отв. 657 нм).

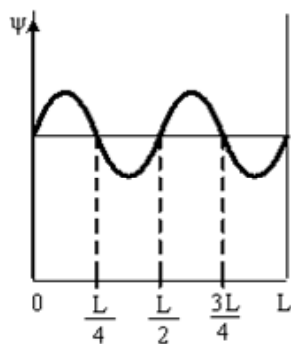


Рис. 6.1

6.6. Электрон находится в одномерной прямоугольной потенциальной яме с бесконечно высокими стенками в состоянии с квантовым числом $n = 4$. ψ – функция электрона в этом состоянии имеет вид, указанный на рис. 6.1. Какова вероятность обнаружить электрон на участке $\frac{L}{8} < x < \frac{L}{2}$? (Отв. 3/8).

7. ЭЛЕМЕНТЫ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ФИЗИКИ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ

Характеристики ядра: заряд, масса, энергия связи нуклонов. Радиоактивность. Виды и законы радиоактивного излучения. Ядерные реакции. Фундаментальные взаимодействия и основные классы элементарных частиц. Частицы и античастицы. Лептоны и адроны. Кварки.

7.1. Какая минимальная энергия необходима для расщепления ядра азота ${}^{14}_7\text{N}$ на протоны и нейтроны? (Отв. 105 МэВ).

7.2. Сколько протонов и нейтронов содержит ядро, образовавшееся в результате альфа-распада ${}^{226}_{88}\text{Ra}$? (Отв. 88 протонов, 138 нейтронов).

7.3. Сколько альфа-распадов и бета-распадов должно произойти, чтобы актиний ${}^{227}_{89}\text{Ac}$ превратился в стабильный изотоп свинца ${}^{207}_{82}\text{Pb}$? (Отв. 5 альфа-распадов, 3 бета-распада).

7.4. Начальное число ядер радиоактивного изотопа 10^{10} , его период полураспада равен 20 мин. Сколько ядер останется нераспавшимися через 40 минут? (Отв. $2,5 \cdot 10^9$).

7.5. Какая доля первоначального количества радиоактивного изотопа распадается за время жизни этого изотопа? (Отв. 63%).

7.6. Имеется 10^8 атомов радиоактивного изотопа йода ${}_{53}^{128}I$, период полураспада которого 25 мин. Какое количество ядер изотопа распадается за 50 мин? (Отв. $7,5 \cdot 10^8$).

7.7. За один год начальное количество радиоактивного изотопа уменьшилось в 3 раза. Во сколько раз оно уменьшится за 2 года? (Отв. В 9 раз).

7.8. Нейтральный пион распадается на два гамма-кванта: $\pi^0 \rightarrow 2\gamma$. Принимая массу пиона равной $264,1 \cdot m_e$, определите энергию каждого из возникших квантов. (Отв. 67,5 МэВ).

7.9. Взаимодействие К-мезона с протоном в водородной пузырьковой камере идет по схеме, представленной на рис. 7.1. Определите заряд и спин К-мезона. (Отв. $q = 0$; $S = 0$).

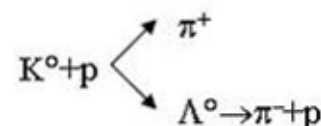


Рис. 7.1

7.10. При делении одного ядра изотопа урана-235 освобождается 200 МэВ энергии. Какое количество энергии выделится при делении всех ядер в 10 кг урана. (Отв. $5,1 \cdot 10^{27}$ МэВ).

7.11. При бомбардировке ядер изотопа азота 1_7N нейтронами образуется изотоп бора ${}^{11}_5B$. Какая еще частица образуется в этой ядерной реакции? (Отв. Альфа-частица).

8. МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА И ТЕРМОДИНАМИКА

Термодинамические параметры. 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. Неравенство Клаузиуса. Третье начало термодинамики. Явления переноса. Диффузия, теплопроводность, внутреннее трение. Число столкновений и длина свободного пробега молекул идеального газа. Эмпирические уравнения переноса: Фика, Фурье и Ньютона.

8.1. Чему равна кинетическая энергия всех молекул в 4 г водорода при температуре 200 К? Молярная масса водорода $2 \cdot 10^{-3}$ кг/моль. Колебательное движение атомов в молекуле не учитывать. (Отв. 8310 Дж).

8.2. Баллон емкостью 20 л заполнен азотом при температуре 400 К. Когда часть газа израсходовали, давление в баллоне понизилось на 200 кПа.

Определите массу израсходованного азота. Процесс считать изотермическим. (Отв. 32 г).

8.3. Найдите плотность смеси, состоящей из 4 г водорода, 42 г азота при температуре 7°C и давлении 93 кПа. (Отв. $0,52 \text{ кг/м}^3$).

8.4. При комнатной температуре отношение C_p / C_v молярных теплоемкостей при постоянном давлении и постоянном объеме равно а) $5/3$; б) $7/5$. Чему равно число степеней свободы молекулы? Колебаниями атомов внутри молекулы пренебречь. (Отв. а) 3; б) 5).

8.5. Одному моллю двухатомного газа было передано 5155 Дж теплоты, при этом газ совершил работу, равную 1000 Дж. На сколько повысилась его температура? (Отв. 200 К).

8.6. Определите максимальное значение КПД, которое может иметь тепловой двигатель с температурой нагревателя 327°C и температурой холодильника 27°C . (Отв. 50%).

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

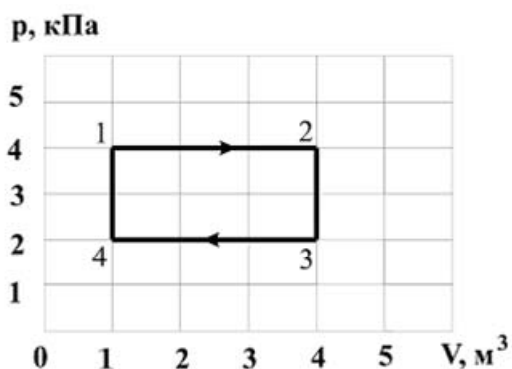


Рис. 8.1

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

8.9. Азот массой 0,1 кг изобарно нагрет от температуры 200 К до 400 К. Определите совершенную газом работу, полученную им теплоту и изменение внутренней энергии. (Отв. 5,9 кДж; 14,8 кДж; 20,8 кДж).

8.10. Найдите изменение энтропии при переходе 8 г кислорода от объема 10 л при 80°C к объему 40 л при 300°C . (Отв. 5,3 Дж/К).

8.11. Вода в пруду имеет температуру 0°C . Температура окружающего воздуха минус 10°C . Какой слой льда образуется за сутки, считая с момента замерзания воды? Коэффициент теплопроводности льда $2,23 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$; плотность льда 900 кг/м^3 ; удельная теплота плавления 344 кДж/кг . (Отв. 0,113 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. ОСНОВЫ МЕХАНИКИ.....	4
2. ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ.....	7
3. КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ.....	10
5. КВАНТОВАЯ ОПТИКА.....	14
6. ЭЛЕМЕНТЫ КВАНТОВОЙ МЕХАНИКИ И ФИЗИКИ АТОМА.....	15
7. ЭЛЕМЕНТЫ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ФИЗИКИ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ.....	16
8. МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА И ТЕРМОДИНАМИКА.....	17
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	19

Учебное издание

Шмарова Татьяна Сергеевна
Сидякина Зоя Александровна

ФИЗИКА.
СБОРНИК ЗАДАЧ

Методические указания к практическим занятиям
для направления подготовки
09.03.02 «Информационные системы и технологии»

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. 1,16. Уч.-изд.л. 1,25. Тираж 80 экз.
Заказ № 226.

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