

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

ФИЗИКА
МЕХАНИКА. ЭЛЕКТРОМАГНЕТИЗМ.
КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ. КВАНТОВАЯ ФИЗИКА

Методические указания к практическим занятиям
для направления подготовки 08.03.01 «Строительство»

Пенза 2015

УДК 53(075)
ББК 22.3я7
Ф50

Рекомендовано Редсоветом университета

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

Физика Механика. Электромагнетизм. Колебания и волны.
Ф50 Квантовая физика: методические указания к практическим занятиям для направления подготовки 08.03.01 «Строительство» / Т.С. Шмарова, З.А. Сидякина. – Пенза: ПГУАС, 2015. – 20 с.

Приведены задачи по основным разделам курса общей физики («Физические основы механики», «Электричество и магнетизм», «Молекулярная физика и термодинамика», «Оптика и квантовая физика»).

Методические указания разработаны на кафедре «Физика и химия» с учетом компетентностного подхода к процессу обучения и предназначены для использования на практических занятиях направления подготовки 08.03.01 «Строительство».

© 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 08.03.01 «Строительство» 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 графические задачи и задачи-рисунки по основным разделам физики: механике, электричеству и магнетизму, молекулярной физике, термодинамике, оптике и квантовой физике.

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 математического (компьютерного) моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОПК-1); способностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат (ОПК-2); эффективными правилами, методами и средствами сбора, обмена, хранения и обработки информации, навыками работы с компьютером как средством управления информацией (ОПК-4).

1. ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МЕХАНИКИ

Система отсчета. Кинематика поступательного и вращательного движения твердых тел. Инерциальные системы отсчета. Решение основной задачи механики на основе законов Ньютона. Уравнения поступательного движения твердого тела. Центр масс механической системы и закон его движения. Импульс системы частиц. Закон сохранения импульса механической системы. Работа силы. Кинетическая энергия механической системы и ее связь с работой внешних и внутренних сил. Потенциальная энергия и ее связь с силой, действующей на материальную точку. Закон сохранения механической энергии. Динамика вращательного движения. Момент силы относительно оси вращения. Момент инерции. Теорема Штейнера. Кинетическая энергия вращающегося тела. Уравнение динамики вращательного движения. Момент импульса тела относительно оси вращения. Закон сохранения момента импульса.

1.1. Определите путь, пройденный телом, которое движется по прямой траектории в течение 10 с, если его скорость изменяется по закону $v = 30 + 2t$. (Отв. 400 м).

1.2. Заданы уравнения движения точки: $x = 3t$, $y = t^2$. Определите расстояние точки от начала координат в момент времени 2 с. (Отв. 7,2 м).

1.3. Заданы проекции вектора скорости точки: $v_x = 0,2t^2$, $v_y = 3$ м/с. Определите ее тангенциальное ускорение в момент времени 2,5 с. (Отв. 0,385 м/с²).

1.4. Точка начинает двигаться по окружности радиуса 12,5 см с постоянным тангенциальным ускорением 0,5 см/с². Определите момент времени, при котором вектор полного ускорения образует с вектором скорости угол 45°. (Отв. 5 с).

1.5. Два тела брошены под одним и тем же углом к горизонту с начальными скоростями v_0 и $2v_0$. Найдите отношение дальностей полета S_2 / S_1 . Соппротивлением воздуха пренебречь. (Отв. 4).

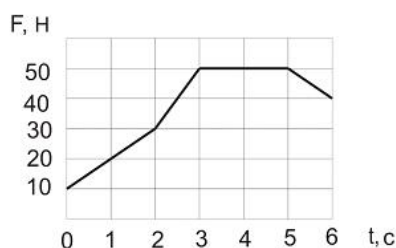


Рис. 1.1

1.6. На рис. 1.1 приведена зависимость силы от времени. Насколько изменится импульс тела за первые 3 с? (Отв. 80 кг · м/с).

1.7. Автомобиль массой 2 т движется со скоростью 90 км/ч. В начальный момент времени на него начинает действовать сила торможения, изменяющаяся по закону $F = 10t$. Через какое время автомобиль остановится и какой путь он пройдет до остановки? (Отв. 100 с, 1667 м).

1.8. На вращающемся с постоянной угловой скоростью горизонтальном диске на расстоянии 1 м от его центра покоится тело массой 10 кг. Найти минимальную угловую скорость вращения диска, при которой тело начинает скользить по диску. Коэффициент трения тела о диск 0,1. (Отв. 1 рад/с).

1.9. Вдоль оси OX навстречу друг другу движутся две материальные точки массами $m_1 = 2$ г и $m_2 = 6$ г со скоростями $v_1 = 9$ м/с и $v_2 = 3$ м/с соответственно

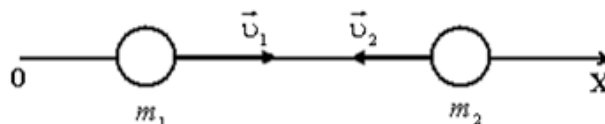


Рис. 1.2

(рис. 1.2). Найдите проекцию скорости центра масс на ось X. (Отв. 0).

1.10. Вдоль оси OX навстречу друг другу движутся две материальные точки массами $m_1 = 4$ г и $m_2 = 2$ г со скоростями $v_1 = 5$ м/с и $v_2 = 4$ м/с соответственно (рис. 1.2). Найдите проекцию скорости центра масс на ось X. (Отв. 2 м/с).

1.11. Вокруг неподвижной оси с угловой скоростью ω_1 свободно вращается система из невесомого стержня и массивной шайбы, которая удерживается нитью на расстоянии R_1 от оси вращения (рис. 1.3). Отпустив нить, шайбу перевели в положение 2. Найдите угловую скорость шайбы

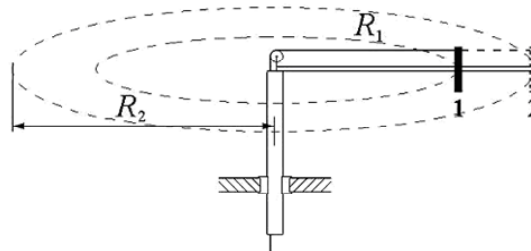


Рис. 1.3

при ее движении по окружности радиусом $R_2 = \frac{3}{2}R_1$. (Отв. $\frac{4}{9}\omega_1$).

1.12. На барабан радиусом 0,5 м намотан шнур, к концу которого привязан груз массой 10 кг. Груз опускается с ускорением 2 м/с². Чему равен момент инерции барабана? (Отв. 10 кг · м²).

1.13. По заданному уравнению вращения $\varphi = t^3 - 5t^2$ однородного цилиндра радиусом $\sqrt{2}$ м и массой 60 кг определите вращающий момент внешних сил, действующих на него в момент времени 2 с. (Отв. 120 Н · м).

1.14. На какой угол повернется вокруг своей оси за 1 с однородный цилиндр, масса которого 1,5 кг и радиус 0,1 м, если он начал вращаться из состояния покоя под действием момента внешних сил 0,15 Н · м? (Отв. 10 рад).

1.15. Тело массой 2 кг бросили с поверхности земли вертикально вверх со скоростью 20 м/с. Найдите значение его кинетической энергии после

прохождения $3/4$ расстояния до точки максимального подъема. Сопротивлением воздуха пренебречь. (Отв. 100 Дж).

1.16. Потенциальная энергия частицы задается функцией $U = x^2 + y^2 - z^2$. Чему равна F_z – компонента вектора силы, действующей на частицу в точке $A(1, 2, 3)$? (Отв. 6 Н).

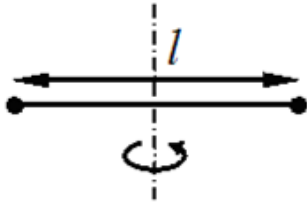


Рис. 1.4

1.17. На концах невесомого стержня длиной l закреплены два маленьких массивных шарика (рис. 1.4). Стержень может вращаться в горизонтальной плоскости вокруг вертикальной оси, проходящей через середину стержня. Стержень раскрутили до угловой скорости ω_1 . Под действием трения стержень остановился, при этом выделилось 4 Дж теплоты. Какое количество теплоты выделится при остановке стержня, если его раскрутить до угловой скорости $\omega_2 = 0,5\omega_1$? (Отв. 1 Дж).

1.18. Две частицы движутся навстречу друг другу со скоростями c и $0,75c$. Определите их относительную скорость. (Отв. c).

1.19. Космический корабль летит со скоростью $0,8c$ в системе отсчета, связанной с некоторой планетой. Один из космонавтов медленно повернул метровый стержень из положения 1, перпендикулярного направлению движения корабля, в положение 2, параллельное направлению движения. Какова длина этого стержня с точки зрения другого космонавта? (Отв. 1 м при любой ориентации).

1.20. Определите периметр квадрата, движущегося со скоростью $c/2$ вдоль одной из своих сторон, если собственная длина стороны квадрата 1 км. (Отв. 3732 м).

1.21. Какая энергия эквивалентна массе 1,0 мг? (Отв. $9 \cdot 10^{10}$ Дж).

1.22. Скорость релятивистской частицы $0,8c$. Определите отношение кинетической энергии частицы к ее полной энергии. (Отв. 0,4).

1.23. Во сколько раз увеличивается продолжительность существования нестабильной частицы (по часам неподвижного наблюдателя), если она начинает двигаться со скоростью $0,99c$? (Отв. в 7,1 раза).

1.24. Для наблюдателя, находящегося на Земле, линейные размеры космического корабля по направлению его движения сократились в 4 раза. Как идут часы на корабле относительно хода часов наблюдения? (Отв. Медленнее в 4 раза).

2. ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ

Электрический заряд. Закон Кулона. Напряженность и потенциал электростатического поля. Электрический ток. 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. Вектор магнитной индукции. Поток вектора магнитной индукции. Закон Ампера. Работа по перемещению проводника с током и контура с током в магнитном поле. Сила Лоренца. Закон электромагнитной индукции. Напряженность магнитного поля и магнитная индукция.

2.1. Два точечных заряда q и $2q$ на расстоянии r друг от друга взаимодействуют с силой F . С какой силой взаимодействуют заряды q и $q/2$ на расстоянии $2r$? (Отв. $F/16$).

2.2. В некоторой области пространства создано электростатическое поле, потенциал которого описывается функцией $\varphi = 5 + 2y^2$. Какой функцией описывается вектор напряженности электрического поля? (Отв. $\vec{E} = -4y\vec{j}$).

2.3. Электростатическое поле создано двумя точечными зарядами $-q$ и $+4q$ (рис. 2.1). Чему равно отношение потенциала поля, созданного вторым зарядом в точке А, к потенциалу результирующего поля в этой точке? (Отв. 4).

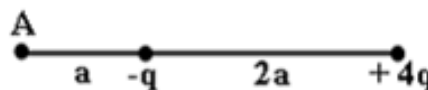


Рис. 2.1

2.4. Определите напряженность электрического поля, создаваемого тонкой нитью длиной 10 см, в точке, расположенной на линии, проходящей вдоль нити, на расстоянии 20 см от ее конца. Линейная плотность заряда нити -10^{-12} Кл/м. (Отв. $-0,015$ В/м).

2.5. На рис. 2.2 показана зависимость силы тока в электрической цепи от времени. Укажите интервал времени, за который через поперечное сечение проводника протечет наибольший заряд? (Отв. от 5 до 10 с).

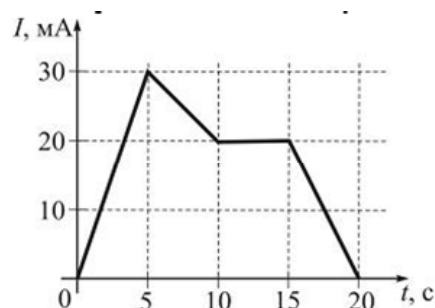


Рис. 2.2

2.6. Сила тока в проводнике изменяется со временем по закону $I = 4 + 2t$. Какой заряд проходит через поперечное сечение проводника в интервале времени от 1 с до 3 с? (Отв. 16 Кл).

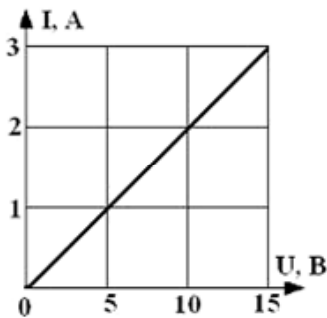


Рис. 2.3

2.7. На рис. 2.3 представлена вольт-амперная характеристика резистора, подключенного к источнику тока с ЭДС 16 В. Через резистор протекает ток 2,5 А. Чему равно внутреннее сопротивление источника тока? (Отв. 1,4 Ом).

2.8. Напряжение на концах медного провода диаметром d и длиной l равно U . Как изменится средняя скорость направленного движения электронов вдоль проводника, если взять медный провод диаметром $2d$ и увеличить напряжение в 4 раза? (Отв. Увеличится в 4 раза).

2.9. Удельное сопротивление проводника из стали $1,2 \cdot 10^{-7}$ Ом·м, концентрация электронов проводимости $5 \cdot 10^{22}$ см⁻³. Чему равна скорость упорядоченного движения (дрейфа) электронов в стальном проводнике при напряженности поля 0,96 В/м? (Отв. 1 мм/с).

2.10. Имеется моток медной проволоки с площадью поперечного сечения 0,4 мм². Масса проволоки 0,3 кг. Определите сопротивление проволоки. Удельное сопротивление и плотность меди равны соответственно 0,017 мкОм·м и 8,6 г/см³. (Отв. 3,7 Ом).

2.11. Плотность электрического тока в медном проводе равна 10 А/см². Определите плотность тепловой мощности тока, если удельное сопротивление меди равно $1,7 \cdot 10^{-8}$ Ом·м. (Отв. 170 Вт/м³).

2.12. Какая мощность выделяется в единицу времени в единице объема проводника длиной 0,2 м, если на его концах поддерживается разность потенциалов 4 В? Удельное сопротивление материала проводника 10^{-6} Ом·м. (Отв. $4 \cdot 10^8$ Вт/м³).

2.13. Сила тока в обмотке соленоида, содержащего 1500 витков, равна 5 А. Магнитный поток, создаваемый одним витком соленоида, равен 200 мкВб. Определите энергию магнитного поля. (Отв. 0,75 Дж).

2.14. Угол между проводником с током и направлением вектора магнитной индукции однородного магнитного поля увеличился от 30° до 90°. Как изменилась при этом сила Ампера? (Отв. Увеличилась в 2 раза).

2.15. На рис. 2.4 показаны траектории заряженных частиц, с одинаковой скоростью влетающих в однородное магнитное поле, перпендикулярное плоскости рисунка. Определите знаки зарядов частиц и сравните их удельные заряды. (Отв. $q_1 > 0$, $q_2 = 0$, $q_3 < 0$, $q_4 < 0$, $\left(\frac{q}{m}\right)_1 > \left(\frac{q}{m}\right)_3 > \left(\frac{q}{m}\right)_4$).

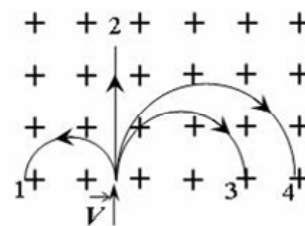


Рис. 2.4

2.16. В магнитное поле, изменяющееся по закону $B = 0,1 \cos 4\pi t$, помещена квадратная рамка со стороной 10 см. Нормаль к рамке совпадает с направлением индукции поля. Чему равна ЭДС индукции, возникающая в рамке в момент времени 0,25 с? (Отв. 0).

2.17. Проволочная рамка площадью 100 см^2 находится в однородном магнитном поле, зависимость индукции которого от времени показана на рис. 2.5. Плоскость рамки перпендикулярна направлению магнитного поля. Определите модуль максимального значения ЭДС индукции, возникающей в рамке. (Отв. 4 мВ).

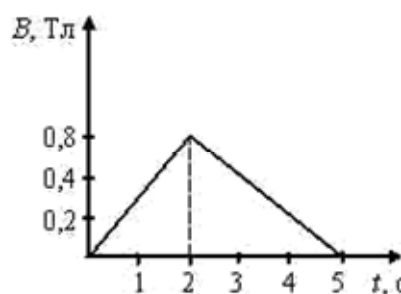


Рис. 2.5

2.18. На рис. 2.6 представлена зависимость магнитного потока, пронизывающего некоторый контур, от времени. Постройте график зависимости ЭДС индукции в контуре от времени. (Отв. Рис. 2.7)

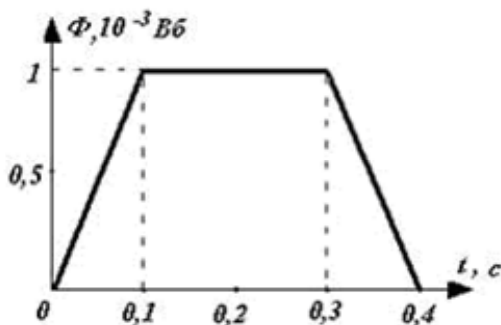


Рис. 2.6

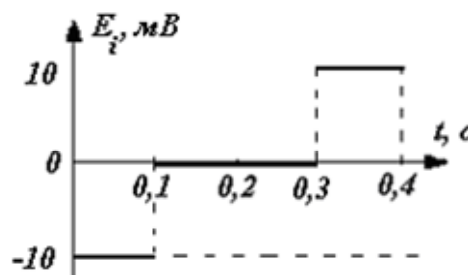


Рис. 2.7

2.19. По графику (рис. 2.8) определите магнитную проницаемость стали при индукции B_0 намагничивающего поля 0,4 мТл. (Отв. 2000).

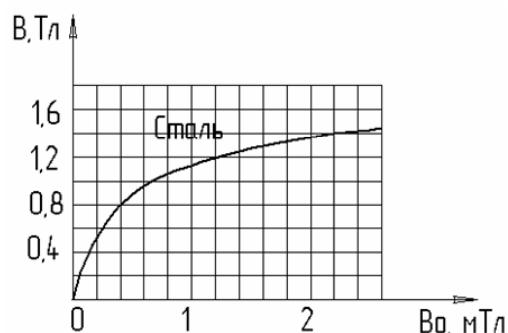


Рис. 2.8

2.20. Соленоид диаметром 4 см, имеющий 500 витков, помещен в магнитное поле, индукция которого изменяется со скоростью 1 мТл/с. Ось соленоида составляет с вектором магнитной индукции угол 45° . Определите ЭДС индукции. (Отв. 0,44 мВ).

3. ФИЗИКА КОЛЕБАНИЙ И ВОЛН

Гармонические колебания и их характеристики. Дифференциальные уравнения гармонических колебаний и их решение. Пружинный, физический и математический маятники, электрический колебательный контур. Сложение колебаний. Затухающие колебания. Вынужденные колебания. Амплитуда и фаза вынужденных колебаний. Волновое число, фазовая скорость. Дифференциальное уравнение одномерной бегущей волны и его решение. Фаза и длина волны. Энергия волны. Интерференция волн. Дифракция волн. Световые волны и их свойства. Интерференция света. Интерференция в тонких пленках. Дифракция света. Дифракционная решетка.

3.1. Две точки лежат на прямой, вдоль которой распространяется волна со скоростью 330 м/с. Период колебаний 0,02 с; расстояние между точками 55 см. Чему равна разность фаз колебаний в этих точках? (Отв. $\pi/6$).

3.2. На рисунках изображены зависимости от времени координаты (рис. 3.1) и ускорения (рис. 3.2) материальной точки, колеблющейся по гармоническому закону. Определите циклическую частоту колебаний точки. (Отв. 2 рад/с).

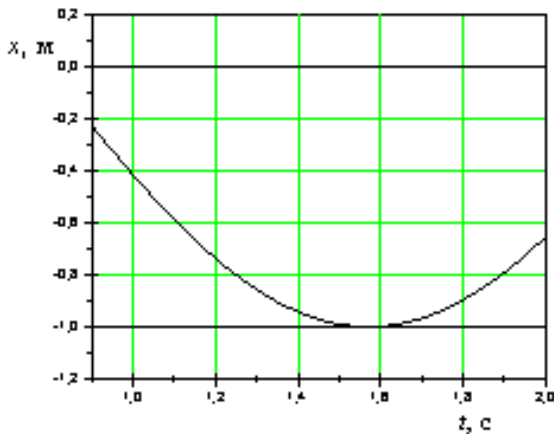


Рис. 3.1

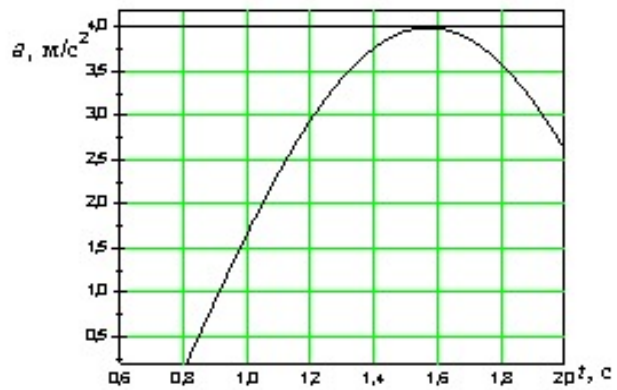


Рис. 3.2

3.3. Маятник настенных механических часов представляет собой легкий стержень с грузиком. Для регулировки точности хода часов грузик можно перемещать по стержню. Как изменится период колебаний маятника, если

грузик переместить с конца стержня на середину? (Отв. Уменьшится в $\sqrt{2}$ раз).

3.4. Диск радиусом 20 см подвешен на веревке длиной 30 см, прикрепленной к его ободу. Найдите период качаний диска вокруг точки подвеса. (Отв. 1,5 с).

3.5. Маятник совершает вынужденные колебания со слабым коэффициентом затухания, которые подчиняются дифференциальному уравнению $\frac{d^2x}{dt^2} + 0,5 \frac{dx}{dt} + 900x = 0,1 \cos 150t$. Во сколько раз нужно уменьшить частоту вынуждающей силы, чтобы амплитуда колебаний стала максимальной? (Отв. в 5 раз).

3.6. Дифференциальное уравнение колебательного движения частиц имеет вид $\frac{d^2x}{dt^2} + 6 \frac{dx}{dt} + 50x = 0$. Определите условный период затухающих колебаний. (Отв. 1 с).

3.7. Материальная точка совершает вынужденные колебания по закону $x = 0,5 \sin 2t$. Вынуждающая сила имеет вид $F = 5 \cos 2t$. Каков коэффициент затухания, если масса точки 5 кг? (Отв. $0,5 \text{ с}^{-1}$).

3.8. Уравнение плоской синусоидальной волны, распространяющейся вдоль оси OX, имеет вид $\xi = 0,2 \cos 2\pi \left(t - \frac{x}{100} \right)$. Найдите длину волны. (Отв. 100 м).

3.9. Уравнение плоской синусоидальной волны, распространяющейся вдоль оси OX со скоростью 500 м/с, имеет вид $\xi = 0,01 \sin(10^3 t - kx)$. Определите длину волны. (Отв. 3,14 м).

3.10. Плоская звуковая волна $\xi(x, t) = A \cos(\omega t - kx)$ распространяется в упругой среде. Чему равна скорость колебаний частиц среды, отстоящих от источника на расстоянии $x = \lambda / 6$, в момент времени $t = T / 4$? (Отв. $v = -\frac{A\omega}{2}$).

3.11. Плотность потока энергии, переносимой волной в упругой среде плотностью ρ , увеличилась в 16 раз при неизменной скорости и частоте волны. Во сколько раз при этом возросла амплитуда волны? (Отв. в 4 раза).

3.12. Косинусоидальная волна с нулевой начальной фазой распространяется вдоль упругого шнура со скоростью 10 м/с. Период колебаний частиц шнура 1 с. Определите фазу волны в точке, расположенной на расстоянии 9 м от источника волны в момент времени 2,5 с. (Отв. $3,2\pi$ рад/с).

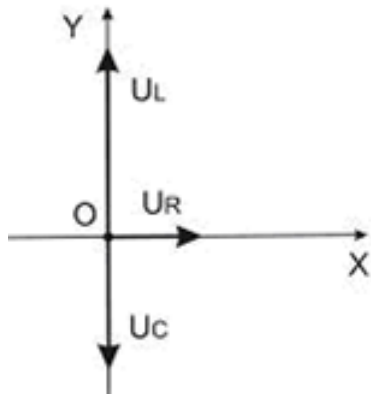


Рис. 3.3

3.13. Резистор, катушка индуктивности и конденсатор соединены последовательно и подключены к источнику переменного напряжения, изменяющегося по закону $U = \sqrt{2} \cos \pi t$. На рис. 3.3 представлена фазовая диаграмма падений напряжений на указанных элементах. Амплитудные значения напряжений $U_R = 1$ В, $U_L = 3$ В. Найдите амплитудное значение напряжения на конденсаторе U_C . (Отв. 2 В).

3.14. Колебательный контур содержит соленоид индуктивностью 25 мГн, конденсатор емкостью 10 мкФ и резистор сопротивлением 1 Ом. Заряд конденсатора в начальный момент времени равен 1 мКл. Определите период колебаний, логарифмический декремент и запишите зависимость напряжения на обкладках конденсатора от времени. (Отв. 3,14 мс; 0,13; $u = 100e^{-20t} \cos(2000t)$).

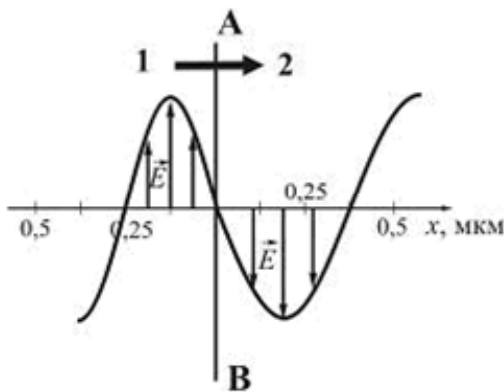


Рис. 3.4

3.15. На рис. 3.4 представлена мгновенная "фотография" электрической составляющей электромагнитной волны, переходящей из среды 1 в среду 2 перпендикулярно границе раздела AB . Чему равно отношение скорости света в среде 2 к его скорости в среде 1? (Отв. 1,5).

3.16. Электромагнитная волна частотой 3 МГц переходит из вакуума в диэлектрик с проницаемостью, равной 4. Как при этом изменилась ее длина волны? (Отв. Уменьшилась на 50 м).

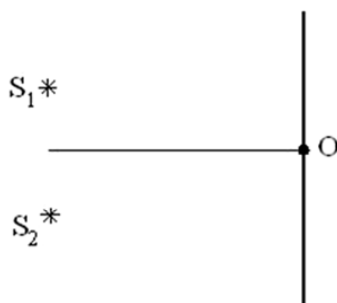


Рис. 3.5

3.17. Чему равна разность фаз колебаний, возбуждаемых волнами (рис. 3.5) от двух когерентных источников S_1 и S_2 в т. О (центральный максимум)? (Отв. 0°).

3.18. В опыте Юнга щели, расположенные на расстоянии 0,3 мм, освещались монохроматическим светом с длиной волны 0,6 мкм. Определите расстояние от щелей до экрана, если ширина интерференционных полос равна 1 мм. (Отв. 0,5 м).

3.19. Тонкая стеклянная пластинка с показателем преломления $n = 1,5$ и толщиной $d = 2$ мкм помещена между двумя средами с показателями преломления $n_1 = 1,2$ и $n_2 = 1,6$ (рис. 3.6). На пластинку по нормали падает свет с длиной волны $\lambda = 600$ нм. Найдите разность хода (в нм) интерферирующих отраженных лучей. (Отв. 6000 нм).

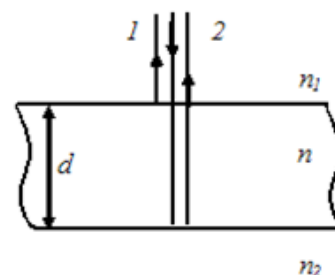


Рис. 3.6

3.20. В опыте с интерферометром Майкельсона для смещения интерференционной картины на 500 полос потребовалось переместить зеркало на расстояние 0,161 мм. Чему равна длина волны падающего света в нанометрах? (Отв. 644 нм).

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

3.22. При дифракции на дифракционной решетке с периодом, равным 0,004 мм, наблюдается зависимость интенсивности монохроматического излучения от синуса угла дифракции, представленная на рис. 3.7 (изображены только главные максимумы). Чему равна длина волны монохроматического излучения? (Отв. 0,6 мкм).

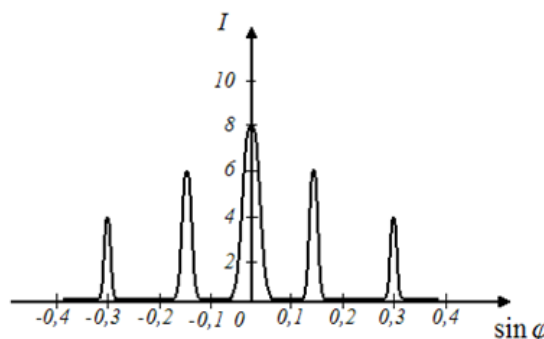


Рис. 3.7

3.23. На диафрагму с круглым отверстием радиусом 2 мм падает нормально параллельный пучок света длиной волны 0,5 мкм. На пути лучей, прошедших через отверстие, на расстоянии 1 м помещают экран (рис. 3.8). Сколько зон Френеля укладывается в отверстии диафрагмы для т. М? (Отв. 8).

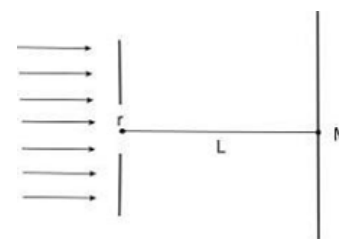


Рис. 3.8

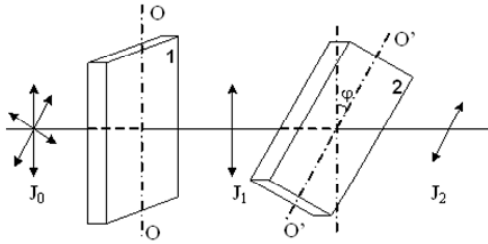


Рис. 3.9

3.24. На пути естественного света помещены две пластины турмалина (рис. 3.9). После прохождения пластины 1 свет полностью поляризован. J_1 и J_2 – интенсивности света, прошедшего через пластинки 1 и 2 соответственно. Угол между направлениями OO и $O'O'$

$\varphi = 60^\circ$. Каким соотношением связаны J_1 и J_2 ? (Отв. $J_1 = 4J_2$).

3.25. Естественный свет с интенсивностью J_0 падает на вход устройства, состоящего из двух скрещенных поляроидов. Между поляроидами поместили третий поляроид, ось которого составляет с осью первого угол α . Каково отношение интенсивности света, прошедшего через систему, к интенсивности падающего на систему света? (Отв. $\frac{J_3}{J_0} = \frac{1}{8} \sin^2 2\alpha$).

3.26. Естественный свет падает на кристалл алмаза под углом полной поляризации. Найдите угол преломления света. (Отв. $22,5^\circ$).

4. ЭЛЕМЕНТЫ КВАНТОВОЙ ФИЗИКИ

Тепловое излучение и его основные характеристики. Законы теплового излучения: Кирхгофа, Стефана-Больцмана, Вина. Энергия и импульс световых квантов. Фотоэффект. Законы внешнего фотоэффекта. Уравнение Эйнштейна. Модель атома Томсона. Ядерная модель атома. Формула Бальмера. Линейчатые спектры атомов. Постулаты Бора. Гипотеза де Бройля. Принцип неопределенности Гейзенберга. Уравнение Шредингера.

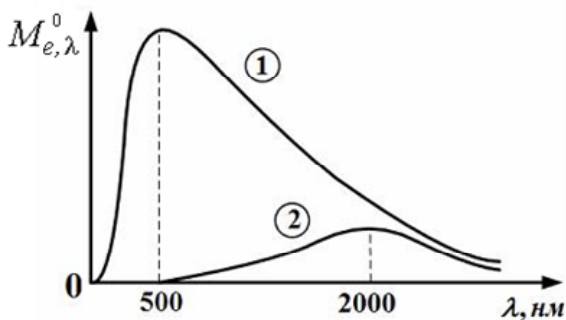


Рис. 4.1

4.1. На рис. 4.1 показаны кривые зависимости спектральной плотности энергетической светимости абсолютно черного тела от длины волны при разных температурах. Кривая 2 соответствует спектру излучения абсолютно черного тела при температуре 300 К. Какой температуре (в К) соответствует кривая 1? (1200 К).

4.2. Как и во сколько раз изменится энергетическая светимость черного тела, если его термодинамическая температура уменьшится в 2 раза? (Отв. Уменьшится в 16 раз).

4.3. Черное тело нагрели от температуры 500 К до температуры 2000 К. Определите, во сколько раз увеличилась его энергетическая светимость. (Отв. в 256 раз).

4.4. При освещении металла излучением с длиной волны λ_0 фототок прекращается при задерживающем напряжении U_0 . Если изменить длину волны излучения в 1,5 раза, то задерживающее напряжение увеличится в 2 раза. Работа выхода электронов из металла 4 эВ. Чему равно задерживающее напряжение U_0 в вольтах для излучения с длиной волны λ_0 ? (Отв. 4 В).

4.5. Электрон вылетает из пластинки цезия с кинетической энергией 1,3 эВ. Чему будет равна длина волны света, вызывающего фотоэффект, при работе выхода электрона из цезия 1,8 эВ? (Отв. 400 нм).

4.6. Максимальная скорость фотоэлектронов, выбиваемых светом с поверхности катода, при увеличении частоты света увеличилась в 3 раза. Как изменилась задерживающая разность потенциалов? (Отв. Увеличилась в 9 раз).

4.7. При освещении катода светом с длиной волн сначала 440 нм, затем 680 нм обнаружили, что запирающий потенциал изменился в 3,3 раза. Определите работу выхода электрона. (Отв. 1,3 эВ).

4.8. Найдите длину волны рентгеновских лучей после комптоновского рассеяния под углом 90° . Длина волны до рассеяния была равна 20 пм. (Отв. 22,4 пм).

4.9. Фотон с энергией 100 кэВ в результате комптоновского рассеяния на электроне отклонился на угол 90° . Чему равна энергия рассеянного фотона? Ответ выразите в кэВ и округлите до целого числа. Учтите, что энергия покоя электрона 511 кэВ. (Отв. 84 кэВ).

4.10. В явлении Комптона энергия падающего фотона распределяется поровну между рассеянным фотоном и электроном отдачи. Угол рассеяния равен 90° . Комptonовская длина волны электрона $2,43 \cdot 10^{-12}$ м. Чему равна длина волны рассеянного фотона? (Отв. $4,8 \cdot 10^{-12}$ м).

4.11. Как изменится световое давление, если зачерненную пластинку, на которую падает свет, заменить на зеркальную той же площади? (Отв. Увеличится в 2 раза).

4.12. Чему равно давление света (в мкПа) на поверхность, имеющую коэффициент отражения 0,5, при энергетической освещенности 200 Вт/м^2 ? (Отв. 1 мкПа).

4.13. Лазер на рубине излучает в импульсе длительностью 0,5 мс энергию 1 Дж в виде почти параллельного пучка с площадью сечения $0,8 \text{ см}^2$.

Найдите давление света на площадку, расположенную перпендикулярно пучку, если коэффициент отражения поверхности 0,8. (Отв. 225 мПа).

4.14. Чему равна длина волны де Бройля для частицы, обладающей импульсом $100 \text{ кг}\cdot\text{м}/\text{с}$? (Отв. $6,63 \cdot 10^{-36} \text{ м}$).

4.15. Протон и дейтрон прошли одинаковую ускоряющую разность потенциалов. Чему равно отношение их длин волн де Бройля? (Отв. $\sqrt{2}$).

4.16. Найдите отношение неопределенностей проекций скоростей нейтрона и альфа-частицы на некоторое направление при условии, что соответствующие координаты частиц определены с одинаковой точностью. (Отв. 4).

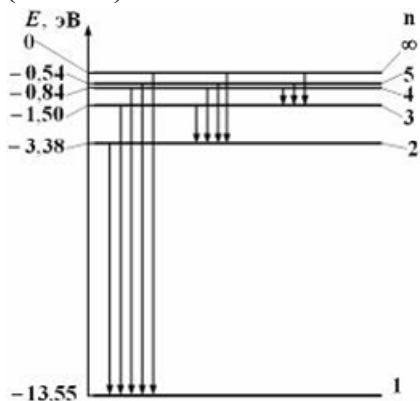


Рис. 4.2

4.17. На рис. 4.2 дана схема энергетических уровней атома водорода, а также условно изображены переходы электрона с одного уровня на другой, сопровождающиеся излучением кванта энергии. Чему равна наибольшая длина волны спектральной линии (в нм) серии Лаймана? (Отв. 122 нм).

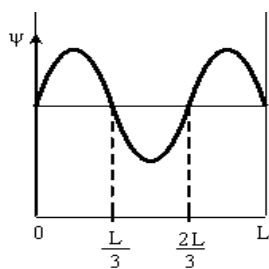


Рис. 4.3

4.18. ψ – функция имеет вид, указанный на рис. 4.3. Какова вероятность обнаружить электрон на участке $\frac{L}{6} < x < L$? (Отв. $\frac{5}{6}$).

4.19. На рис. 4.4 схематически представлены графики распределения плотности вероятности обнаружения электрона по ширине одномерного потенциального ящика с бесконечно высокими стенками для состояний с различными значениями главного квантового числа n . Чему равно отношение вероятности обнаружить электрон на первом энергетическом уровне в левой половине ящика к вероятности обнаружить электрон на четвертом энергетическом уровне в интервале от $\frac{L}{4}$ до $\frac{L}{2}$? (Отв. 2).

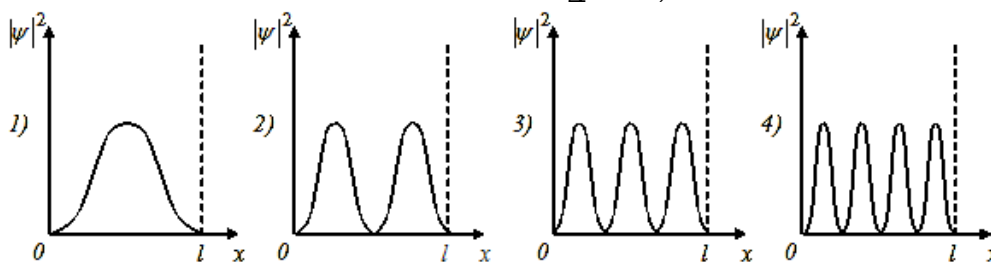


Рис. 4.4

5. МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА И ТЕРМОДИНАМИКА

Термодинамические параметры. Давление газа с точки зрения МКТ. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории и уравнение состояния идеальных газов. Распределение Максвелла и Больцмана. Уравнение состояния в термодинамике. Первое начало термодинамики. Теплоемкость. Уравнение Майера. Изохорический, изобарический, изотермический, адиабатический процессы в идеальных газах. Преобразование теплоты в механическую работу. Цикл Карно и его коэффициент полезного действия. Энтропия. Второе начало термодинамики.

5.1. Определите отношение средней кинетической энергии колебательного движения к полной кинетической энергии молекулы азота при условии, что имеет место поступательное, вращательное движение молекулы как целого и колебательное движение атомов в молекуле. (Отв. 2/7).

5.2. Какова разница масс воздуха, заполняющего помещение объемом 50 м^3 зимой и летом, если температура воздуха летом 40°C , а зимой 0°C ? Атмосферное давление зимой и летом равно $0,1 \text{ МПа}$. (Отв. $8,2 \text{ кг}$).

5.3. При изохорном процессе давление идеального газа возросло в 4 раза. Во сколько раз изменилась длина свободного пробега и средняя частота столкновений молекул? (Отв. Длина свободного пробега не изменилась; средняя частота столкновений молекул увеличилась в 2 раза).

5.4. Определите число степеней свободы молекулы идеального газа, если при комнатной температуре коэффициент Пуассона равен $5/4$. (Отв. 8).

5.5. При изотермическом расширении $0,5$ моля газа при температуре 200 К объем увеличился в e раз ($e \approx 2,7$). Найдите работу газа. (Отв. 831 Дж)

5.6. КПД цикла Карно равен 40% . Каким станет КПД, если на 20% увеличить температуру нагревателя и на 20% уменьшить температуру холодильника? (Отв. 60%).

5.7. На (p, V) -диаграмме изображены два циклических процесса (рис. 5.1). Чему равно отношение работ A_I / A_{II} , совершенных в этих циклах? (Отв. $1/2$).

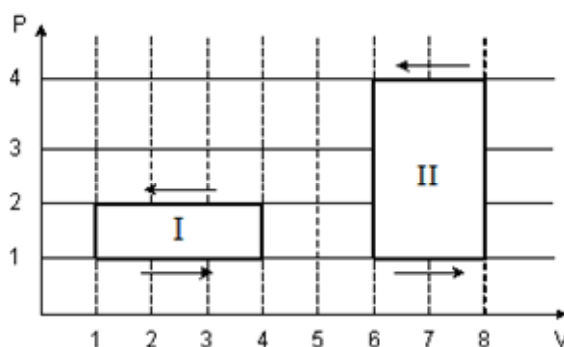


Рис. 5.1

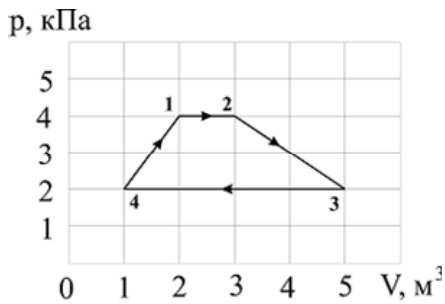


Рис. 5.2

5.8. Диаграмма циклического процесса идеального одноатомного газа представлена на рис. 5.2. Определите работу газа за цикл. (Отв. 5 кДж).

5.9. Дана смесь газов – неона массой 4 г и водорода массой 1 г. Газы считаются идеальными. Определите удельные теплоемкости газов при изохорном и изобарном процессах. (Отв. $2,6 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$; $3,7 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$).

5.10. Определите, за какое время растают 20 кг льда при 0°C , помещенные в ящик из пенопласта размерами $30 \times 20 \times 50$ см и толщиной стенок 1,5 см. Температура в комнате 20°C . Коэффициент теплопроводности пенопласта $0,023 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$; удельная теплота плавления льда $344 \text{ кДж}/\text{кг}$. (Отв. 97,6 ч).

5.11. Гелий находится между двумя пластинами, отстоящими друг от друга на 5 мм. Температуры пластин равны 17°C и 37°C . Эффективный диаметр молекулы гелия 0,2 мм. Найдите плотность потока тепла. (Отв. $196 \text{ Вт}/\text{м}^2$).

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. ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МЕХАНИКИ.....	4
2. ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ.....	7
3. ФИЗИКА КОЛЕБАНИЙ И ВОЛН.....	10
4. ЭЛЕМЕНТЫ КВАНТОВОЙ ФИЗИКИ.....	14
5. МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА И ТЕРМОДИНАМИКА.....	17
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	19

Учебное издание

Шмарова Татьяна Сергеевна
Сидякина Зоя Александровна

ФИЗИКА.
МЕХАНИКА. ЭЛЕКТРОМАГНЕТИЗМ.
КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ. КВАНТОВАЯ ФИЗИКА

Методические указания к практическим занятиям
для направления подготовки 08.03.01 «Строительство»

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 № 224.

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