

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Шебзухова Татьяна Александровна

Должность: Директор Пятигорского института (филиал) Северо-Кавказского  
федерального университета

Дата подписания: 12.09.2023 16:42:11

Уникальный программный ключ:

d74ce93cd40e39275c3ba2f58486412a1c8ef96f

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования

«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Пятигорский институт (филиал) СКФУ

**УТВЕРЖДАЮ**

И.о. заведующего кафедрой  
физики, электротехники и электроэнергетики  
Масютина Г.В.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по  
дисциплине «Физика»

(ЭЛЕКТРОННЫЙ ДОКУМЕНТ)

Направление подготовки

13.03.02 Электроэнергетика

и электротехника

Направленность (профиль)

Передача и распределение электрической  
энергии в системах электроснабжения

Квалификация выпускника

Бакалавр

Форма обучения

очная

Год начала обучения

2021 г

Реализуется в 2,3 семестре

## Предисловие

1. Фонд оценочных средств предназначен для проведения текущей и промежуточной аттестации.

2. Фонд оценочных средств текущей и промежуточной (итоговой) аттестации на основе рабочей программы дисциплины «Физика» в соответствии с образовательной программой по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», утвержденной на заседании Учёного совета СКФУ протокол № \_\_\_\_ от «\_\_\_\_» 20\_\_ г.

3. Разработчик \_\_\_\_\_

4. ФОС рассмотрен и утвержден на заседании кафедры «Физика, электротехника и электроэнергетика», протокол № \_\_\_\_ от «\_\_\_\_» 20\_\_ г.

5. ФОС согласован с выпускающей кафедрой «Физика, электротехника и электроэнергетика», протокол № \_\_\_\_ от «\_\_\_\_» 20\_\_ г.

6. Проведена экспертиза ФОС. Члены экспертной группы, проводившие внутреннюю экспертизу:

Председатель \_\_\_\_\_ (А.В. Пермяков, зав. кафедрой «Физика, электротехника и электроэнергетика»)

\_\_\_\_\_ (, доцент кафедры «Физика, электротехника и электроэнергетика»)

\_\_\_\_\_ (, доцент кафедры «Физика, электротехника и электроэнергетика»).

Экспертное заключение: ФОС текущего контроля и промежуточной аттестации соответствует ФГОС ВО подготовки бакалавра по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника».

«\_\_\_\_» \_\_\_\_\_

(подпись председателя)

7. Срок действия ФОС \_\_\_\_\_

## Паспорт фонда оценочных средств для проведения текущей и промежуточной аттестации

По дисциплине

**Физика**

Направление подготовки

13.03.02 Электроэнергетика и

электротехника

Профиль подготовки

Передача и распределение электрической  
энергии в системах электроснабжения

Код оцениваемой компетенции (или её части)	Модуль, раздел, тема (в соответствии с Программой)	Тип контроля	Вид контроля	Компонент фонда оценочных средств	Количество заданий для каждого уровня, шт.	
					Базовый	Повышенный
ОПК-2 ИД-5опк-2	Темы 1-9	Текущий	Устный	Вопросы для собеседования	60	40
ОПК-2 ИД-5опк-2	Темы 1-9	Текущий	Письменный	Комплект заданий для самостоятельного решения	180	90
ОПК-2 ИД-5опк-2	Темы 1-9	Промежуточный	Устный	Вопросы к экзамену	80	50
				Вопросы для проверки уровня знаний	40	20
				Вопросы (задания) для проверки умений и навыков	40	30
ОПК-2 ИД-5опк-2 ИД-6опк-2	Темы 10-18	Текущий	Устный	Вопросы для собеседования	45	35
ОПК-2 ИД-5опк-2 ИД-6опк-2	Темы 10-18	Текущий	Письменный	Комплект заданий для самостоятельного решения	180	90
ОПК-2 ИД-5опк-2 ИД-6опк-2	Темы 10-18	Текущий	Письменный	Комплект разноуровневых задач	10	8
ОПК-2 ИД-5опк-2 ИД-6опк-2	Темы 10-18	Промежуточный	Устный	Вопросы к экзамену	80	50
				Вопросы для проверки уровня знаний	40	20
				Вопросы (задания) для проверки умений и навыков	40	30

Составитель \_\_\_\_\_  
(подпись)

«\_\_\_\_»\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«СЕВЕРО - КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
**Институт сервиса, туризма и дизайна (филиал) СКФУ в г. Пятигорске**

УТВЕРЖДАЮ:  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

## Вопросы для собеседования

### по дисциплине Физика

#### Базовый уровень

##### **Тема 1. Кинематика материальной точки**

1. Характеристики кинематики материальной точки.
2. Прямая и обратная задачи кинематики материальной точки.
3. Перемещение и пройденный путь.
4. Скорость и ускорение.
5. Угловая скорость и угловое ускорение.

##### **Тема 2. Динамика материальной точки**

1. Первый закон Ньютона. Инерциальные системы отсчета.
2. Взаимодействие тел. Второй закон Ньютона. Масса. Сила.
3. Третий закон Ньютона.
4. Принцип относительности Галилея.
5. Закон всемирного тяготения.
6. Закон Гука.
7. Закон изменения и сохранения импульса.

##### **Тема 3. Работа и энергия. Кинематика и динамика вращательного движения**

1. Энергия, работа, мощность.
2. Кинетическая и потенциальная энергии.
3. Закон сохранения энергии.
4. Удар абсолютно упругих и неупругих тел.
5. Кинематика твердого тела. Угловое перемещение, угловая скорость,
6. угловое ускорение.
7. Работа при вращательном движении. Момент силы.
8. Кинетическая энергия привращательном движении. Момент инерции.

##### **Тема 4. Механические колебания и волны**

1. Физический маятник. Математический маятник.
2. Гармонические колебания. Свободные колебания системы.
3. Сложение колебаний. Вынужденные колебания.
4. Волны. Продольные и поперечные волны.
5. Уравнение плоской волны. Фазовая скорость.
6. Волновое уравнение упругой волны.

##### **Тема 5. Основы молекулярно-кинетической теории**

1. Молекулярное строение вещества.
2. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории.
3. Уравнение Менделеева – Клапейрона.

4. Среднее значение случайной величины. Функция распределения случайной величины. Функция распределения Максвелла по скоростям молекул.
5. Барометрическая формула.
6. Распределение Больцмана по потенциальным энергиям молекул.
7. Уравнение Ван-дер-Ваальса.

### **Тема 6. Основы термодинамики**

1. Первое начало термодинамики. Внутренняя энергия идеального газа и ее свойства.
2. Первое начало термодинамики в различных изопроцессах.
3. Адиабатический процесс. Уравнение Пуассона.
4. Работа при адиабатическом процессе.
5. Циклические процессы (на примере цикла Отто). Цикл Карно.
6. КПД и мощность цикла Карно.
7. Энтропия. Термодинамическое и статистическое определение энтропии.
8. Второе и третье начала термодинамики.

### **Тема 7. Электростатика**

1. Электростатическое поле системы зарядов. Принцип суперпозиции.
2. Электрический диполь, вычисление напряженности на оси диполя.
3. Поток вектора напряженности электростатического поля, физический смысл. Теорема Остроградского-Гаусса.
4. Работа сил электростатического поля по перемещению заряда.
5. Потенциал. Разность потенциалов электростатического поля.
6. Эквипотенциальные поверхности. Потенциал электростатического поля точечного заряда.
7. Теорема о циркуляции вектора напряженности электростатического поля. Связь между напряженностью и потенциалом электростатического поля.

### **Тема 8. Проводники в электрическом поле. Электрическое поле в диэлектриках**

1. Проводники в электрическом поле.
2. Распределение зарядов внутри и снаружи проводника.
3. Электроемкость проводника.
4. Энергия электростатического поля.
5. Диэлектрики в электростатическом поле.
6. Поляризация диэлектрика.

### **Тема 9. Законы постоянного тока**

1. Постоянный электрический ток.
2. Сила и плотность тока.
3. Источники тока.
4. Разность потенциалов. Напряжение. ЭДС.
5. Сопротивление проводников.
6. Закон Ома для неоднородного участка цепи и для замкнутой цепи.

### **Тема 10. Магнитное поле тока**

1. Магнитное поле постоянного тока. Силовые линии. Индукция магнитного поля.
2. Закон Био-Савара-Лапласа.
3. Действие магнитного поля на проводник с током.
4. Закон Ампера. Взаимодействие параллельных прямолинейных токов.

### **Тема 11. Электромагнитная индукция. Энергия магнитного поля**

1. Закон Фарадея.
2. Правило Ленца.
3. ЭДС индукции в неподвижных проводниках.
4. Вращение рамки в магнитном поле
5. Взаимная индукция. Самоиндукция. ЭДС самоиндукции.
6. Индуктивность.

### **Тема 12. Электромагнитные колебания в колебательном контуре**

1. Колебательный контур.
2. Описание электромагнитных колебаний в колебательном контуре.
3. Свободные незатухающие колебания в колебательном контуре.
4. Свободные затухающие электромагнитные колебания.

### **Тема 13. Переменный электрический ток. Электромагнитное поле**

1. Переменный электрический ток: основные понятия и законы.
2. Мощность, выделяемая в цепи переменного тока.
3. Переменный электрический ток.
4. Электрическая цепь с резистором.
5. Электрическая цепь с катушкой индуктивности.
6. Электрическая цепь с конденсатором. Закон Ома для цепи переменного тока.

### **Тема 14. Геометрическая оптика. Линзы**

1. Фотометрия. Основы геометрической оптики.
2. Законы отражения и преломления света.
3. Линзы, формула тонкой линзы.
4. Изображение предметов с помощью линз.

### **Тема 15. Волновая оптика. Интерференция и дифракция света. Дисперсия и поляризация света**

1. Интерференция световых волн. Условие когерентности.
2. Интерференция света в тонких пленках.
3. Качественное объяснение интерференционной картины в виде полос равной толщины и полос равного наклона.
4. Проявление дифракции света.
5. Взаимодействие электромагнитных волн с веществом.
6. Дисперсия света. Поглощение света.
7. Поляризация света.

### **Тема 16. Квантовая природа излучения**

1. Законы теплового излучения.
2. Закон Стефана-Больцмана.

3. Фотоэффект.
4. Уравнение Эйнштейна для внешнего фотоэффекта.
5. Масса, энергия и импульс фотона.

### **Тема 17. Квантовомеханическая теория водородного атома. Элементы современной физики атомов и молекул**

1. Модели атома Томсона и Резерфорда.
2. Постулаты Бора. Спектр атома водорода по Бору.
3. Корпускулярно-волновой дуализм свойств вещества.
4. Общее уравнение Шредингера.

### **Тема 18. Основы физики атомного ядра. Элементарные частицы**

1. Состав, заряд атомного ядра.
2. Массовое и зарядовое числа.
3. Ядерные силы, их свойства, модели ядра.
4. Элементарные частицы. Космическое излучение.
5. Классификация элементарных частиц. Физическая картина мира.

## **Повышенный уровень**

### **Тема 1. Кинематика материальной точки**

1. Тангенциальное. Нормальное и полное ускорения.
2. Границы применимости классического описания движения
3. О смысле производной и интеграла в приложениях к физическим задачам.

### **Тема 2. Динамика материальной точки**

1. Взаимодействие тел на расстоянии и полевое взаимодействие.
2. Движение центра инерции тела.
3. Уравнение движения тела переменной массы.
4. Аддитивность и закон сохранения массы.

### **Тема 3. Работа и энергия. Кинематика и динамика вращательного движения**

1. Кинетическая энергия привращательном движении. Момент инерции.
2. Теорема Штейнера.
3. Уравнение динамики вращательного движения.
4. Закон сохранения момента импульса.
5. Аналогия между поступательным и вращательным движением.

### **Тема 4. Механические колебания и волны**

1. Дифференциальное уравнение гармонических колебаний и его решение.
2. Затухающие колебания. Коэффициент затухания, декремент.
3. Сложение колебаний. Вынужденные колебания.
4. Плотность энергии упругой волны.
5. Стоячая волна. Колебания струны.

### **Тема 5. Основы молекулярно-кинетической теории**

1. Элементы статистической физики.

2. Связь между параметрами состояния газа в изопроцессах.
3. Функция распределения Максвелла по скоростям молекул.
4. Распределение тепловой энергии по степеням свободы молекул. Скорости движения молекул – вероятная, средняя, средняя квадратичная.
5. Опыты Штерна и Ламмерта по определению скоростей молекул.

### **Тема 6. Основы термодинамики**

1. Молярные и удельные теплоемкости.
2. Уравнение Майера.
3. Работа, совершаемая газом над внешними телами.
4. Циклические процессы (на примере цикла Отто).
5. Энтропия. Термодинамическое и статистическое определение энтропии.

### **Тема 7. Электростатика**

1. Электрический диполь, вычисление напряженности на оси диполя.
2. Теорема Остроградского-Гаусса. Применение теоремы для вычисления поля равномерно заряженной сферы.
3. Теорема Остроградского-Гаусса. Применение теоремы для вычисления поля равномерно заряженной бесконечной плоскости, двух параллельных разноименно заряженных плоскостей.
4. Теорема Остроградского-Гаусса. Применение теоремы для вычисления поля равномерно заряженной цилиндрической поверхности.
5. Теорема Остроградского-Гаусса. Применение теоремы для вычисления поля шара, равномерно заряженного по объему.

### **Тема 8. Проводники в электрическом поле. Электрическое поле в диэлектриках**

1. Энергия системы зарядов, уединенного проводника и конденсатора.
2. Энергия электростатического поля.
3. Вектор электрического смещения.
4. Теорема Остроградского – Гаусса для электростатического поля в диэлектрике.

### **Тема 9. Законы постоянного тока**

1. Закон Ома для однородного участка цепи в интегральной и дифференциальной форме.
2. Разветвленные электрические цепи. Правила Кирхгофа.
3. Работа и мощность постоянного тока.
4. Закон Джоуля-Ленца.

### **Тема 10. Магнитное поле тока**

1. Магнитное поле прямолинейного проводника и кругового витка с током.
2. Движение электрических зарядов в электромагнитных полях: однородное электрическое поле, однородное магнитное поле.
3. Взаимно-перпендикулярное электрическое и магнитное поля.
4. Взаимодействие параллельных токов.

5. Энергия и плотность энергии магнитного поля.
6. Ток смещения.

### **Тема 11. Электромагнитная индукция. Энергия магнитного поля**

1. Максвелловская трактовка явления электромагнитной индукции.
2. Индуктивность проводов.
3. Явления при замыкании и размыкании тока.
4. Магнитная энергия токов.
5. Локализация магнитной энергии в пространстве.
6. Теорема о сохранении магнитного потока.

### **Тема 12. Электромагнитные колебания в колебательном контуре**

1. Вынужденные электромагнитные колебания.
2. Электрический резонанс.

### **Тема 13. Переменный электрический ток. Электромагнитное поле**

1. Вихревое электрическое поле.
2. Переменный электрический ток.
3. Действующее значение переменного тока.
4. Мгновенная мощность.
5. Резонанс в электрических цепях.
6. Резонанс напряжений.

### **Тема 14. Геометрическая оптика. Линзы**

1. Явление полного внутреннего отражения.
2. Оптическая сила линзы.

### **Тема 15. Волновая оптика. Интерференция и дифракция света. Дисперсия и поляризация света**

1. Применения интерференции: просветление оптики, интерферометр, контроль качества поверхности.
2. Необходимые условия для наблюдения различных видов дифракции – Френеля и Фраунгофера.
3. Рассеяние света.
4. Эффект Доплера.

### **Тема 16. Квантовая природа излучения**

1. Закон Вина.
2. Давление света.
3. Эффект Комптона и его элементарная природа.

### **Тема 17. Квантовомеханическая теория водородного атома. Элементы современной физики атомов и молекул**

1. Линейчатый спектр атома водорода.
2. Некоторые свойства волн де Броиля.
3. Элементы современной физики атомов и молекул.

## **Тема 18. Основы физики атомного ядра. Элементарные частицы**

1. Дефект массы и энергия связи ядра.
2. Спин ядра и его магнитный момент.
3. Закон радиоактивного распада. Правила смещения.

### **Критерии оценивания компетенций:**

Назначение собеседования - дать возможность студенту рассмотреть изучаемый материал во взаимосвязи всех разделов и тем, что приводит к углублённому и качественному освоению изучаемого материала. Собеседование также предназначаются для оценки уровня знаний студента по изучаемой дисциплине.

Основой для определения оценки на собеседовании является уровень усвоения студентом материала, предусмотренного Рабочей программой по изучаемой дисциплине.

Оценка «**отлично**» выставляется студенту, показавшему:

- всесторонние, систематизированные и глубокие знания по изучаемой дисциплине в рамках рабочей программы;
- умение творчески применять полученные знания для поставленной научно-технической задачи;
- усвоение основной и знакомство с дополнительной литературой, рекомендуемой Рабочей программой.

Как правило, оценка «**отлично**» выставляется студенту, усвоившему взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявившему творческие способности и понимание, изложении и использовании учебно-программного материала.

Оценка «**хорошо**» выставляется студенту, показавшему:

- знание основного учебно-программного материала;
- успешное самостоятельное выполнение предусмотренных в рабочей программе заданий;
- усвоение основной литературы, рекомендованной рабочей программой.

Как правило, оценка «**хорошо**» выставляется студенту, показавшему систематизированный характер знаний по изучаемой дисциплине и способному к их самостоятельному применению.

Оценка «**удовлетворительно**» выставляется студенту, показавшему:

- знание основного учебно-программного материала, в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по выбранной профессии,
- способность выполнять задания, предусмотренные рабочей программой,
- знакомство с основной литературой, рекомендуемой рабочей программой.

Оценка «**удовлетворительно**» выставляется студенту, допустившему погрешности в ответе, но обладающему необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.

Оценка «**неудовлетворительно**» выставляется студенту, если студент допустил ошибки в ответе и не обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.

Составитель \_\_\_\_\_  
(подпись)

«\_\_\_\_» 20\_\_ г.

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«СЕВЕРО - КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
**Институт сервиса, туризма и дизайна (филиал) СКФУ в г. Пятигорске**

УТВЕРЖДАЮ:  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_  
«\_\_\_\_» 20\_\_ г.

## Комплект заданий для самостоятельного решения задач

по дисциплине **Физика**

### Раздел 1. Механика

#### Тема 1. Кинематика материальной точки

##### Вариант 1

###### *Базовый уровень*

Задание 1.

При аварийном торможении автомобиль, движущийся со скоростью 72 км/ч, остановился через 5 с. Найти тормозной путь.

Задание 2.

Камень брошен горизонтально. Через 3 с его скорость оказалась направленной под углом  $45^0$  к горизонту. Определить начальную скорость камня.

###### *Повышенный уровень*

Задание 3.

Поезд прошел расстояние 17 км между двумя станциями со средней скоростью 60 км/ч. При этом на разгон в начале движения и торможения перед остановкой ушло в общей сложности 4 мин, а остальное время поезд двигался с постоянной скоростью. Чему равна эта скорость?

##### Вариант 2

###### *Базовый уровень*

Задание 1.

При равноускоренном движении мотоциклист за первые 5 с прошел путь в 45 м, а в следующие 5 с – путь в 95 м. Найти начальную и среднюю скорости мотоциклиста.

Задание 2.

Вертикально вверх с начальной скоростью 20 м/с брошен камень. Через 1 с после этого брошен вертикально вверх другой камень с такой же скоростью. На какой высоте встретятся камни?

###### *Повышенный уровень*

Задание 3.

Лыжник съехал с горы длиной 40 м за 10 с, после чего он проехал по горизонтальной площадке до остановки 20 м. Считая движение с горы равноускоренным без начальной скорости, а по горизонтальной площадке равнозамедленным, найти скорость лыжника в конце горы и среднюю скорость на всем пути.

### **Вариант 3**

#### *Базовый уровень*

Задание1.

Движение точки по прямой задано уравнением  $x = At + Bt^2$ , где  $A = 2 \text{ м/с}$ ,  $B = -0,5 \text{ м/с}^2$ . Определить среднюю путевую скорость  $\langle v \rangle$  движения точки в интервале времени от  $t_1 = 1 \text{ с}$  до  $t_2 = 3 \text{ с}$ .

Задание 2.

Под углом  $600$  к горизонту брошено тело с начальной скоростью  $20 \text{ м/с}$ . Через какой промежуток времени оно будет двигаться под углом  $450$  к горизонту.

#### *Повышенный уровень*

Задание 3.

По дуге окружности радиусом  $10 \text{ м}$  движется точка. В некоторый момент времени нормальное ускорение точки  $4,9 \text{ м/с}^2$ ; в этот момент векторы полного и нормального ускорений образуют угол  $60^0$ . Найти скорость и тангенциальное ускорение точки.

### **Вариант 4**

#### *Базовый уровень*

Задание1.

Самолет движется со скоростью  $19 \text{ км/ч}$ . С некоторого момента он начинает двигаться с ускорением  $a$  в течение  $10 \text{ с}$ , а последние  $120 \text{ м}$  проходит за одну секунду. Определить ускорение и конечную скорость самолета.

Задание 2.

Точка движется по окружности радиуса  $20 \text{ см}$  с постоянным тангенциальным ускорением  $5 \text{ м/с}^2$ . Через какое время после начала движения нормальное ускорение точки будет равно тангенциальному ускорению?

#### *Повышенный уровень*

Задание 3.

Снаряд, выпущенный из орудия под углом  $\alpha = 30^0$  к горизонту, дважды был на одной и той же высоте  $h$ : спустя время  $t_1 = 10 \text{ с}$  и  $t_2 = 50 \text{ с}$  после выстрела. Определить начальную скорость  $v_0$  и высоту  $h$ . Сопротивлением движению пренебречь. Принять  $g = 10 \text{ м/с}^2$ .

### **Вариант 5**

#### *Базовый уровень*

Задание1.

Радиус-вектор материальной точки изменяется со временем по закону  $\vec{r}(t) = \vec{i}Ct + \vec{j}Bt$ , где  $C = 3 \text{ м/с}$ ,  $B = 1 \text{ м/с}^2$ ,  $\vec{i}$  и  $\vec{j}$  – орты осей  $x$  и  $y$ . Найти уравнение траектории, а так же модуль скорости и ускорение в момент времени  $t = 2 \text{ с}$ .

Задание 2.

Дальность полета тела, брошенного горизонтально со скоростью  $4,9 \text{ м/с}$ , равна высоте бросания. Под каким углом к горизонту направлена скорость тела в момент его падения на землю?

#### *Повышенный уровень*

Задание 3.

Поезд движется равнозамедленно по закруглению радиусом  $R = 1$  км. В начале участка длиной 560 м поезд имеет скорость  $v_0 = 36$  км/ч и ускорение  $a_0 = 0,125$  м/с<sup>2</sup>. Определить скорость и ускорение поезда в конце участка.

### **Вариант 6**

#### *Базовый уровень*

Задание1.

Закон движения материальной точки  $\vec{r}(t) = \vec{i}Ct - \vec{j}Bt$ , где  $A = 10$  м/с,  $B = 5$  м/с<sup>2</sup>,  $\vec{i}$  и  $\vec{j}$  – орты осей  $x$  и  $y$ . Найти угол между скоростью и ускорением в момент времени  $t = 2$  с.

Задание 2.

Под мостом одновременно оказались плот и моторная лодка, плывущие в одном направлении. Обогнав плот, лодка проплыла вниз по реке 16 км и повернула обратно. Проплыв 8 км вверх по течению за 40 мин, лодка встретила тот же плот. Определить скорость течения реки и скорость лодки относительно воды.

#### *Повышенный уровень*

Задание 3.

Самолет летит из пункта А в пункт В и возвращается назад в пункт А. Скорость самолета в безветренную погоду равна  $v$ . Найти отношение средних скоростей всего перелета для двух случаев, когда во время перелета ветер дует: а) вдоль линии АВ; б) перпендикулярно линии АВ. Скорость ветра равна  $u$ .

### **Вариант 7**

#### *Базовый уровень*

Задание1.

Материальная точка начинает двигаться по окружности радиусом 12,5 см с постоянным тангенциальным ускорением 0,5 см/с<sup>2</sup>. Определить момент времени, при котором вектор ускорения образует с вектором скорости угол 45°.

Задание 2.

Точка начинает движение из состояния покоя и движется по прямой с постоянным ускорением  $a = 0,2$  м/с<sup>2</sup>. Определить путь, который точка пройдет за промежуток времени от  $t_1 = 4$  с до  $t_2 = 10$  с.

#### *Повышенный уровень*

Задание 3.

Поезд движется равнозамедленно по дуге окружности радиуса  $R = 800$  м и проходит путь  $s = 800$  м, имея начальную скорость  $v_0 = 54$  км/ч и конечную  $v = 18$  км/ч. Определить полное ускорение поезда в начале и в конце дуги, а также время движения по этой дуге.

### **Вариант 8**

#### *Базовый уровень*

Задание1.

Поезд движется со скоростью 72 км/ч. При торможении он получает замедление, равное 0,4 м/с<sup>2</sup>. Найти, за какое время до прихода поезда на станцию и на каком от станции расстоянии должно быть начато торможение.

**Задание 2.**

Молот, ударив сваю, движется затем вместе с ней в течение 0,02 с до остановки, причем свая углубляется в землю на 6 см. Определить начальную скорость движения сваи, считая его равнозамедленным.

*Повышенный уровень*

**Задание 3.**

Задан закон движения точки в прямоугольной системе координат:  $x = 3t^2$ ,  $y = 4t^2$ . Определить момент времени  $t$ , когда криволинейная координата точки  $s = 110$  м, если при  $t_0 = 0$   $s_0 = 0$  и точка движется в положительном направлении координаты  $s$ .

**Вариант 9**

*Базовый уровень*

**Задание 1.**

Поезд имея, имея начальную скорость 54 км/ч, прошел 600 м в первые 30 с. Считая движение поезда равнозамедленным, определить скорость и ускорение поезда в конце 30-й секунды, если рассматриваемое движение поезда происходит на закруглении радиуса  $R = 1$  км.

**Задание 2.**

Проекции скорости точки во время движения определяются выражениями:  $v_x = 0,2t^2$ ,  $v_y = 3$  м/с. Определить касательное ускорение в момент времени  $t = 2,5$  с.

*Повышенный уровень*

**Задание 3.**

Точка движется по криволинейной траектории с касательным ускорением  $a_t = 2$  м/с<sup>2</sup>. Определить угол в градусах между векторами скорости и полного ускорения точки в момент времени  $t = 2$  с, когда радиус кривизны траектории  $\rho = 4$  м, если при  $t_0 = 0$  скорость точки  $v_0 = 0$ .

**Вариант 10**

*Базовый уровень*

**Задание 1.**

Движение точки задано уравнением  $dx/dt = 0,3t^2$  и  $y = 0,2t^3$ . Определить ускорение в момент времени  $t = 7$  с.

**Задание 2.**

Даны уравнения движения точки:  $x = \pi^2 - t^2$ ;  $y = t^2 - \cos t$ . Определите проекцию ускорения  $a_y$  в момент времени, когда координата  $x = 0$ . Координаты выражены в метрах, время в секундах.

*Повышенный уровень*

**Задание 3.**

Модуль скорости  $v$  частицы меняется со временем по закону  $v = kt + b$ , где  $k$  и  $b$  - положительные постоянные. Модуль ускорения равен  $a = 3k$ . Найдите значения тангенциального и нормального ускорений, а также зависимость радиуса кривизны траектории от времени  $R(t)$ .

**Тема 2. Динамика материальной точки**

**Вариант 1**

### *Базовый уровень*

#### *Задание 1.*

Под действием постоянной силы  $F=10$  Н тело движется прямолинейно и зависимость пройденного пути от времени имеет вид  $S=10-5t+t^2$ . Найти массу тела и импульс тела в конце шестой секунды.

#### *Задание 2.*

Тело массой 2 кг движется прямолинейно со скоростью, зависимость которой от времени выражается уравнением  $v=6t^2+10t$ . Определить путь, пройденный телом за 5 секунд, и силу, действующую на тело в конце пятой секунды.

### *Повышенный уровень*

#### *Задание 3.*

Материальная точка массой  $m = 2$  кг движется под действием некоторой силы  $F$  согласно уравнению  $x=A+Bt+Ct^2+Dt^3$ , где  $C = 1$  м/с<sup>2</sup>,  $D = -0,2$  м/с<sup>3</sup>. Найти значения этой силы в моменты времени  $t_1=2$  с и  $t_2 = 5$  с. В какой момент времени сила равна нулю?

## **Вариант 2**

### *Базовый уровень*

#### *Задание 1.*

Определить скорость, которую получит платформа через  $t=30$  с после начала движения, если коэффициент трения  $k=0,02$ . Масса платформы  $m=5 \cdot 10^6$  кг, сила тяги  $F=1,65$  МН.

#### *Задание 2.*

На гладкой горизонтальной плоскости находится тело массой  $m_1=250$  г. Тело массой  $m_2=400$  г подвешено на нити, перекинутой через блок и привязанный к телу  $m_1$ . Пренебрегая массой блока и трением, определить: 1) силу натяжения нити; 2) ускорение тел.

### *Повышенный уровень*

#### *Задание 3.*

Наклонная плоскость, образующая угол  $\alpha = 25^\circ$  с плоскостью горизонта, имеет длину  $l = 2$  м. Тело, двигаясь равноускоренно, скользнуло с этой плоскости за время  $t = 2$  с. Определить коэффициент трения  $\mu$  тела о плоскость.

## **Вариант 3**

### *Базовый уровень*

#### *Задание 1.*

Движение материальной точки описывается уравнением  $x = 25 - 10t + 2t^2$ . Считая её массу равной 3 кг, найдите изменение импульса за первые 8 с её движения. Найдите импульс силы, вызвавшей это изменение.

#### *Задание 2.*

Определить скорость автомобиля массой 2 т в по выпуклому мосту радиусом 100 м, если он давит на середину моста с силой 25 кН.

### *Повышенный уровень*

#### *Задание 3.*

По наклонной плоскости с углом наклона  $\alpha$  к горизонту, равным  $30^\circ$ , скользит тело. Определить скорость тела в конце третьей секунды от начала скольжения, если коэффициент трения 0,15.

## **Вариант 4**

### *Базовый уровень*

#### *Задание 1.*

К одному концу веревки, перекинутой через неподвижный блок, привязан груз массой  $m=20$  кг. С каким ускорением движется груз, если к другому концу веревки приложена сила  $220$  Н? Трение не учитывать.

#### *Задание 2.*

Два неупругих шара массами  $6$  кг и  $4$  кг движутся со скоростями  $8$  м/с и  $3$  м/с соответственно, направленными вдоль одной прямой. С какой скоростью они будут двигаться после абсолютно неупругого соударения, если первый догоняет второй? Движутся навстречу друг другу?

### *Повышенный уровень*

#### *Задание 3.*

Катер массой  $m=2$  т трогается с места и в течение времени  $\tau = 10$  с развивает при движении по спокойной воде скорость  $v = 4$  м/с. Определить силу тяги  $F$  мотора, считая ее постоянной. Принять силу сопротивления  $F_c$  движению пропорциональной скорости; коэффициент сопротивления  $k = 100$  кг/с.

### **Вариант 5**

### *Базовый уровень*

#### *Задание 1.*

Определить силу давления автомобиля массой  $m=5$  т на мост в верхней его части, если радиус кривизны моста  $R=100$  м. Скорость движения автомобиля  $v=36$  км/ч.

#### *Задание 2.*

Шайба, пущенная по поверхности льда с начальной скоростью  $v_0=20$  м/с, остановилась через  $t=40$  с. Найти коэффициент трения  $f$  шайбы о лед.

### *Повышенный уровень*

#### *Задание 3.*

На гладком столе лежит брускок массой  $m = 4$  кг. К брускому привязаны два шнура, перекинутые через неподвижные блоки, прикрепленные к противоположным краям стола. К концам шнурков подвешены гири, массы которых  $m_1=1$  кг и  $m_2 = 2$  кг. Найти ускорение  $a$ , с которым движется брускок, и силу  $T$  натяжения каждого из шнурков. Массой блоков и трением пренебречь.

### **Вариант 6**

### *Базовый уровень*

#### *Задание 1.*

Определить центростремительную силу, действующую на закругленном участке пути радиусом  $R=50$  м, на автомобиль массой  $m=1$  т, движущийся со скоростью  $v=18$  км/ч.

#### *Задание 2.*

На гладком столе лежит брускок массой  $m=4$  кг. К брускому привязан шнур, ко второму концу которого приложена сила  $F=10$  Н, направленная параллельно поверхности стола. Найти ускорение  $a$  бруска.

### *Повышенный уровень*

#### *Задание 3.*

Две гири массой  $m_1 = 7$  кг и  $m_2 = 11$  кг висят на концах нерастяжимой невесомой нити, перекинутой через неподвижный блок. Гири сначала находятся на одной высоте. Через какое время после начала движения более легкая гиря окажется на  $h = 20$  см выше тяжелой? Массой блока и трением в блоке пренебречь.

## **Вариант 7**

### *Базовый уровень*

Задание 1.

Определить силу давления автомобиля на выпуклый мост в его верхней точке, если радиус кривизны моста  $R=100$  м, масса автомобиля  $m=4$  т, а его скорость  $v=36$  км/ч.

Задание 2.

Тело имеет массу  $m = 10$  кг. Какая сила тяжести действует на это тело на высоте трех земных радиусов  $h = 3R$  от поверхности Земли? На поверхности Земли считать  $g_0 = 9,8$  м/с<sup>2</sup>.

### *Повышенный уровень*

Задание 3.

Определить силу, направленную параллельно наклонной плоскости, которую необходимо приложить к телу массой 0,2 кг для того, чтобы оно двигалось с ускорением 0,5 м/с<sup>2</sup> вверх по наклонной плоскости. Угол наклона плоскости 30°, коэффициент трения  $\mu = 0,2$ .

## **Вариант 8**

### *Базовый уровень*

Задание 1.

Определить ускорение, которое приобрела платформа под действием силы  $F=90$  кН. Масса платформы  $m=18$  т. Коэффициент трения  $k=0,05$ .

Задание 2.

К пружинным весам подвешен блок. Через блок перевешен шнур, к концам которого привязали грузы массами  $m_1 = 1,5$  кг и  $m_2 = 3$  кг. Каково будет показание весов во время движения грузов? Массой блока и шнура пренебречь.

### *Повышенный уровень*

Задание 3.

Два бруска массами 0,2 и 0,3 кг связаны легкой нитью и лежат на гладком столе. К более тяжелому бруски приложена сила 1 Н, направленная параллельно плоскости стола. С каким ускорением будет двигаться система? Определить натяжение нити.

## **Вариант 9**

### *Базовый уровень*

Задание 1.

Платформа массой  $m=3 \cdot 10^5$  кг движется с начальной скоростью  $v_0=40$  км/ч. Определить среднюю силу торможения, если платформа останавливается за время  $t=1$  мин 20 с.

Задание 2.

Определить ускорение движущегося под действием силы тяжести по наклонной плоскости тела, если коэффициент трения 0,3, а угол наклона плоскости составляет 30°.

### *Повышенный уровень*

Задание 3.

Два бруска массами  $m_1=1$  кг и  $m_2 = 4$  кг, соединенные шнуром, лежат на столе. С каким ускорением  $a$  будут двигаться бруски, если к одному из них приложить силу  $F = 10$  Н, направленную горизонтально? Какова будет сила  $T$  натяжения шнура, соединяющего бруски, если силу 10 Н приложить к первому бруски? Ко второму бруски? Трением пренебречь.

## **Вариант 10**

### *Базовый уровень*

Задание1.

Определить скорость предмета массой  $m=25\text{т}$  к началу торможения, если он останавливается за время  $\Delta t=2$  мин под действием средней силы торможения  $F=4\text{ кН}$ .

Задание 2.

Определить силу тяги на крюке трактора, если ускорение, с которым трактор ведет прицеп,  $a=0,2\text{ м/с}^2$ . Масса прицепа  $m=0,5\text{ т}$ , сопротивление движению  $F=1,5\text{ кН}$ .

### *Повышенный уровень*

Задание 3.

Брусок массой 1 кг движется по горизонтальной плоскости равномерно под действием силы 1 Н, приложенной под углом  $60^\circ$  к плоскости. Определить коэффициент трения между бруском и плоскостью.

## **Тема 3. Работа и энергия. Кинематика и динамика вращательного движения**

### **Вариант 1**

### *Базовый уровень*

Задание1.

Пружина жесткостью  $10^3\text{ Н/м}$  была сжата на 5 см. Какую нужно совершить работу, чтобы сжатие пружины увеличить до 15 см?

Задание 2.

Камень массой 2 кг бросают вертикально вверх с начальной скоростью 20 м/с. Какова начальная кинетическая энергия камня? Какова потенциальная энергия камня на максимальной высоте? Каково значение максимальной высоты подъёма?

### *Повышенный уровень*

Задание 3.

Вал массой  $m=100\text{ кг}$  и радиусом  $R=5\text{ см}$  вращался с частотой  $n=8\text{ с}^{-1}$ . К цилиндрической поверхности вала прижали тормозную колодку с силой  $F=40\text{ Н}$ , под действием которой вал остановился через  $t=10\text{ с}$ . Определить коэффициент трения  $\mu$ .

### **Вариант 2**

### *Базовый уровень*

Задание1.

Автомобиль массой 2 т затормозил и остановился, пройдя путь 50 м. Найти работу силы трения, если дорога горизонтальна и коэффициент трения равен 0,4.

Задание 2.

Камень брошен вертикально вверх со скоростью 10 м/с. На какой высоте кинетическая энергия камня равна его потенциальной энергии?

### *Повышенный уровень*

Задание 3.

На горизонтальную ось насажаны маховик и легкий шкив радиусом  $R=5\text{ см}$ . На шкив намотан шнур, к которому привязан груз массой  $m=0,4\text{ кг}$ . Опускаясь равномерно, груз прошел путь  $s=1,8\text{ м}$  за время  $t=3\text{ с}$ . Определить момент инерции  $J$  маховика. Массу шкива считать пренебрежимо малой.

### **Вариант 3**

### *Базовый уровень*

#### *Задание 1.*

Автомобиль массой 2 т движется в гору. Уклон горы равен 4 м на каждые 100 м пути. Коэффициент трения равен 0,08. Найти работу, совершенную двигателем автомобиля на пути 3 км.

#### *Задание 2.*

Неупругие шары массами 1 кг и 2 кг движутся навстречу друг другу со скоростями соответственно равными 1 м/с и 2 м/с. Найдите изменение кинетической энергии системы после удара.

### *Повышенный уровень*

#### *Задание 3.*

Тонкий однородный стержень длиной  $l = 50$  см и массой  $m = 400$  г вращается с угловым ускорением  $\varepsilon = 3$  рад/с<sup>2</sup> около оси, проходящей перпендикулярно стержню через его середину. Определить вращающий момент  $M$ .

## **Вариант 4**

### *Базовый уровень*

#### *Задание 1.*

Найти, какую мощность развивает двигатель автомобиля массой 1 т, если известно, что автомобиль едет с постоянной скоростью 36 км/ч по горизонтальной дороге.

#### *Задание 2.*

Троллейбус массой 15 т трогается с места с ускорением 1,4 м/с<sup>2</sup>. Найдите работу силы тяги и работу силы сопротивления на первых 10 м пути, если коэффициент сопротивления равен 0,02. Какую кинетическую энергию приобрёл троллейбус?

### *Повышенный уровень*

#### *Задание 3.*

Шар массой  $m=10$  кг и радиусом  $R=20$  см вращается вокруг оси, проходящей через его центр. Уравнение вращения шара имеет вид  $\varphi=A+Bt^2+Ct^3$ , где  $B=4$  рад/с<sup>2</sup>;  $C=-1$  рад/с<sup>3</sup>. Найти закон изменения момента сил, действующих на шар. Определить момент сил  $M$  в момент времени  $t=2$  с.

## **Вариант 5**

### *Базовый уровень*

#### *Задание 1.*

Автомобиль массой 10 т движется под уклон по дороге, составляющей с горизонтом угол, равный 4<sup>0</sup>. Найти работу силы тяжести на пути 100 м.

#### *Задание 2.*

Камень брошен вверх под углом  $\varphi = 60^\circ$  к плоскости горизонта. Кинетическая энергия  $K_0$  камня в начальный момент времени равна 20 Дж. Определить кинетическую  $K$  и потенциальную  $U$  энергии камня в высшей точке его траектории. Сопротивлением воздуха пренебречь.

### *Повышенный уровень*

#### *Задание 3.*

Человек стоит на скамье Жуковского и ловит рукой мяч массой  $m=0,4$  кг, летящий в горизонтальном направлении со скоростью  $v = 20$  м/с. Траектория мяча проходит на расстоянии  $r = 0,8$  м от вертикальной оси вращения скамьи. С какой угловой скоростью  $\omega$  начнет вращаться скамья Жуковского с человеком, поймавшим мяч, если суммарный момент инерции  $J$  человека и скамьи равен 6 кг·м<sup>2</sup>?

## **Вариант 6**

### *Базовый уровень*

Задание 1.

Гиря, положенная на верхний конец спиральной пружины, сжимает ее на 2 мм. На сколько сожмет пружину та же гиря, упавшая на конец пружины с высоты 5 см?

Задание 2.

Шар массой  $m = 1,8$  кг сталкивается с покоящимся шаром большей массы  $M$ . В результате прямого упругого удара шар потерял 0,36 своей кинетической энергии  $K$ . Определить массу  $M$  большего шара.

### *Повышенный уровень*

Задание 3.

Платформа, имеющая форму диска, может вращаться около вертикальной оси. На краю платформы стоит человек массой  $m=60$  кг. На какой угол  $\varphi$  повернется платформа, если человек пойдет вдоль края платформы и, обойдя его, вернется в исходную точку на платформе? Масса  $m_2$  платформы равна 240 кг. Момент инерции  $J$  человека рассчитывать как для материальной точки.

## **Вариант 7**

### *Базовый уровень*

Задание 1.

Определить работу, совершающую человеком при поднятии груза массой 2 кг на высоту 1 м с ускорением 3 м/с<sup>2</sup>.

Задание 2.

Частица массой  $m_1 = 10^{-24}$  г имеет кинетическую энергию  $K_1 = 9$  кДж. В результате упругого столкновения с покоящейся частицей массой  $m_2 = 4 \cdot 10^{-24}$  г она сообщает ей кинетическую энергию  $K_2 = 5$  кДж. Определить угол  $\alpha$  на который отклонится частица от своего первоначального направления.

### *Повышенный уровень*

Задание 3.

Платформа в виде диска радиусом  $R=1$  м вращается по инерции с частотой  $n=6$  мин<sup>-1</sup>. На краю платформы стоит человек, масса  $m$  которого равна 80 кг. С какой частотой  $n$  будет вращаться платформа, если человек перейдет в ее центр? Момент инерции  $J$  платформы равен 120 кг·м<sup>2</sup>. Момент инерции человека рассчитывать как для материальной точки.

## **Вариант 8**

### *Базовый уровень*

Задание 1.

Определить полезную мощность при разбеге самолета массой 1 т, длина разбега 300 м, взлетная скорость 30 м/с, коэффициент сопротивления 0,03.

Задание 2.

На покоящийся шар налетает со скоростью  $v_1 = 2$  м/с другой шар одинаковой с ним массы. В результате столкновения этот шар изменил направление движения на угол  $\alpha = 30^\circ$ . Определить: 1) скорости  $u_1$  и  $u_2$  шаров после удара; 2) угол  $\beta$  между вектором скорости второго шара и первоначальным направлением движения первого шара. Удар считать упругим.

### *Повышенный уровень*

### Задание 3.

На скамье Жуковского стоит человек и держит в руках стержень длиной  $l=2,4$  м и массой  $m=8$  кг, расположенный вертикально по оси вращения скамейки. Скамья с человеком вращается с частотой  $n=1$  с<sup>-1</sup>. С какой частотой  $n_2$  будет вращаться скамья с человеком, если он повернет стержень в горизонтальное положение? Суммарный момент инерции  $J$  человека и скамьи равен 6 кг·м<sup>2</sup>.

### Вариант 9

#### *Базовый уровень*

##### Задание 1.

Тело массой 100 кг поднимают с ускорением 2 м/с<sup>2</sup> на высоту 25 м. Какая работа совершается при подъёме тела?

##### Задание 2.

Из двух соударяющихся абсолютно упругих шаров шар массой  $M$  покоятся. В результате прямого удара шар массой  $m$  потерял  $3/4$  своей кинетической энергии  $K_i$ . Определить отношение  $k = M / m$  масс шаров.

#### *Повышенный уровень*

##### Задание 3.

На концах тонкого однородного стержня (длины  $L$  и массы  $3m$ ) прикреплены шарики, массы которых  $m$  и  $2m$  соответственно. Определить момент инерции такой системы относительно оси, перпендикулярной стержню и проходящей через шарик массы  $2m$ .

### Вариант 10

#### *Базовый уровень*

##### Задание 1.

Сани тянут на пути 100 м с силой 80 Н за верёвку, составляющую угол 300 к горизонту. Какая работа совершается при этом?

##### Задание 2.

Два шара подвешены на нитях одинаковой длины  $L = 90$  см так, что они соприкасаются. Массы шаров  $m_1 = 100$  г и  $m_2 = 200$  г. Меньший шар отклоняют на угол  $\alpha = 90^\circ$  и отпускают. На какую высоту поднимутся шары после центрального абсолютно упругого соударения?

#### *Повышенный уровень*

##### Задание 3.

По наклонной плоскости, образующей угол  $\alpha = 30^\circ$  с горизонтом, скатывается без скольжения сплошной однородный шар. Найти линейное ускорение центра шара. Сопротивлением воздуха пренебречь. Принять  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.

## Тема 4. Механические колебания и волны

### Вариант 1

#### *Базовый уровень*

##### Задание 1.

Колебательное движение описывается уравнением  $x=0,06\sin(12,56t+0,6)$ . Определите амплитуду и период колебаний.

##### Задание 2.

Физический маятник в виде тонкого прямого стержня длиной  $L = 120$  см колеблется

около горизонтальной оси, проходящей перпендикулярно стержню через точку, удаленную на некоторое расстояние  $a$  от центра масс стержня. При каком значении  $a$  период  $T$  колебаний имеет наименьшее значение?

#### *Повышенный уровень*

Задание 3.

От источника колебаний распространяется волна вдоль прямой линии. Амплитуда колебаний  $A = 10 \text{ см}$ . Как велико смещение  $\xi(x,t)$  точки, удаленной от источника на  $x = 3/4 \lambda$ , в момент, когда от начала колебаний прошло время  $t = 0,9 T$ ?

### **Вариант 2**

#### *Базовый уровень*

Задание 1.

Математический маятник совершает колебания с частотой 4 Гц. Вычислите длину его подвеса.

Задание 2.

Звуковые колебания, имеющие частоту  $v = 500 \text{ Гц}$  и амплитуду  $A = 0,25 \text{ мм}$  распространяются в воздухе. Длина волны  $\lambda = 70 \text{ см}$ . Найти: 1) скорость распространения колебаний  $V$ ; 2) максимальную скорость частиц  $V_{max}$ .

#### *Повышенный уровень*

Задание 3.

Математический маятник длиной  $L_1 = 40 \text{ см}$  и физический маятник в виде тонкого прямого стержня длиной  $L_2 = 60 \text{ см}$  синхронно колеблются около одной и той же горизонтальной оси. Определить расстояние  $a$  до центра масс стержня от оси колебаний.

### **Вариант 3**

#### *Базовый уровень*

Задание 1.

Материальная точка совершает гармонические колебания по закону:  $x = 0,02 \cos(4\pi t + \frac{\pi}{2})$ . Определите амплитуду, период, частоту и начальную фазу колебаний.

Задание 2.

Задано уравнение плоской волны  $\xi(x,t) = A \cos(\omega t - kx)$ , где  $A = 0,5 \text{ см}$ ,  $\omega = 628 \text{ с}^{-1}$ ,  $k = 2 \text{ м}^{-1}$ . Определить максимальные значения скорости  $V_{max}$  и ускорения  $a_{max}$  колебаний частиц среды.

#### *Повышенный уровень*

Задание 3.

Диск радиусом  $R = 24 \text{ см}$  колеблется около горизонтальной оси, проходящей через середину одного из радиусов перпендикулярно плоскости диска. Определить период  $T$  колебаний такого маятника.

### **Вариант 4**

#### *Базовый уровень*

Задание 1.

Определите смещение от положения равновесия материальной точки, совершающей косинусоидальные гармонические колебания, по истечении 0,5 с от начала

отсчёта времени. Начальная фаза колебаний  $\frac{\pi}{6}$ , амплитуда колебаний 6 см, период колебаний 6 с

Задание 2.

Определить длину  $\lambda$  бегущей волны, если в стоячей волне расстояние  $L$  между первой и седьмой пучностями равно 15 см.

*Повышенный уровень*

Задание 3.

В открытую с обоих концов U-образную трубку с площадью поперечного сечения  $S = 0,4 \text{ см}^2$  быстро вливают ртуть массой  $m = 200 \text{ г}$ . Определить период  $T$  колебаний ртути в трубке.

**Вариант 5**

*Базовый уровень*

Задание 1.

Определите период и частоту колебаний груза массой 200 г на пружине жёсткостью 1,8 Н/м.

Задание 2.

Однородный диск радиусом  $R=30 \text{ см}$  колеблется около горизонтальной оси, проходящей через одну из образующих цилиндрической поверхности диска. Каков период  $T$  его колебаний?

*Повышенный уровень*

Задание 3.

От источника колебаний распространяется волна вдоль прямой линии. Амплитуда колебаний  $A = 10 \text{ см}$ . Как велико смещение  $\xi(x,t)$  точки, удаленной от источника на  $x = 3/4 \lambda$ , в момент, когда от начала колебаний прошло время  $t = 0,9 T$ ?

**Вариант 6**

*Базовый уровень*

Задание 1.

Определить промежуток времени, в течение которого тело массой 3,6 кг совершил 20 колебаний на пружине жёсткостью 10 Н/м.

Задание 2.

Математический маятник длиной  $L = 1 \text{ м}$  установлен в лифте. Лифт поднимается с ускорением  $a = 2,5 \text{ м/с}^2$ . Определить период  $T$  колебаний маятника.

*Повышенный уровень*

Задание 3.

Волна с периодом  $T = 1,2 \text{ с}$  и амплитудой колебаний  $A = 2 \text{ см}$  распространяется со скоростью  $V = 15 \text{ м/с}$ . Чему равно смещение  $\xi(x,t)$  точки, находящейся на расстоянии  $x = 45 \text{ м}$  от источника волн, в тот момент, когда от начала колебаний источника прошло время  $t = 4 \text{ с}$ ?

**Вариант 7**

*Базовый уровень*

Задание 1.

Груз массой 200 г, подвешенный к невесомой пружине, совершает 30 колебаний в минуту. Чему равна жёсткость пружины?

Задание 2.

Определить скорость  $V$  распространения волны в упругой среде, если разность фаз  $\Delta\varphi$  колебаний двух точек среды, отстоящих друг от друга на  $\Delta x = 10 \text{ см}$ , равна  $\pi/3$ . Частота колебаний  $\nu = 25 \text{ Гц}$ .

*Повышенный уровень*

Задание 3.

На концах тонкого стержня длиной  $L = 30 \text{ см}$  укреплены одинаковые грузики по одному на каждом конце. Стержень с грузиками колеблется около горизонтальной оси, проходящей через точку, удаленную на  $d = 10 \text{ см}$  от одного из концов стержня. Определить период  $T$  колебаний такого физического маятника. Массой стержня пренебречь.

**Вариант 8**

*Базовый уровень*

Задание 1.

Груз на пружине с жесткостью  $9,9 \text{ Н/м}$  делает 12 колебаний за 24 с. Определите массу груза.

Задание 2.

Две точки находятся на расстоянии  $\Delta x = 50 \text{ см}$  друг от друга на прямой, вдоль которой распространяется волна со скоростью  $V = 50 \text{ м/с}$ . Период колебаний  $T = 0,05 \text{ с}$ . Найти разность фаз  $\Delta\varphi$  колебаний в этих точках.

*Повышенный уровень*

Задание 3.

Цилиндрический поплавок массой  $m = 10 \text{ г}$  и сечением  $S = 1 \text{ см}^2$  вертикально погружен в воду. Чему равна частота  $\omega$  его колебаний, возникающих при малом смещении поплавка от положения равновесия? Сопротивлением воды пренебречь. Плотность воды  $\rho_0 = 1000 \text{ кг/м}^3$

**Вариант 9**

*Базовый уровень*

Задание 1.

Какова длина математического маятника, совершающего гармонические колебания с частотой 0,5 Гц на поверхности Луны? Ускорение свободного падения на поверхности Луны равно  $1,6 \text{ м/с}^2$ .

Задание 2.

Определить разность фаз  $\Delta\varphi$  колебаний источника волн, находящегося в упругой среде, и точки этой среды, отстоящей на  $x = 2 \text{ м}$  от источника. Частота колебаний  $\nu = 5 \text{ Гц}$ ; волны распространяются со скоростью  $V = 40 \text{ м/с}$ .

*Повышенный уровень*

Задание 3.

Материальная точка совершает гармонические колебания. Начальная фаза колебаний равна  $\varphi_0 = 0^\circ$ , период колебаний  $T = 6 \text{ с}$ , смещение точки в начальный момент времени максимально. Определить ближайший момент времени, когда скорость материальной точки равна половине максимального ее значения.

**Вариант 10**

*Базовый уровень*

Задание 1.

Определить ускорение свободного падения на поверхности планеты Марс при условии, что там математический маятник длиной 50 см совершил бы 20 колебаний за 40 с.

Задание 2.

Волна распространяется в упругой среде со скоростью  $V = 100 \text{ м/с}$ . Наименьшее расстояние  $\Delta x$  между точками среды, фазы колебаний которых противоположны, равно 1 м. Определить частоту  $\nu$  колебаний.

*Повышенный уровень*

Задание 3.

Материальная точка совершает гармонические колебания. Начальная фаза колебаний равна  $\varphi_0 = 0^\circ$ , период колебаний  $T = 24 \text{ с}$ , смещение точки в начальный момент времени максимально. Определить ближайший момент времени, когда ускорение точки равно половине максимального значения.

## **Раздел 2. Основы молекулярно-кинетической теории и термодинамика**

### **Тема 5. Основы молекулярно-кинетической теории**

#### **Вариант 1**

*Базовый уровень*

Задание 1.

Определить среднюю квадратичную скорость и среднюю кинетическую энергию молекул азота при температуре 300 К.

Задание 2.

Из баллона со сжатым кислородом объемом 100 л из-за неисправности крана, вытекает газ. При температуре 273 К манометр на баллоне показывал давление  $2 \cdot 10^6 \text{ Па}$ . Через некоторое время при температуре 300 К манометр показал то же давление. Сколько газа вытекло из баллона?

*Повышенный уровень*

Задание 3.

Запаянная с одного конца трубка длиной 1 м опущена в воду так, что над поверхностью воды выступает  $1/5$  ее длины и уровень воды в трубке совпадает с уровнем ее в сосуде. До какой температуры нужно нагреть воздух в трубке, чтобы из нее вышла вся вода? Начальная температура  $0^\circ\text{C}$ .

#### **Вариант 2**

*Базовый уровень*

Задание 1.

Какое количество вещества газа находится в баллоне вместимостью  $10 \text{ м}^3$  при давлении  $1,028 \cdot 10^5 \text{ Па}$  и температуре  $17^\circ\text{C}$ ?

Задание 2.

В цилиндрическом сосуде под поршнем находится газ при температуре  $27^\circ\text{C}$ . На сколько градусов по шкалам Цельсия и Кельвина следует изменить температуру газа, чтобы поршень поднялся на высоту, равную  $1/4$  первоначальной высоты поршня над дном сосуда?

*Повышенный уровень*

Задание 3.

Найти зависимость энтропии  $S_m$  моля идеального газа ( $\gamma$  — известно) от объема  $V_m$  для процесса, при котором давление газа пропорционально его объему.

#### **Вариант 3**

### *Базовый уровень*

#### Задание 1.

Средняя квадратичная скорость теплового движения молекул водорода 1840 м/с. Определите температуру данного газа.

#### Задание 2.

Плотность газа  $\rho$ , состоящего из смеси гелия и аргона, при давлении 152 кН/м<sup>2</sup> и температуре 300 К равна 2 кг/м<sup>3</sup>. Сколько атомов гелия содержится в 1 см<sup>3</sup> газовой смеси? Молярные массы гелия и аргона равны соответственно  $4 \cdot 10^{-3}$  и  $4 \cdot 10^{-2}$  кг/моль.

### *Повышенный уровень*

#### Задание 3.

Некоторое количество идеального газа с одноатомными молекулами совершило при  $p = 1,00 \cdot 10^5$  Па обратимый изобарический процесс, в ходе которого объем газа изменился от значения  $V_1 = 10,0$  л до  $V_2 = 20,0$  л. Определить: а) приращение внутренней энергии газа  $\Delta U$ ; б) совершенную газом работу  $A$ ; в) полученное газом количество теплоты  $Q$ .

### **Вариант 4**

### *Базовый уровень*

#### Задание 1.

В сосуде вместимостью 500 см<sup>3</sup> содержится 0,89 г газа при температуре 17°C и давлении 2,2 МПа. Какой это газ? Найдите его молярную массу.

#### Задание 2.

### *Повышенный уровень*

#### Задание 3.

Идеальный газ ( $\gamma = 1,40$ ) расширяется изотермически от объема  $V_1 = 0,100$  м<sup>3</sup> до объема  $V_2 = 0,300$  м<sup>3</sup>. Конечное давление газа  $p_2 = 2,00 \cdot 10^5$  Па. Определить: а) приращение внутренней энергии газа  $\Delta U$ ; б) работу  $A$ , совершенную газом; в) получаемое газом количество теплоты  $Q$ .

### **Вариант 5**

### *Базовый уровень*

#### Задание 1.

Какое количество вещества содержится в газе, если при давлении 200 кПа и температуре 240 К его объем равен 40 л?

#### Задание 2.

Кислород массой  $m = 1$  кг находится при температуре  $T = 320$  К. Определите: 1) кинетическую энергию вращательного движения молекул кислорода; 2) внутреннюю энергию молекул кислорода. Газ считайте идеальным.

### *Повышенный уровень*

#### Задание 3.

При изобарическом нагревании от 0 до 100 °C моль идеального газа поглощает количество теплоты  $Q = 3,35$  кДж. Определить: а) значение  $\gamma$ ; б) приращение внутренней энергии газа  $\Delta U$ ; в) работу  $A$ , совершенную газом.

### **Вариант 6**

### *Базовый уровень*

#### Задание 1.

Баллон какой вместимости нужен для содержания в нём газа, взятого в количестве 50 моль, если при максимальной температуре 360 К давление не должно превышать 6 МПа?

Задание 2.

В закрытом сосуде находится смесь азота массой  $m_1 = 56$  г и кислорода массой  $m_2 = 64$  г. Определите изменение внутренней энергии этой смеси, если ее охладили на 20 °C.

*Повышенный уровень*

Задание 3.

Имеется сосуд, разделенный перегородкой на две части. В одной из них находится  $v_1$  молей одного газа, в другой —  $v_2$  молей другого газа. Оба газа идеальные. Температура и давление обоих газов одинаковы. Перегородку убирают и газы полностью перемешиваются. Воспользовавшись результатом предыдущей задачи, найти приращение энтропии  $\Delta S$ .

### **Вариант 7**

*Базовый уровень*

Задание 1.

Воздух объёмом 1,45 м<sup>3</sup>, находящийся при температуре 20°C и давлении 100 кПа, превратили в жидкое состояние. Какой объём займёт жидкий воздух, если его плотность 861 кг/м<sup>3</sup>?

Задание 2.

В ходе цикла Карно рабочее вещество получает от нагревателя количество теплоты  $Q_1 = 300$  кДж. Температуры нагревателя и холодильника равны соответственно  $T_1 = 450$  К и  $T_2 = 280$  К. Определить работу  $A$ , совершающую рабочим веществом за цикл.

*Повышенный уровень*

Задание 3.

Моль азота расширяется адиабатически в пустоту, в результате чего объем газа увеличивается от значения  $V_1 = 1,00$  л до  $V_2 = 10,0$  л. Определить приращение температуры газа  $\Delta T$ .

### **Вариант 8**

*Базовый уровень*

Задание 1.

В одинаковых баллонах при одинаковой температуре находятся водород  $H_2$  и углекислый газ  $CO_2$ . Массы газов одинаковы. Какой из газов и во сколько раз производит большее давление на стенки баллона?

Задание 2.

Два моля водорода расширяются в пустоту, в результате чего объем газа увеличивается от значения  $V_1 = 2,00$  л до  $V_2 = 10,0$  л. Какое количество теплоты  $Q$  нужно сообщить газу, чтобы температура его не изменилась?

*Повышенный уровень*

Задание 3.

Моль кислорода, занимавший первоначально объем  $V_1 = 1,000$  л при температуре - 100 °C, расширился изотермически до объема  $V_2 = 10,00$  л. Найти: а) приращение внутренней энергии газа  $\Delta U_m$ ; б) работу  $A$ , совершенную газом (сравнить  $A$  с работой Аид, вычисленной по формуле для идеального газа); в) количество теплоты  $Q$ , полученное газом.

## Вариант 9

### *Базовый уровень*

Задание 1.

Газ в сосуде находится под давлением 0,2 МПа при температуре 127<sup>0</sup>С, Определить давление газа после того, как половина массы газа была выпущена из сосуда, а температура понижена на 50<sup>0</sup>С.

Задание 2.

Идеальный газ ( $\gamma$  известно) совершает круговой процесс, состоящий из двух изотерм и двух изохор. Изотермические процессы протекают при температурах  $T_1$  и  $T_2$  ( $T_1 > T_2$ ), изохорические — при объемах  $V_1$  и  $V_2$  ( $V_2$  в  $e$  раз больше, чем  $V_1$ ). Найти к.п.д.  $\eta$  цикла.

### *Повышенный уровень*

Задание 3.

Моль кислорода, занимавший первоначально объем  $V_1 = 1,000$  л при температуре - 100 <sup>0</sup>С, расширился изотермически до объема  $V_2 = 10,00$  л. Найти: а) приращение внутренней энергии газа  $\Delta U_m$ ; б) работу  $A$ , совершенную газом (сравнить  $A$  с работой  $A_{id}$ , вычисленной по формуле для идеального газа); в) количество теплоты  $Q$ , полученное газом.

## Вариант 10

### *Базовый уровень*

Задание 1.

В баллоне находится газ при температуре 150<sup>0</sup>С. Во сколько раз уменьшится давление газа, если 40 % его выйдет из баллона, а температура при этом понизится на 8<sup>0</sup>С?

Задание 2.

Рабочее тело – идеальный газ – совершает в тепловом двигателе цикл, состоящий из последовательных изобарического, адиабатического и изотермического процессов. В результате изобарного процесса газ нагревается от  $T_1 = 300$  К до  $T_2 = 600$  К. Определите термический КПД теплового двигателя.

### *Повышенный уровень*

Задание 3.

Идеальный двухатомный газ ( $v = 3$  моль), занимающий объем  $V_1 = 5$  л и находящийся под давлением  $p_1 = 1$  МПа, подвергли изохорному нагреванию до  $T_2 = 500$  К. После этого газ подвергли изотермическому расширению до начального давления, а затем он в результате изобарического сжатия был возвращен в первоначальное состояние. Постройте график цикла и определите термический КПД цикла.

## Тема 6. Основы термодинамики

## Вариант 1

### *Базовый уровень*

Задание 1.

Какова внутренняя энергия идеального газа, занимающего при температуре 300 К объем  $10 \text{ м}^3$ , если концентрация молекул  $5 \cdot 10^{17} \text{ м}^{-3}$ ?

Задание 2.

Найти отношение удельных теплоемкостей при постоянном давлении и при постоянном объеме для кислорода.

*Повышенный уровень*

Задание 3.

Вычислить молярные теплоемкости смеси двух газов: одноатомного и двухатомного. Количества вещества одноатомного и двухатомного газов равны соответственно 0,4 и 0,2 моль.

**Вариант 2**

*Базовый уровень*

Задание 1.

При резком сжатии газа его температура повысилась, а внутренняя энергия изменилась на 20 кДж. Какую работу совершил газ, если теплообмен со стенками цилиндра отсутствует?

Задание 2.

Газ находится в сосуде при давлении  $2 \cdot 10^6$  Па и температуре  $26^0\text{C}$ . После нагревания на  $50^0\text{C}$  в сосуде осталась половина массы газа. Определите установившееся давление.

*Повышенный уровень*

Задание 3.

Каковы удельные теплоемкости при постоянном давлении смеси газов, содержащей кислород массой 16 г и азот массой 28 г?

**Вариант 3**

*Базовый уровень*

Задание 1.

Воздух нагрели на  $30\text{ K}$  при постоянном давлении  $10^5$  Па. Объём его при этом изменился от  $1,5$  до  $1,67\text{ m}^3$ . Определить работу, совершённую воздухом при расширении, и изменение его внутренней энергии.

Задание 2.

При нагревании некоторой массы газа на  $1\text{ K}$  при постоянном давлении объем этой массы газа увеличился на  $1/350$  часть первоначального объема. Найти начальную температуру газа.

*Повышенный уровень*

Задание 3.

Каковы удельные теплоемкости при постоянном объеме смеси газов, содержащей кислород массой 10 г и азот массой 20 г?

**Вариант 4**

*Базовый уровень*

Задание 1.

Водород массой 400 г нагрели при постоянном давлении на  $20\text{ K}$ . Вычислить работу против внешних сил; количество теплоты, полученное газом; изменение его внутренней энергии.

Задание 2.

Масса  $m=12\text{g}$  газа занимает объем 4л при температуре  $7^0\text{C}$ . После нагревания газа при постоянном давлении его плотность стала равной  $0,6\text{ кг/m}^3$ . До какой температуры нагрели газ?

*Повышенный уровень*

### Задание 3.

Вычислить удельную теплоемкость при постоянном объеме смеси двух газов: одноатомного и двухатомного. Количество вещества одноатомного и двухатомного газов равны соответственно 0,4 и 0,2 моль.

### Вариант 5

#### *Базовый уровень*

##### Задание 1.

В идеальной тепловой машине за счёт каждого килоджоуля теплоты, получаемого от нагревателя, совершается работа 300 Дж. Определить КПД и температуру нагревателя, если температура холодильника 280 К.

##### Задание 2.

При какой температуре находился газ, если при нагревании его на  $20^{\circ}\text{C}$  при постоянном давлении объем увеличился вдвое?

#### *Повышенный уровень*

##### Задание 3.

При изотермическом расширении газа, занимавшего объем 2 м<sup>3</sup>, давление его меняется от 0,5М Па до 0,4М Па. Найти работу, совершенную газом.

### Вариант 6

#### *Базовый уровень*

##### Задание 1.

Тепловая машина получает от нагревателя 800 кДж теплоты. Вычислите количество теплоты, отдаваемое холодильнику, если температура нагревателя  $127^{\circ}\text{C}$ , а холодильника  $27^{\circ}\text{C}$ .

##### Задание 2.

Масса  $m=16\text{г}$  кислорода находится при давлении 304 кПа и при температуре  $10^{\circ}\text{C}$ . После расширения вследствие нагревания при постоянном давлении кислород занял объем 10 л. Найти плотности газа до и после расширения.

#### *Повышенный уровень*

##### Задание 3.

Один моль водорода, первоначально имевший температуру  $0^{\circ}\text{C}$ , нагревается при  $p=\text{const.}$  Какое количество теплоты необходимо сообщить газу, чтобы его объем удвоился? Какая работа при этом будет совершена?

### Вариант 7

#### *Базовый уровень*

##### Задание 1.

Найти отношение удельных теплоемкостей при постоянном объеме и при постоянном давлении для смеси газов, содержащей 10г гелия и 4г водорода.

##### Задание 2.

В сосуде объемом 110 л находятся водород массой 0,8 кг и кислород массой 1,6 кг. Найти давление смеси на стенки сосуда при температуре  $27^{\circ}\text{C}$ .

#### *Повышенный уровень*

##### Задание 3.

При каком процессе выгоднее производить расширение углекислого газа: адиабатическом или изотермическом, если объем увеличивается в 2 раза? Начальная температура в обоих случаях одинакова.

## **Вариант 8**

### *Базовый уровень*

Задание 1.

Температура нагревателя идеальной тепловой машины  $117^{\circ}\text{C}$ , а холодильника  $27^{\circ}\text{C}$ .

Количество теплоты, полученное машиной от нагревателя за 1с, равно 60 кДж.

Вычислить КПД и мощность машины.

Задание 2.

Какова разница в массе воздуха, заполняющего помещение объемом 50 м<sup>3</sup>, зимой и летом, если летом температура в помещении достигает  $40^{\circ}\text{C}$ , а зимой падает до  $0^{\circ}\text{C}$ ? Давление нормальное.

### *Повышенный уровень*

Задание 3.

Температура нагревателя тепловой машины, работающей по циклу Карно, 480 К, температура холодильника 390 К. Какова должна быть температура нагревателя при неизмененной температуре холодильника, чтобы к. п. д. машины увеличился в 2 раза?

## **Вариант 9**

### *Базовый уровень*

Задание 1.

Давление газа под поршнем цилиндра 490 кПа, его начальный объем равен 0,01 м<sup>3</sup>.

Какую работу совершил газ, если будет расширяться при постоянном давлении, одновременно нагреваясь до температуры, вдвое больше первоначальной?

Задание 2.

Каковы удельные теплоемкости при постоянном давлении и при постоянном объеме двухатомного газа, плотность которого при нормальных условиях 1,43 кг/м<sup>3</sup>?

### *Повышенный уровень*

Задание 3.

Газ, совершающий цикл Карно, 2/3 теплоты, полученной от нагревателя, отдает охладителю. Температура охладителя 280 К. Определить температуру нагревателя.

## **Вариант 10**

### *Базовый уровень*

Задание 1.

На сколько изменился объем газа, который, расширяясь, совершил работу 57 кДж при постоянном давлении 0,98 Мпа.

Задание 2.

Воздух, занимавший объем  $V_1=10$  л при давлении  $p_1=100$  кПа, был адиабатически сжат до объема  $V_2=1$  л. Под каким давлением  $p_2$  находится воздух после сжатия?

### *Повышенный уровень*

Задание 3.

Водород занимает объем  $V_1=10$  м<sup>3</sup> при давлении  $p_1=100$  кПа. Газ нагрели при постоянном объеме до давления  $p_2=100$  кПа. Определить: 1) изменение  $\Delta U$  внутренней энергии газа; 2) совершенную газом работу  $A$ ; 3) количество теплоты  $Q$ , сообщенное газу.

## **Раздел 3. Электричество**

### **Тема 7. Электростатика**

## **Вариант 1**

### *Базовый уровень*

#### *Задание 1.*

С какой силой взаимодействуют два точечных заряда  $6,6 \cdot 10^{-8}$  Кл и  $1,1 \cdot 10^{-5}$  Кл в воде (диэлектрическая проницаемость воды равна 81) на расстоянии 3,3 см друг от друга?

#### *Задание 2.*

Две параллельные плоскости, заряженные с поверхностными плотностями  $\sigma_1=2$  мкКл/м<sup>2</sup> и  $\sigma_2=-0,8$  мкКл/м<sup>2</sup>, находятся на расстоянии 0,6 см друг от друга. Определить разность потенциалов между плоскостями.

### *Повышенный уровень*

#### *Задание 3.*

Электрическое поле создается двумя бесконечными параллельными плоскостями, заряженными равномерно разноименными зарядами с поверхностной плотностью  $\sigma_1=1$  нКл/м<sup>2</sup> и  $\sigma_2=2$  нКл/м<sup>2</sup>. Определите напряженность электростатического поля: 1) между плоскостями; 2) за пределами плоскостей. Постройте график изменения напряженности поля вдоль линии, перпендикулярной плоскостям.

## **Вариант 2**

### *Базовый уровень*

#### *Задание 1.*

Два заряда, находящиеся в вакууме на расстоянии 10 см друг от друга, взаимодействуют с силой 1,8 мН. Определите величину второго заряда, если величина первого равна 5 нКл.

#### *Задание 2.*

Поле образовано бесконечной равномерно заряженной плоскостью с поверхностной плотностью заряда 40 нКл/м<sup>2</sup>. Определить разность потенциалов двух точек поля, отстоящих на  $r_1=15$  см и  $r_2=20$  см.

### *Повышенный уровень*

#### *Задание 3.*

На отрезке тонкого прямого проводника длиной  $l=10$  см равномерно распределен заряд с линейной плотностью  $\tau=3$  мкКл/м. Вычислить напряженность  $E$ , создаваемую этим зарядом в точке, расположенной на оси проводника и удаленной от ближайшего конца отрезка на расстояние, равное его длине.

## **Вариант 3**

### *Базовый уровень*

#### *Задание 1.*

С какой силой взаимодействуют два одинаковых маленьких шариков вакууме, если один из них имеет заряд  $+6$  нКл, а второй  $-3$  нКл? Расстояние между шариками 5 см. С какой силой будут взаимодействовать эти шарики, если их привести в соприкосновение, а затем удалить на прежнее расстояние?

#### *Задание 2.*

Две бесконечные параллельные пластины равномерно заряжены с поверхностной плотностью  $\sigma_1=10$  нКл/м<sup>2</sup> и  $\sigma_2= -30$  нКл/м<sup>2</sup>. Определить силу взаимодействия между пластинами, приходящуюся на площадь  $S$ , равную 1 м<sup>2</sup>.

### *Повышенный уровень*

#### *Задание 3.*

Две прямоугольные одинаковые параллельные пластины, длины сторон которых  $a = 10$  см и  $b = 15$  см, расположены на малом (по сравнению с линейными размерами пластин) расстоянии друг от друга. На одной из пластин равномерно распределен заряд

$Q_1=50$  нКл, на другой – заряд  $Q_2=150$  нКл. Определить напряженность  $E$  электрического поля между пластинаами.

#### **Вариант 4**

##### *Базовый уровень*

Задание 1.

На заряд  $2 \cdot 10^{-7}$  Кл, находящийся в некоторой точке электрического поля, действует сила 15 мН. Определите напряженность поля в этой точке.

Задание 2.

В вершинах квадрата находятся одинаковые заряды  $Q=0,3$  нКл каждый. Какой отрицательный заряд  $Q_1$  нужно поместить в центре квадрата, чтобы система зарядов находилась в положении равновесия?

##### *Повышенный уровень*

Задание 3.

Бесконечно длинная тонкая прямая нить несет равномерно распределенный по длине нити заряд с линейной плотностью  $\tau=0,01$  мкКл/м. Определить разность потенциалов  $\Delta\varphi$  двух точек поля, удаленных от нити на  $r_1 = 2$  см и  $r_2 = 4$  см.

#### **Вариант 5**

##### *Базовый уровень*

Задание 1.

Определите напряженность электрического поля, созданного в воздухе точечным зарядом 8 мкКл, в точке, удаленной от него на расстояние 30 см.

Задание 2.

Три одинаковых заряда  $Q=1$  нКл каждый расположены по вершинам равностороннего треугольника. Какой отрицательный заряд  $Q_1$  нужно поместить в центре треугольника, чтобы система зарядов находилась в положении равновесия? Будет ли это равновесие устойчивым?

##### *Повышенный уровень*

Задание 3.

Две бесконечные параллельные плоскости находятся на расстоянии  $d=1$  см друг от друга. Плоскости несут равномерно распределенные по поверхностям заряды с плотностями  $\sigma_1=0,2$  мкКл/м<sup>2</sup> и  $\sigma_2=0,5$  мкКл/м<sup>2</sup>. Найти разность потенциалов  $U$  между пластинаами.

#### **Вариант 6**

##### *Базовый уровень*

Задание 1.

Чему равна величина заряда, создающего электрическое поле в керосине, если на расстоянии 50 см от заряда напряженность поля равна 4500 Н/Кл?

Задание 2.

Расстояние между двумя точечными зарядами  $Q_1=1$  мкКл и  $Q_2 = -Q_1$  равно 10 см. Определить силу  $F$ , действующую на точечный заряд  $Q=0,1$  мкКл, удаленный на  $r_1=6$  см от первого и на  $r_2=8$  см от второго зарядов.

##### *Повышенный уровень*

Задание 3.

Определить потенциальную энергию  $P$  системы четырех точечных зарядов, расположенных в вершинах квадрата со стороной длиной  $a = 10\text{см}$ . Заряды одинаковы по абсолютному значению  $Q=10\text{nКл}$ , но два из них отрицательны. Рассмотреть два возможных случая расположения зарядов.

### **Вариант 7**

#### *Базовый уровень*

Задание 1.

В какой среде точечный электрический заряд  $4,5 \cdot 10^{-7}$  Кл создаёт на расстоянии  $5\text{ см}$  от себя электрическое поле напряжённостью  $2 \cdot 10^4 \text{ Н/Кл}$ ?

Задание 2.

Какова потенциальная энергия  $P$  системы четырех одинаковых точечных зарядов  $Q = 10\text{nКл}$ , расположенных в вершинах квадрата со стороной длиной  $a = 10\text{см}$ ?

#### *Повышенный уровень*

Задание 3.

Заряд распределен равномерно по бесконечной плоскости с поверхностной плотностью  $\sigma=10 \text{ нКл/м}^2$ . Определить разность потенциалов  $\Delta\varphi$  двух точек поля, одна из которых находится на плоскости, а другая находится напротив и удалена от плоскости на расстояние  $d = 10\text{см}$ .

### **Вариант 8**

#### *Базовый уровень*

Задание 1.

В однородном электрическом поле в вакууме находится пылинка массой  $4 \cdot 10^{-10} \text{ кг}$ , имеющая заряд  $1,6 \cdot 10^{-11} \text{ Кл}$ . Какой должна быть напряжённость этого поля, чтобы пылинка оставалась в покое?

Задание 2.

Электрическое поле создано двумя точечными зарядами  $Q_1=40 \text{ нКл}$  и  $Q_2 = -10 \text{ нКл}$ , находящимися на расстоянии  $d = 10 \text{ см}$  друг от друга. Определить напряженность  $E$  поля в точке, удаленной от первого заряда на  $r_1 = 12\text{см}$  и от второго на  $r_2 = 6\text{см}$ .

#### *Повышенный уровень*

Задание 3.

Тонкий длинный стержень равномерно заряжен с линейной плотностью  $\tau$  заряда, равной  $10 \text{ мКл/м}$ . На продолжении оси стержня на расстоянии  $a=20 \text{ см}$  от его конца находится точечный заряд  $Q=10 \text{ нКл}$ . Определить силу  $F$  взаимодействия заряженного стержня и точечного заряда.

### **Вариант 9**

#### *Базовый уровень*

Задание 1.

Два точечных заряда  $2 \cdot 10^{-8} \text{ Кл}$  и  $1,6 \cdot 10^{-7} \text{ Кл}$  помещены на расстоянии  $5 \text{ см}$  друг от друга. Определите напряжённость поля в точке, находящейся в середине отрезка, соединяющего эти заряды.

Задание 2.

Сто одинаковых капель ртути, заряженных до потенциала  $\varphi=20 \text{ В}$ , сливаются в одну большую каплю. Каков потенциал  $\varphi_1$  образовавшейся капли?

*Повышенный уровень*

Задание 3.

Две бесконечные параллельные плоскости находятся на расстоянии  $d = 0,5$  см друг от друга. На плоскостях равномерно распределены заряды с поверхностными плотностями  $\sigma_1=0,2$  мкКл/м<sup>2</sup> и  $\sigma_2=0,3$  мкКл/м<sup>2</sup>. Определить разность потенциалов  $U$  между плоскостями.

**Вариант 10**

*Базовый уровень*

Задание 1.

Между двумя наэлектризованными пластинами образовано однородное электрическое поле напряжённостью  $2,5 \cdot 10^4$  В/м. Какое напряжение приложено к пластинам, если расстояние между ними 4 см? С какой силой поле действует на помещённый в него заряд величиной 6 мкКл?

Задание 2.

Заряд равномерно распределен по бесконечной плоскости с поверхностной плотностью  $10$  нКл/м<sup>2</sup>. Определить разность потенциалов двух точек поля, одна из которых находится на плоскости, а другая удалена от нее на расстояние 10 см.

*Повышенный уровень*

Задание 3.

Заряженный шарик перемещается из точки  $M$  с потенциалом 700 В в точку  $N$ , потенциал которой равен нулю. Какую скорость имел шарик в точке  $M$ , если в точке  $N$  его скорость была равна 0,40 м/с? Заряд шарика равен 40 нКл, а его масса — 1,6 г.

## Тема 8. Проводники в электрическом поле. Электрическое поле в диэлектриках

**Вариант 1**

*Базовый уровень*

Задание 1.

Определите ёмкость конденсатора, образованного двумя пластинами площадью  $0,02$  м<sup>2</sup> каждая, между которыми находится слой слюды толщиной 1 мм. Диэлектрическая проницаемость слюды равна 6.

Задание 2.

В плоский конденсатор вдвинули плитку парафина толщиной  $d = 1$  см, которая вплотную прилегает к его пластинам. Насколько нужно увеличить расстояние между пластинами, чтобы получить прежнюю ёмкость?

*Повышенный уровень*

Задание 3.

Между пластинами плоского конденсатора находится плотно прилегающая стеклянная пластина. Конденсатор заряжен до разности потенциалов  $U_1 = 100$  В. Какова будет разность потенциалов  $U_2$ , если вытащить стеклянную пластину из конденсатора?

**Вариант 2**

*Базовый уровень*

Задание 1.

Определите толщину диэлектрика конденсатора, ёмкость которого равна 1400 пФ,

если площадь его пластин  $1,4 \cdot 10^{-2} \text{ м}^2$ , а диэлектриком является слюда с диэлектрической проницаемостью, равной 6.

Задание 2.

Вычислить энергию  $W$  электростатического поля металлического шара, которому сообщен заряд  $Q = 100 \text{ нКл}$ , если диаметр  $d$  шара равен 20 см.

*Повышенный уровень*

Задание 3.

Тонкие стержни образуют квадрат со стороной длиной  $a$ . Стержни заряжены с линейной плотностью  $\tau = 13 \text{ нКл/м}$ . Найти потенциал  $\phi$  в центре квадрата.

**Вариант 3**

*Базовый уровень*

Задание 1.

Плоский воздушный конденсатор, образованный двумя пластинами площадью  $1 \cdot 10^{-2} \text{ м}^2$  каждая, заряжен до разности потенциалов 60 В. Расстояние между пластинами 2 см. Определите энергию конденсатора.

Задание 2.

Точечный диполь с электрическим моментом  $p = 100 \text{ пКл}\cdot\text{м}$  свободно установился в однородном электрическом поле напряженностью  $E = 9 \text{ МВ/м}$ . Диполь повернули на малый угол и предоставили самому себе. Определить частоту  $v$  собственных колебаний диполя в электрическом поле. Момент инерции  $J$  диполя относительно оси, проходящей через центр диполя, равен  $4 \cdot 10^{-12} \text{ кг}\cdot\text{м}^2$ .

*Повышенный уровень*

Задание 3.

Положительный заряд равномерно распределен по тонкому кольцу радиусом  $a$  с линейной плотностью  $\tau$ . Найти напряженность  $E$  электрического поля на оси кольца как функцию расстояния  $x$  от его центра. Исследовать случаи: а)  $x = 0$ , б)  $|x| \gg a$ .

**Вариант 4**

*Базовый уровень*

Задание 1.

Площадь пластин плоского воздушного конденсатора  $1 \cdot 10^{-2} \text{ м}^2$ , расстояние между ними 5 мм. До какого напряжения был заряжен конденсатор, если при его разрядке выделилось 4,2 мДж энергии?

Задание 2.

Диполь с электрическим моментом  $p = 100 \text{ пКл}\cdot\text{м}$  свободно установился в однородном электрическом поле напряженностью  $E = 10 \text{ кВ/м}$ . Определить изменение потенциальной энергии  $\Delta P$  диполя при повороте его на угол  $\alpha = 60^\circ$ .

*Повышенный уровень*

Задание 3.

Электрическое поле создано заряженной ( $Q = 0,1 \text{ мКл}$ ) сферой радиусом  $R = 10 \text{ см}$ . Какова энергия  $W$  поля, заключенная в объеме, ограниченном сферой и концентрической с ней сферической поверхностью, радиус которой в два раза больше радиуса сферы.

## **Вариант 5**

### *Базовый уровень*

Задание1.

Какое количество электричества надо сообщить проводнику ёмкостью  $1 \cdot 10^{-8} \text{ Ф}$ , чтобы зарядить его до потенциала 30 В?

Задание 2.

Диполь с электрическим моментом  $p = 100 \text{ пКл}\cdot\text{м}$  свободно устанавливается в однородном электрическом поле напряженностью  $E = 150 \text{ кВ/м}$ . Вычислить работу  $A$ , необходимую для того, чтобы повернуть диполь на угол  $\alpha = 180^\circ$ .

### *Повышенный уровень*

Задание 3.

Три одинаковых плоских конденсатора соединены последовательно. Электроемкость  $C$  такой батареи конденсаторов равна 89 пФ. Площадь  $S$  каждой пластины равна 100 см<sup>2</sup>. Диэлектрик – стекло. Какова толщина  $d$  стекла?

## **Вариант 6**

### *Базовый уровень*

Задание1.

Какую электроёмкость должен иметь конденсатор, чтобы при включении его в цепь постоянного тока с напряжением 220 В получить на обкладках заряды, по модулю равные 2,2 мКл?

Задание 2.

Расстояние 1 между зарядами  $Q = \pm 3,2 \text{ нКл}$  диполя равно 12 см. Найти напряженность  $E$  и потенциал  $\phi$  поля, созданного диполем в точке, удаленной на  $r=8 \text{ см}$  как от первого, так и от второго заряда.

### *Повышенный уровень*

Задание 3.

Конденсатор электроемкостью  $C_1 = 0,6 \text{ мкФ}$  был заряжен до разности потенциалов  $U_1 = 300 \text{ В}$  и соединен со вторым конденсатором электроемкостью  $C_2 = 0,4 \text{ мкФ}$ , заряженным до разности потенциалов  $U_2 = 150 \text{ В}$ . Найти заряд  $\Delta Q$ , перетекший с пластин первого конденсатора на второй.

## **Вариант 7**

### *Базовый уровень*

Задание1.

Два одинаковых точечных заряда находятся в керосине на расстоянии 10 мм друг от друга и взаимодействуют с силой 15 мН. Найдите величины этих зарядов.

Задание 2.

Какое количество теплоты  $Q$  выделится при разрядке плоского конденсатора, если разность потенциалов  $U$  между пластинами равна 15 кВ, расстояние  $d = 1 \text{ мм}$ , диэлектрик – слюда и площадь  $S$  каждой пластины равна 300 см<sup>2</sup>?

### *Повышенный уровень*

Задание 3.

Найти потенциальную энергию  $\Pi$  системы трех точечных зарядов  $Q_1 = 10 \text{ нКл}$ ,

$Q_2 = 20 \text{ нКл}$  и  $Q_3 = -30 \text{ нКл}$ , расположенных в вершинах равностороннего треугольника со стороной длиной  $a = 10 \text{ см}$ .

### **Вариант 8**

#### *Базовый уровень*

Задание 1.

На каком расстоянии находятся в керосине два точечных заряда  $4 \text{ мкКл}$  и  $20 \text{ мкКл}$ , если они взаимодействуют с силой  $4 \text{ Н}$ ?

Задание 2.

Какое количество теплоты  $Q$  выделяется при разряде плоского конденсатора, диэлектрик – слюда и площадь  $S$  каждой пластины равна  $100 \text{ см}^2$ ?

#### *Повышенный уровень*

Задание 3.

Вычислить потенциальную энергию  $P$  системы двух точечных зарядов  $Q_1 = 100 \text{ нКл}$  и  $Q_2 = 10 \text{ нКл}$ , находящихся на расстоянии  $d = 10 \text{ см}$  друг от друга.

### **Вариант 9**

#### *Базовый уровень*

Задание 1.

Сила  $F$  притяжения между пластинами плоского воздушного конденсатора равна  $50 \text{ мН}$ . Площадь  $S$  каждой пластины равна  $200 \text{ см}^2$ . Найти плотность энергии  $w$  поля конденсатора.

Задание 2.

Имеются две изолированные друг от друга концентрические проводящие сферы радиусами  $R_1$  и  $R_2 > R_1$ . Заряды сфер равны  $+Q$  и  $-Q$ . Определить потенциалы сфер.

#### *Повышенный уровень*

Задание 3.

Два конденсатора электроемкостями  $C_1 = 3 \text{ мкФ}$  и  $C_2 = 6 \text{ мкФ}$  соединены между собой и присоединены к батарее с ЭДС  $E = 120 \text{ В}$ . Определить заряды  $Q_1$  и  $Q_2$  конденсаторов и разности потенциалов  $U_1$  и  $U_2$  между их обкладками, если конденсаторы соединены: 1) параллельно; 2) последовательно.

### **Вариант 10**

#### *Базовый уровень*

Задание 1.

Определить ёмкость шара размером с Землю. Радиус Земли  $R = 6370 \text{ км}$ . Каким должен быть радиус металлического шара, чтобы его электротёмкость была равна 1 фараду?

Задание 2.

Заряды  $+q, +q, -q$  и  $-q$  расположены последовательно в вершинах квадрата, если обходить его по часовой стрелке. Сторона квадрата равна 1. Определить дипольный момент системы.

#### *Повышенный уровень*

Задание 3.

Конденсатор электроемкостью  $C_1 = 0,2 \text{ мкФ}$  был заряжен до разности потенциалов

$U_1 = 320\text{В}$ . После того как его соединили параллельно со вторым конденсатором, заряженным до разности потенциалов  $U_2 = 450\text{В}$ , напряжение  $U$  на нем изменилось до  $400\text{В}$ . Вычислить емкость  $C_2$  второго конденсатора.

### Тема 9. Законы постоянного тока

#### Вариант 1

##### Базовый уровень

Задание 1.

Чему равно сопротивление никромовой проволоки длиной 10 м площадью сечения  $2,2 \text{ мм}^2$ , если удельное сопротивление никрома равно  $1,1 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$ .

Задание 2.

Рассчитайте силу тока, проходящего по вольфрамовому проводнику длиной 5 м площадью сечения  $1 \text{ мм}^2$  при напряжении на нём 10 В. Удельное сопротивление вольфрама равно  $5,5 \cdot 10^2 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$ .

##### Повышенный уровень

Задание 3.

Три батареи с ЭДС  $\mathcal{E}_1 = 12 \text{ В}$ ,  $\mathcal{E}_2 = 5 \text{ В}$  и  $\mathcal{E}_3 = 10 \text{ В}$  и одинаковыми внутренними сопротивлениями  $r$ , равными 1 Ом, соединены между собой одноименными полюсами. Сопротивление соединительных проводов ничтожно мало. Определить силы токов  $I$ , идущих через каждую батарею.

#### Вариант 2

##### Базовый уровень

Задание 1.

Определите напряжение на концах стального проводника длиной 200 см и площадью сечения  $2 \text{ мм}^2$ , сила тока в котором 2 А. Удельное сопротивление стали равно  $0,12 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$ .

Задание 2.

Источником тока в цепи служит батарейка с ЭДС = 30 В. Напряжение на зажимах батареи 18 В, а сила тока в цепи 3 А. Определите внешнее и внутренне сопротивление цепи.

##### Повышенный уровень

Задание 3.

Две группы из трех последовательно соединенных элементов соединены параллельно. ЭДС каждого элемента равна 1,2 В, внутреннее сопротивление  $r = 0,2 \text{ Ом}$ . Полученная батарея замкнута на внешнее сопротивление  $R = 1,5 \text{ Ом}$ . Найти силу тока  $I$  во внешней цепи.

#### Вариант 3

##### Базовый уровень

Задание 1.

В спирали электронагревателя из никелиновой проволоки сечением  $4 \text{ мм}^2$  при напряжении 220 В сила тока составляет 10 А. Какова длина проволоки, если удельное сопротивление никелина равно  $0,42 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$

Задание 2.

Определите количество теплоты, выделяющейся за каждые 10 мин в электрической печи, включённой в сеть напряжением 220 В, если сила тока в обмотке печи составляет 2 А.

##### Повышенный уровень

Задание 3.

Зашунтированный амперметр измеряет токи силой до  $I = 10$  А. Какую наибольшую силу тока может измерить этот амперметр без шунта, если сопротивление  $R_a$  амперметра равно 0,02 Ом и сопротивление  $R_{sh}$  шунта равно 5 мОм?

#### **Вариант 4**

##### *Базовый уровень*

Задание1.

Из какого материала изготовлен провод длиной 1 км и сечением 10 мм<sup>2</sup>, если по нему идёт ток 3А, а напряжение на концах провода 120 В?

Задание 2.

После включения внешней цепи разность потенциалов на зажимах батареи оказалась равной 18 В. Чему равно внутреннее сопротивление батареи, если ЭДС равна 30 В, а внешнее сопротивление 6 Ом?

##### *Повышенный уровень*

Задание 3.

Внутреннее сопротивление  $r$  батареи аккумуляторов равно 3 Ом. Сколько процентов от точного значения ЭДС составляет погрешность, если, измеряя разность потенциалов на зажимах батареи вольтметром с сопротивлением  $R_V = 200$  Ом, принять ее равной ЭДС?

#### **Вариант 5**

##### *Базовый уровень*

Задание1.

Масса 1 км контактного провода на пригородных электрифицированных железных дорогах составляет 890 кг. Каково сопротивление этого провода, если плотность железа равна 8900 кг/м<sup>3</sup>, а удельное сопротивление железа 0,017 Ом · мм<sup>2</sup>/м.

Задание 2.

Определите силу тока при коротком замыкании батареи с ЭДС 9 В, если при замыкании её на внешнее сопротивление 3 Ом ток в цепи равен 2 А.

##### *Повышенный уровень*

Задание 3.

Даны 12 элементов с ЭДС  $\mathcal{E} = 1,5$  В и внутренним сопротивлением  $r = 0,4$  Ом. Как нужно соединить эти элементы, чтобы получить от собранной из них батареи наибольшую силу тока во внешней цепи, имеющей сопротивление  $R = 0,3$  Ом? Определить максимальную силу тока  $I_{max}$ .

#### **Вариант 6**

##### *Базовый уровень*

Задание1.

Два проводника сопротивлениями 4 Ом и 2 Ом, соединены последовательно. Сила тока в цепи равна 1,5 А. Найдите напряжение на каждом проводнике и общее напряжение цепи.

Задание 2.

Электрическая схема составлена из двух параллельно соединённых резисторов сопротивлениями 40 Ом и 10 Ом, подключённых к зажимам аккумулятора, ЭДС которого равна 10 В. Сила тока в общей цепи равна 1 А. Найдите внутреннее сопротивление аккумулятора и силу тока короткого замыкания.

##### *Повышенный уровень*

Задание 3.

Два элемента ( $\mathcal{E}_1=1,2$  В,  $r_1=0,1$  Ом;  $\mathcal{E}_2=0,9$  В,  $r_2=0,3$  Ом) соединены одноименными полюсами. Сопротивление  $R$  соединительных проводов равно 0,2 Ом. Определить силу тока  $I$  в цепи.

### **Вариант 7**

#### *Базовый уровень*

Задание1.

Общее сопротивление трёх последовательно соединённых проводников равно 10 Ом. Сопротивление первого 2 Ом, второго – 5 Ом. Общее напряжение цепи 5 В. Определите сопротивление третьего проводника и силу тока в цепи.

Задание 2.

Найти ЭДС и внутреннее сопротивление гальванического элемента, если при сопротивлении внешней цепи 2 Ом сила тока равна 0,6А, а при сопротивлении 1 Ом сила тока равна 1 А.

#### *Повышенный уровень*

Задание 3.

Определить ток короткого замыкания источника тока, если при внешнем сопротивлении  $R_1=50$  Ом ток в цепи  $I_1=0,2$  А, а при  $R_2=110$  Ом ток в цепи  $I_2=0,1$  А.

### **Вариант 8**

#### *Базовый уровень*

Задание1.

Два проводника сопротивлениями 4 Ом и 3 Ом соединены параллельно. Напряжение на них равно 6 В. Чему равна сила тока в каждом проводнике?

Задание 2.

Батарея гальванических элементов с ЭДС 15 В и внутренним сопротивлением 5 Ом замкнута проводником сопротивлением 10 Ом. К зажимам батареи подключён конденсатор ёмкостью 1 мкФ. Определить заряд конденсатора.

#### *Повышенный уровень*

Задание 3.

Катушка и амперметр соединены последовательно и подключены к источнику тока. К зажимам катушки присоединен вольтметр сопротивлением  $R_V=1$  кОм. Показания амперметра  $I=0,5$  А, вольтметра  $U = 100$  В. Определить сопротивление  $R$  катушки. Сколько процентов от точного значения сопротивления катушки составит погрешность, если не учитывать сопротивления вольтметра?

### **Вариант 9**

#### *Базовый уровень*

Задание1.

Участок электрической цепи состоит из трёх параллельно соединённых сопротивлений: 2 Ом, 4 Ом и 5 Ом. Амперметр, включённый в цепь первого проводника, показывает силу тока 20 А. Определите силу тока в остальных резисторах и напряжение в цепи.

Задание 2.

По сопротивлению, к концам которого приложено напряжение 220 в, течёт ток силой 4 А. Определите мощность электрического тока и работу, совершающую током за 10 с.

#### *Повышенный уровень*

Задание 3.

К источнику тока с ЭДС  $\mathcal{E} = 1,5$  В присоединили катушку с сопротивлением  $R = 0,1$  Ом. Амперметр показал силу тока, равную  $I_1 = 0,5$  А. Когда к источнику тока присоединили последовательно еще один источник тока с такой же ЭДС, то сила тока  $I$  в той же катушке оказалась равной 0,4 А. Определить внутренние сопротивления  $r_1$  и  $r_2$  первого и второго источников тока.

### **Вариант 10**

#### *Базовый уровень*

Задание 1.

Определите силу тока в замкнутой цепи, если ЭДС источника равна 128 В, его внутреннее сопротивление равно 0,02 Ом, а внешнее сопротивление 12 Ом.

Задание 2.

Расход энергии в электрической лампе при силе тока 0,5 А в течение 8 ч составляет 1728 кДж. Чему равно сопротивление лампы?

#### *Повышенный уровень*

Задание 3.

Сила тока в проводнике сопротивлением  $R = 12$  Ом равномерно убывает от  $I_0 = 5$  А до  $I = 0$  в течение времени  $t = 10$  с. Какое количество теплоты  $Q$  выделяется в этом проводнике за указанный промежуток времени?

## **Раздел 4. Магнетизм. Электромагнитные колебания и волны**

### **Тема 10. Магнитное поле тока**

#### **Вариант 1**

#### *Базовый уровень*

Задание 1.

На провод обмотки якоря электродвигателя при силе тока 20 А действует сила 1 Н. Определите магнитную индукцию в месте расположения провода в данный момент, если длина провода 20 см, а проводник расположен перпендикулярно магнитному полю.

Задание 2.

Расстояние  $d$  между двумя длинными параллельными проводами равно 5 см. По проводам в одном направлении текут одинаковые токи силой  $I = 30$  А каждый. Найти напряженность  $H$  магнитного поля в точке, находящейся на расстоянии  $r_1 = 4$  см от одного и  $r_2 = 3$  см от другого провода.

#### *Повышенный уровень*

Задание 3.

Тонкой ленте шириной  $l = 50,0$  см, придали форму цилиндра радиуса  $R = 20,0$  см. По ленте течет равномерно распределенный по ее ширине ток силой  $I = 250$  А. Найти напряженность магнитного поля  $H$  в точке А, расположенной на оси трубы в плоскости основания цилиндра.

#### **Вариант 2**

#### *Базовый уровень*

Задание 1.

Какова сила тока в проводнике, находящемся в магнитном поле с индукцией 2 Тл, если длина его 40 см, а сила, действующая на проводник, равна 0,75 Н. угол между направлением линии магнитной индукции и током  $45^\circ$ .

Задание 2.

По тонкому проводящему кольцу радиусом  $R = 10$  см течет ток силой  $I = 80$  А. Найти магнитную индукцию  $B$  в точке, равноудаленной от всех точек кольца на  $r = 20$  см.

*Повышенный уровень*

Задание 3.

Проводник, имеющий форму квадрата со стороной  $a = 20,0$  см, находится в вакууме. По нему течет ток силой  $I = 15,5$  А. Определить величину индукции магнитного поля  $B_0$  в точке пересечения диагоналей квадрата. Сравнить с величиной индукции магнитного поля  $B_1$  в центре кругового провода с таким же током, если его длина равна длине окружности, вписанной в квадрат.

**Вариант 3**

*Базовый уровень*

Задание 1.

Катушка длиной  $l = 20$  см содержит  $N = 100$  витков. По обмотке катушки идет ток силой  $I = 5$  А. Диаметр  $d$  катушки равен 20 см. Определить магнитную индукцию  $B$  в точке, лежащей на оси катушки на расстоянии  $a = 10$  см от ее конца.

Задание 2.

Бесконечно длинный прямой проводник, по которому идёт ток силой  $I = 5$  А, согнут под прямым углом. Найти индукцию магнитного поля на расстоянии  $a = 10$  см от вершины угла в точке  $A$ , лежащей на биссектрисе прямого угла.

*Повышенный уровень*

Задание 3.

В вакууме по двум бесконечно длинным прямым параллельным проводам, расположенным на расстоянии  $d = 20,0$  см друг от друга, текут токи силой  $I_1 = 50,0$  А и  $I_2 = 100$  А в противоположных направлениях. Определить индукцию магнитного поля  $B$  в точке  $A$ , удаленной на расстояние  $r_1 = 25,0$  см от первого и на  $r_2 = 40,0$  см от второго провода.

**Вариант 4**

*Базовый уровень*

Задание 1.

По контуру в виде равностороннего треугольника идет ток силой 40 А. Сторона треугольника  $\alpha = 30$  см. Определить магнитную индукцию  $\vec{B}$  в точке пересечения медиан.

Задание 2.

По двум бесконечно длинным прямым параллельным проводам текут токи силой  $I_1 = 20$  А и  $I_2 = 30$  А в противоположных направлениях. Расстояние  $d$  между проводами равно 20 см. Вычислить магнитную индукцию  $B$  в точке, удаленной на  $r_1 = 25$  см от первого и на  $r_2 = 40$  см от второго провода.

*Повышенный уровень*

Задание 3.

Два бесконечно длинных прямых провода в вакууме скрещены под прямым углом. По проводам текут токи силой  $I_1 = 60,0$  А и  $I_2 = 80,0$  А. Расстояние  $d$  между проводами равно 15,0 см. Определить индукцию магнитного поля  $B$  в точке  $A$ , одинаково удаленной от обоих проводников на расстояние  $r_1 = r_2 = 7,5$  см.

**Вариант 5**

### *Базовый уровень*

#### *Задание 1.*

Ток в 20 А идет по длинному проводнику, согнутому под прямым углом. Найти индукцию магнитного поля в точке, лежащей на биссектрисе этого угла и отстоящей от вершины угла на расстоянии 10 см.

#### *Задание 2.*

По двум бесконечно длинным параллельным проводам текут токи силой  $I_1 = 20$  А и  $I_2 = 30$  А в одном направлении. Расстояние  $d$  между проводами равно 10 см. Вычислить магнитную индукцию  $B$  в точке, удаленной от обоих проводов на одинаковое расстояние  $r = 10$  см.

### *Повышенный уровень*

#### *Задание 3.*

По двум бесконечно длинным прямым параллельным проводам текут токи силой  $I_1 = 20,0$  А и  $I_2 = 30,0$  А в одном направлении. Расстояние  $d$  между проводами равно 10,0 см. Вычислить напряженность магнитного поля  $H$  в точке А, удаленной от обоих проводов на одинаковое расстояние  $r_1 = r_2 = 8$  см.

## **Вариант 6**

### *Базовый уровень*

#### *Задание 1.*

По контуру в виде равностороннего треугольника идет ток силой  $I = 40$  А. Длина  $a$  стороны треугольника равна 30 см. Определить магнитную индукцию  $B$  в точке пересечения высот.

#### *Задание 2.*

Какова индукция магнитного поля, в котором на проводник с током действует сила 50 мН, если поле и проводник взаимно перпендикулярны, а длина активной части проводника 5 см и сила тока в нем 25 А?

### *Повышенный уровень*

#### *Задание 3.*

Напряженность магнитного поля  $H_1$  в центре кругового витка радиусом  $R = 15,0$  см равна 30,0 А/м. Определить напряженность  $H_2$  в точке, расположенной на оси витка на расстоянии  $d = 6,0$  см от его центра.

## **Вариант 7**

### *Базовый уровень*

#### *Задание 1.*

Найти напряженность  $H$  магнитного поля, создаваемого отрезком АВ прямолинейного проводника с током, в точке С, расположенной на перпендикуляре к середине этого отрезка на расстоянии = 5 см от него. По проводнику течет ток  $I = 20$  А. Отрезок АВ проводника виден из точки С под углом  $60^\circ$ .

#### *Задание 2.*

По контуру в виде квадрата идет ток силой  $I = 50$  А. Длина  $a$  стороны квадрата равна 20 см. Определить магнитную индукцию  $B$  в точке пересечения диагоналей.

### *Повышенный уровень*

#### *Задание 3.*

Тонкий прямой стержень длиной  $l = 20,0$  см согнут посередине под углом  $\alpha = 120^\circ$ . По нему течет ток силой  $I = 50,0$  А. Найти напряженность магнитного поля  $H$  в точке, лежащей на биссектрисе угла  $\alpha$  и удаленной от его вершины на расстояние  $a = 5,0$  см.

## **Вариант 8**

### *Базовый уровень*

#### *Задание 1.*

По горизонтально расположенному проводнику длиной 20 см и массой 4 г течет ток силой 10 А. Найти индукцию (модуль и направление) магнитного поля, в которое нужно поместить проводник, чтобы сила тяжести уравновесилась силой Ампера.

#### *Задание 2.*

Для прямолинейных длинных проводника расположены параллельно на расстоянии  $d = 10$  см друг от друга. По проводникам текут токи  $I_1 = I_2 = 5$  А в противоположных направлениях. Найти модуль и направление напряженности  $H$  магнитного поля в точке, находящейся на расстоянии  $a = 10$  см от каждого проводника.

### *Повышенный уровень*

#### *Задание 3.*

По контуру в виде ромба с длиной стороны  $a = 10,0$  см и углом  $\alpha = 60^\circ$  идет ток силой  $I = 10$  А. Определить напряженность магнитного поля  $H$  в точке пересечения диагоналей ромба.

## **Вариант 9**

### *Базовый уровень*

#### *Задание 1.*

Ток в 20 А идет по длинному проводнику, согнутому под прямым углом. Найти индукцию магнитного поля в точке, лежащей на биссектрисе этого угла и отстоящей от вершины угла на расстоянии 10 см.

#### *Задание 2.*

Проводник длиной 0,15 м перпендикулярен вектору магнитной индукции однородного магнитного поля, модуль которого  $B = 0,4$  Тл. Сила тока в проводнике равна 8 А. Найдите работу, которая была совершена при перемещении проводника на 0,025 метра по направлению действия силы Ампера.

### *Повышенный уровень*

#### *Задание 3.*

Электрон в невозбужденном атоме водорода движется вокруг ядра по окружности радиусом  $r = 53,0$  пм. Вычислить силу эквивалентного кругового тока  $I$  и напряженность  $H$  поля в центре окружности.

## **Вариант 10**

### *Базовый уровень*

#### *Задание 1.*

Найти напряженность  $H$  магнитного поля в центре кругового проволочного витка радиусом  $R = 1$  см, по которому течет ток  $I = 1$  А.

#### *Задание 2.*

Ток  $I = 20$  А, протекая по кольцу из медной проволоки сечением  $S = 1,0 \text{ мм}^2$ , создает в центре кольца напряженность магнитного поля  $H = 178 \text{ А/м}$ . Какая разность потенциалов  $U$  приложена к концам проволоки, образующей кольцо?

### *Повышенный уровень*

#### *Задание 3.*

По тонкому проволочному кольцу радиусом  $R$  течёт ток  $I$ . Не изменяя силы тока в проводнике, ему придали форму равностороннего треугольника. Во сколько раз изменилась индукция магнитного поля  $B_0$  в центре контура?

## Тема 11. Электромагнитная индукция. Энергия магнитного поля

### Вариант 1

#### Базовый уровень

Задание1.

Чему равна индуктивность катушки, если протекающий по ней ток силой 0,15 А создаёт поток магнитной индукции 7,5 мВб?

Задание 2.

В однородном магнитном поле с индукцией  $B = 0,35$  Тл равномерно с частотой  $n=480$  мин<sup>-1</sup> вращается рамка, содержащая  $N = 1500$  витков площадью  $S=50$  см<sup>2</sup>. Ось вращения лежит в плоскости рамки и перпендикулярна линиям индукции. Определить максимальную ЭДС индукции  $E_{max}$ , возникающую в рамке.

#### Повышенный уровень

Задание 3.

Виток, радиус которого 4 см, находится в однородном магнитном поле напряженностью 150 А/м. Плоскость витка перпендикулярна линиям индукции поля. Какую работу нужно совершить, чтобы повернуть виток около его диаметра на угол 600 при токе в витке 10 А?

### Вариант 2

#### Базовый уровень

Задание1.

Магнитное поле катушки с индуктивностью 0,1 Гн обладает энергией 0,8 Дж. Чему равна сила тока в катушке?

Задание 2.

С помощью реостата равномерно увеличивают силу тока в катушке на  $\Delta I=0,1$  А в 1с. Индуктивность  $L$  катушки равна 0,01 Гн. Найти среднее значение ЭДС самоиндукции  $\langle E_i \rangle$ .

#### Повышенный уровень

Задание 3.

В однородном магнитном поле с индукцией  $B = 0,4$  Тл в плоскости, перпендикулярной линиям индукции поля, вращается стержень длиной  $l = 10$  см. Ось вращения проходит через один из концов стержня. Определить разность потенциалов  $U$  на концах стержня при частоте вращения  $n=16$  с<sup>-1</sup>.

### Вариант 3

#### Базовый уровень

Задание1.

Определите индуктивность катушки, если при силе тока 3 А магнитное поле в ней обладает энергией  $6 \cdot 10^{-2}$  Дж.

Задание 2.

Соленоид индуктивностью  $L = 4$  мГн содержит  $N = 600$  витков. Определить магнитный поток  $\Phi$ , если сила тока  $I$ , протекающего по обмотке, равна 12 А.

#### Повышенный уровень

Задание 3.

Проволочное кольцо радиусом  $r = 10$  см лежит на столе. Какое количество электричества  $Q$  протечет по кольцу, если его повернуть с одной стороны на другую? Сопротивление  $R$  кольца равно 1 Ом. Вертикальная сопротивляющая индукции  $B$  магнитного поля Земли равна 50 мкТл.

## **Вариант 4**

### *Базовый уровень*

Задание1.

Определите энергию магнитного поля катушки, в которой при силе тока 6,8 А магнитный поток равен 2,5 мВб.

Задание 2.

Какая сила действует на электрон, летящий в однородном магнитном поле с индукцией 10 мТл перпендикулярно линиям магнитной индукции со скоростью  $3 \cdot 10^6$  м/с. Заряд электрона равен  $-1,6 \cdot 10^{-19}$  Кл.

### *Повышенный уровень*

Задание 3.

Магнитная индукция  $B$  поля между полюсами двухполюсного генератора равна 0,8 Тл. Ротор имеет  $N = 100$  витков площадью  $S=400$  см<sup>2</sup>. Определить частоту  $n$  вращения якоря, если максимальное значение ЭДС индукции  $E_{max}=200$  В.

## **Вариант 5**

### *Базовый уровень*

Задание1.

Определите индуктивность катушки сопротивлением 3,5 Ом, содержащей 1000 витков, на которой поддерживается постоянное напряжение 7В, а при размыкании цепи катушки выделяется энергия 15 мДж.

Задание 2.

Индуктивность  $L$  катушки (без сердечника) равна 0,1 мГн. При какой силе тока  $I$  энергия  $W$  магнитного поля равна 100 мкДж?

### *Повышенный уровень*

Задание 3.

Соленоид содержит  $N=1000$  витков. Сила тока  $I$  в его обмотке равна 1 А, магнитный поток  $\Phi$  через поперечное сечение соленоида равен 0,1 мВб. Вычислить энергию  $W$  магнитного поля.

## **Вариант 6**

### *Базовый уровень*

Задание1.

Чему равно напряжение на концах катушки сопротивлением 10 Ом и индуктивностью 0,2 Гн, если при её отключении выделяется 0,8 Дж энергии?

Задание 2.

Протон, прошедший ускоряющую разность потенциалов  $U = 600$  В, влетел в однородное магнитное поле с индукцией  $B = 0,3$  Тл и начал двигаться по окружности. Вычислить ее радиус  $R$ .

### *Повышенный уровень*

Задание 3.

На железное кольцо намотано в один слой  $N=200$  витков. Определить энергию  $W$  магнитного поля, если при токе  $I=2,5$  А магнитный поток  $\Phi$  в железе равен 0,5 мВб.

## **Вариант 7**

### *Базовый уровень*

Задание1.

Определите ЭДС индукции, возбуждаемую в контуре, если в нём за 0,01 с магнитный поток равномерно уменьшается от 0,5 до 0,4 Вб.

Задание 2.

Заряженная частица с энергией  $T = 1$  кэВ движется в однородном магнитном поле по окружности радиусом  $R = 1$  мм. Найти силу  $F$ , действующую на частицу со стороны поля.

*Повышенный уровень*

Задание 3.

Обмотка тороида содержит  $n=10$  витков на каждый сантиметр длины. Сердечник не магнитный. При какой силе тока  $I$  в обмотке плотность энергии  $w$  в магнитном поле равна  $1$  Дж/м<sup>3</sup>?

### **Вариант 8**

*Базовый уровень*

Задание1.

Определите промежуток времени, в течение которого магнитный поток, пронизывающий контур, должен увеличиться от  $0,01$  до  $0,2$  Вб, чтобы в контуре возбуждалась ЭДС индукции  $3,8$  В

Задание 2.

Электрон движется в однородном магнитном поле с индукцией  $B = 9$  мТл по винтовой линии, радиус  $R$  которой равен  $1$  см и шаг  $h = 7,8$  см. Определить период  $T$  вращения электрона и его скорость  $v$ .

*Повышенный уровень*

Задание 3.

Прямоугольная рамка с током расположена в магнитном поле параллельно линиям индукции и испытывает со стороны поля вращающий момент  $50$  мН·м. Вычислить работу сил поля при повороте рамки на угол  $60^\circ$ .

### **Вариант 9**

*Базовый уровень*

Задание1.

Найти магнитный поток, создаваемый соленоидом сечением  $10$  см<sup>2</sup>, если он имеет  $10$  витков на каждый сантиметр его длины при силе тока  $20$  А.

Задание 2.

Обмотка тороида с немагнитным сердечником имеет  $n=10$  витков на каждый сантиметр длины. Определить плотность энергии  $w$  в поля, если по обмотке течет ток  $I=16$  А.

*Повышенный уровень*

Задание 3.

Проволочный виток радиусом  $r = 4$  см, имеющий сопротивление  $R = 0,01$  Ом, находится в однородном магнитном поле с индукцией  $B = 0,04$  Тл. Плоскость рамки составляет угол  $\alpha=30^\circ$  с линиями индукции поля. Какое количество электричества  $Q$  протечет по витку, если магнитное поле исчезнет?

### **Вариант 10**

*Базовый уровень*

Задание1.

Плоский контур площадью  $10$  см<sup>2</sup> находится в однородном магнитном поле индукцией  $0,02$  Тл. Определить магнитный поток, пронизывающий контур, если плоскость его составляет угол  $700$  с направлением линий индукции.

Задание 2.

При некоторой силе тока  $I$  плотность энергии  $w$  магнитного поля соленоида (без сердечника) равна  $0,2 \text{ Дж/м}^3$ . Во сколько раз увеличится плотность энергии поля при той же силе тока, если соленоид будет иметь железный сердечник?

*Повышенный уровень*

Задание 3.

Виток радиусом 10 см, по которому течет ток силой 20 А, свободно установился в однородном магнитном поле напряженностью  $10^3 \text{ А/м}$ . Виток повернули относительно диаметра на угол 600. Определить совершенную при этом работу.

## Тема 12. Электромагнитные колебания в колебательном контуре

### Вариант 1

#### *Базовый уровень*

Задание 1.

Найти частоту свободных колебаний в колебательном контуре, состоящем из катушки индуктивностью 3 мГн и конденсатора ёмкостью 3 мкФ.

Задание 2.

На длинный картонный каркас диаметром 2 см уложена однослойная обмотка (виток к витку) из проволоки диаметром 0,5 мм. Определить магнитный поток, создаваемый таким соленоидом при силе тока 4 А.

*Повышенный уровень*

Задание 3.

Уравнение колебаний напряжения имеет вид:  $u = 40 \sin 10\pi t$ . Определите амплитудное и действующее значения напряжения, период и частоту колебаний.

### Вариант 2

#### *Базовый уровень*

Задание 1.

Вычислите период колебаний в контуре с индуктивностью 2,5 мГн и ёмкостью 0,01 мкФ. Чему равна частота этих колебаний?

Задание 2.

Найти напряжённость магнитного поля на оси плоского кругового контура на расстоянии 3 см от его плоскости. Радиус контура 4 см. В контуре идёт ток силой 2 А.

*Повышенный уровень*

Задание 3.

В идеальном колебательном контуре максимальный ток в катушке 1 А, а максимальное значение напряжения на конденсаторе 1000 В. Через  $t = 1,57 \cdot 10^{-6}$  с после начала колебаний (в нач. момента времени напряжение на конденсаторе максимально: величины энергии катушки и конденсатора сравнялись. Найти период колебаний и полную энергию контура.

### Вариант 3

#### *Базовый уровень*

Задание 1.

Частота свободных колебаний в колебательном контуре равна 1,55 кГц, индуктивность катушки 12 мГн. Определить ёмкость конденсатора.

Задание 2.

В магнитном поле, изменяющемся по закону:  $B = B_0 \cos \omega t$  ( $B_0 = 0,1$  Тл,  $\omega = 4$  с<sup>-1</sup>), помещена квадратная рамка со стороной 50 см, причем нормаль к рамке образует с направлением поля угол 45°. Определите ЭДС индукции, возникающую в рамке в момент времени 5 с.

*Повышенный уровень*

Задание 3.

Определить добротность контура, если частота электромагнитных колебаний в нём  $\omega$  отличается от его собственной частоты  $\omega_0$  на 0,5%.

**Вариант 4**

*Базовый уровень*

Задание 1.

Частота свободных колебаний колебательного контура равна 4 кГц, его электротёмкость 8 мкФ. Какова индуктивность контура?

Задание 2.

В колебательном контуре с сопротивлением 0,5 Ом и индуктивностью  $2 \cdot 10^{-3}$  Гн, происходят затухающие колебания. Определить время, за которое энергия контура уменьшится в 10 раз.

*Повышенный уровень*

Задание 3.

Катушка с индуктивностью 0,003 Гн образует колебательный контур с плоским конденсатором, площадь каждой пластины которого 200 см<sup>2</sup>, расстояние между пластинами 5 мм, диэлектрик – воздух. В начальный момент времени напряжение на конденсаторе максимально и равно 50 В. Определить период колебаний в контуре и записать уравнение колебаний напряжения на конденсаторе.

**Вариант 5**

*Базовый уровень*

Задание 1.

За какой промежуток времени в колебательном контуре с индуктивностью 1,5 мГн и ёмкостью 6 нФ совершаются 10000 электромагнитных колебаний?

Задание 2.

Определить энергию, переносимую электромагнитной волной с  $E_0 = 150$  В/м за 2 с через площадку 10 см<sup>2</sup>, расположенную перпендикулярно к направлению скорости распространения волны. Учесть, что среднее значение квадрата синуса (либо косинуса) за период равно 0,5.

*Повышенный уровень*

Задание 3.

Амплитуда затухающих колебаний контура за 1 мин уменьшилась вдвое. Во сколько раз уменьшится амплитуда этих колебаний за 3 мин?

**Вариант 6**

*Базовый уровень*

Задание 1.

Колебательный контур состоит из катушки индуктивностью  $2 \cdot 10^{-4}$  Гн и конденсатора ёмкостью 450 пФ. На какую длину волны рассчитан этот контур?

**Задание 2.**

Электрон движется в однородном магнитном поле перпендикулярно линиям магнитной индукции. Определить силу  $F$ , действующую на электрон со стороны поля  $B = 0,1$  Тл, а радиус кривизны траектории  $r = 0,5$  см.

*Повышенный уровень*

**Задание 3.**

Рамка из  $N = 1500$  витков площадью  $S = 50$  см<sup>2</sup>, вращается с частотой  $n = 960$  об/мин в магнитном поле с  $H = 105$  А/м. Ось вращения в плоскости рамки и перпендикулярна линиям напряжённости. Определить максимальную ЭДС индукции, возникшую в рамке.

**Вариант 7**

*Базовый уровень*

**Задание 1.**

На каком расстоянии от радиолокатора находится цель, если отражённый от цели сигнал возвратился через  $3,3 \cdot 10^{-4}$  с?

**Задание 2.**

Определить период обращения электрона, который движется по окружности в однородном магнитном поле с напряжённостью  $H = 2,5 \cdot 10^4$  А/м.

*Повышенный уровень*

**Задание 3.**

Частица с величиной заряда электрона влетела в однородное магнитное поле с индукцией  $B = 0,5$  Тл под углом  $\alpha = 60^\circ$  к направлению линий индукции. Определить силу Лоренца, действующую на частицу со стороны поля.

**Вариант 8**

*Базовый уровень*

**Задание 1.**

Определить промежуток времени, в течение которого радиосигнал, посланный радиолокатором в направлении объекта, находящегося на расстоянии 90 км от радиолокатора, отразился от объекта и возвратился обратно.

**Задание 2.**

Заряженная частица с энергией  $K = 1$  кэВ движется в однородном магнитном поле по окружности радиусом  $R = 1$  мм. Определить силу  $F$ , действующую на частицу со стороны поля.

*Повышенный уровень*

**Задание 3.**

Однородные электрическое и магнитное поля с  $E = 1000$  В/м и  $H = 1000$  А/м совпадают по направлению. Определить нормальное  $a_n$  и тангенциальное  $a_r$  ускорения протона, влетевшего в это поле по направлению линий напряжённости со скоростью  $v = 8 \cdot 10^5$  м/с.

**Вариант 9**

### *Базовый уровень*

#### *Задание 1.*

В цепь переменного тока включено активное сопротивление 5,5 Ом. Вольтметр показывает напряжение 220 В. Определить действующее и амплитудное значения силы тока в цепи.

#### *Задание 2.*

Заряженная частица прошла ускоренную разность потенциалов  $U = 104$  В в электрическом поле и влетела в скрещивающиеся под прямым углом электрическое и магнитное поля с  $E = 100$  В/м и  $B = 0,1$  Тл. Определить отношение заряда частицы к её массе, если двигаясь перпендикулярно обоим полям она не испытывает отклонений от прямолинейной траектории.

### *Повышенный уровень*

#### *Задание 3.*

Колебательный контур состоит из катушки индуктивностью  $L = 20$  мкГн и конденсатора электроемкостью  $C = 80$  нФ. Величина емкости может отклоняться от указанного значения на 2%. Вычислить, в каких пределах может изменяться длина волны, на которую резонирует контур.

## **Вариант 10**

### *Базовый уровень*

#### *Задание 1.*

Катушка с индуктивностью 0,2 Гн включена в цепь переменного тока промышленной частоты и напряжением 220 В. Определить силу тока в цепи. Активным сопротивлением катушки пренебречь.

#### *Задание 2.*

Катушка индуктивностью  $L = 1$  мГн и воздушный конденсатор, состоящий из двух круглых пластин диаметром  $D = 20$  см каждая, соединены параллельно. Расстояние  $d$  между пластинами равно 1 см. Определить период  $T$  электрических колебаний в таком контуре.

### *Повышенный уровень*

#### *Задание 3.*

Конденсатор электроемкостью  $C = 500$  пФ соединен параллельно с катушкой длиной  $l = 40$  см и площадью  $S$  сечения, равной  $5$  см $^2$ . Катушка содержит  $N = 1000$  витков. Сердечник немагнитный. Найти период  $T$  электрических колебаний в этом контуре.

## **Тема 13. Переменный электрический ток. Электромагнитное поле**

## **Вариант 1**

### *Базовый уровень*

#### *Задание 1.*

Первичная обмотка трансформатора имеет 600 витков. Сколько витков во вторичной обмотке, если трансформатор предназначен для повышения напряжения со 120 до 350 В?

#### *Задание 2.*

Виток проволоки радиусом 4 см и сопротивлением 0,01 Ом находится в однородном магнитном поле с индукцией  $B = 0,2$  Тл. Плоскость витка составляет угол  $\varphi = 30^\circ$  с вектором  $\vec{B}$ . Какой заряд пройдет по витку при выключении магнитного поля?

### *Повышенный уровень*

### Задание 3.

В однородном магнитном поле, индукция которого  $0,8 \text{ Тл}$ , равномерно вращается рамка с угловой скоростью  $15 \text{ рад/с}$ . Площадь рамки  $150 \text{ см}^2$ . Ось вращения находится в плоскости рамки и составляет  $30^\circ$  с направлением силовых линий магнитного поля. Найти максимальную ЭДС индукции во вращающейся рамке.

### Вариант 2

#### *Базовый уровень*

##### Задание 1.

При включении конденсатора в цепь переменного тока напряжением  $220 \text{ В}$  и частотой  $50 \text{ Гц}$  (стандартная или промышленная частота) в ней установился ток  $0,5 \text{ А}$ . Какую электроёмкость имеет конденсатор?

##### Задание 2.

Какова индуктивность проводника, если при его включении в цепь переменного тока стандартной частоты напряжением  $120 \text{ в}$  амплитудное значение силы тока равно  $14 \text{ А}$ .

#### *Повышенный уровень*

##### Задание 3.

В колебательном контуре с сопротивлением  $0,5 \text{ Ом}$  и индуктивностью  $2 \cdot 10^{-3} \text{ Гн}$ , происходят затухающие колебания. Определить время, за которое энергия контура уменьшится в  $10$  раз.

### Вариант 3

#### *Базовый уровень*

##### Задание 1.

Чему равен период колебаний переменного тока в цепи с индуктивностью  $0,12 \text{ Гн}$ , если индуктивное сопротивление цепи равно  $12,6 \text{ Ом}$ ?

##### Задание 2.

Мощность трансформатора  $132 \text{ Вт}$ . Первичная обмотка содержит  $60$  витков, и на неё подано напряжение  $12 \text{ В}$ . Сколько витков у вторичной обмотки, если в ней протекает ток, действующее значение которого равно  $0,6 \text{ А}$ ?

#### *Повышенный уровень*

##### Задание 3.

Мгновенные значения тока и напряжения потребителя  $i = 18 \sin(785 t - 30^\circ) \text{ А}$   $u = 210 \sin 785 t \text{ В}$ . Определить амплитудные и действующие значения тока и напряжения, их начальные фазы. Построить векторную диаграмму для  $t = 0$ .

### Вариант 4

#### *Базовый уровень*

##### Задание 1.

Конденсатор ёмкостью  $8 \text{ мкФ}$  включён в цепь переменного тока промышленной частоты. Определить силу тока в цепи, если напряжение равно  $120 \text{ В}$ .

##### Задание 2.

Действующее значение напряжения на концах первичной обмотки трансформатора  $220 \text{ В}$ , действующее значение силы тока во вторичной обмотке  $2 \text{ А}$ , мощность трансформатора  $22 \text{ Вт}$ . Определить коэффициент трансформации и число витков во вторичной обмотке, если в первичной обмотке имеется  $880$  витков.

#### *Повышенный уровень*

### Задание 3.

Сила тока в проводнике равномерно нарастает от  $I_0 = 0$  до  $I = 3$  А в течение времени  $t = 10$  с. Определить заряд  $Q$ , прошедший в проводнике.

### Вариант 5

#### *Базовый уровень*

##### Задание 1.

Рассчитайте частоту переменного тока в цепи, содержащей конденсатор ёмкостью 1 мкФ, если он оказывает току сопротивление 1 кОм.

##### Задание 2.

По проводнику сопротивлением  $R = 3$  Ом течет ток, сила которого возрастает. Количество теплоты  $Q$ , выделившееся в проводнике за время  $t = 8$  с, равно 200 Дж. Определить количество электричества  $q$ , протекшее за это время по проводнику. В начальный момент времени сила тока в проводнике равна нулю.

#### *Повышенный уровень*

##### Задание 3.

Катушка и амперметр соединены последовательно и подключены к источнику тока. К зажимам катушки присоединен вольтметр сопротивлением  $R_V = 1$  кОм. Показания амперметра  $I = 0,5$  А, вольтметра  $U = 100$  В. Определить сопротивление  $R$  катушки. Сколько процентов от точного значения сопротивления катушки составит погрешность, если не учитывать сопротивления вольтметра?

### Вариант 6

#### *Базовый уровень*

##### Задание 1.

Конденсатор включён в цепь переменного тока с частотой 5 кГц и напряжением 20 В. Амплитудное значение силы тока в этой цепи равно 4,4 А. Определить ёмкость конденсатора.

##### Задание 2.

Сила тока в проводнике сопротивлением  $R = 12$  Ом равномерно убывает от  $I_0 = 5$  А до  $I = 0$  в течение времени  $t = 10$  с. Какое количество теплоты  $Q$  выделяется в этом проводнике за указанный промежуток времени?

#### *Повышенный уровень*

##### Задание 3.

Медный диск радиусом  $R = 0,5$  м равномерно вращается ( $\omega = 104$  рад/с) относительно оси, перпендикулярной плоскости диска и проходящей через его центр. Определить разность потенциалов  $U$  между центром диска и его крайними точками.

### Вариант 7

#### *Базовый уровень*

##### Задание 1.

В цепи переменного тока, содержащей только индуктивное сопротивление 62 Ом, напряжение изменяется по закону:  $u = 310 \cos 100\pi t$ . Вычислить мгновенное значение силы тока через 1/600 с от начала периода.

##### Задание 2.

В цепь переменного тока включено активное сопротивление 5,5 Ом. Вольтметр показывает напряжение 220 В. Определить действующее и амплитудное значения силы тока в цепи.

*Повышенный уровень*

Задание 3.

В однородном магнитном поле с магнитной индукцией 0,2 Тл находится квадратный проводящий контур со стороной 20 см и током 10 А. Плоскость квадрата составляет с направлением поля угол в  $30^0$ . Определите работу удаления контура за пределы поля.

**Вариант 8**

*Базовый уровень*

Задание 1.

Первичная обмотка трансформатора имеет 600 витков. Сколько Витов во вторичной обмотке, если трансформатор предназначен для повышения напряжения от 120 до 350 В?

Задание 2.

Какова индуктивность катушки с железным сердечником, если за время 0,5 с ток в цепи изменился от  $I_1=10$  А до  $I_2=5$  А, а возникшая при этом ЭДС самоиндукции 25 В?

*Повышенный уровень*

Задание 3.

В магнитном поле, индукция которого равна 0,05 Тл, помещена катушка, состоящая из 200 витков проволоки. Сопротивление катушки 40 Ом, площадь ее поперечного сечения  $12 \text{ см}^2$ . Катушка помещена так, что ее ось составляет  $60^0$  с направлением поля. Какое количество электричества пройдет по катушке при исчезновении магнитного поля?

**Вариант 9**

*Базовый уровень*

Задание 1.

Понижающий трансформатор с коэффициентом трансформации 10 включен в сеть переменного тока. Сила тока во вторичной обмотке трансформатора 5 А, число витков в ней 42. Определить силу тока в первичной обмотке и число витков в ней.

Задание 2.

Индуктивность соленоида, намотанного в один слой на немагнитный каркас, равна 0,2 мГн. Длина соленоида 0,5 м, диаметр 1 см. Определить число витков, приходящихся на единицу длины соленоида.

*Повышенный уровень*

Задание 3.

Соленоид содержит 4000 витков провода, по которому течет ток 20 А. Определить магнитный поток, если индуктивность 0,4 Гн.

**Вариант 10**

*Базовый уровень*

Задание 1.

Напряжение в первичной обмотке сварочного трансформатора 220 В, сила тока во вторичной обмотке 280 А, число витков в ней равно 5, коэффициент трансформации

равен 7. Определить силу тока в первичной обмотке, число витков в ней, а также напряжение на вторичной обмотке трансформатора.

Задание 2.

Обмотка соленоида содержит 10 витков на каждый сантиметр длины. При какой силе тока объемная плотность энергии магнитного поля будет равной  $1 \text{ Дж/м}^3$ ?

*Повышенный уровень*

Задание 3.

Плоский виток площади  $10 \text{ см}^2$  помещен в однородное магнитное поле перпендикулярно к линиям индукции. Сопротивление витка 1 Ом. Какой ток протечет по витку, если магнитная индукция поля будет убывать со скоростью  $B/t=0,01 \text{ Тл/с}$ ?

## Раздел 5. Оптика. Квантовая природа излучения

### Тема 14. Геометрическая оптика. Линзы

#### Вариант 1

*Базовый уровень*

Задание 1.

Тонкий пучок света переходит из воздуха в некоторую жидкость. Найдите показатель преломления жидкости, если угол падения  $30^\circ$ , а угол преломления  $15^\circ$ .

Задание 2.

Расстояние от предмета до экрана 90 см. Где надо поместить между ними линзу с фокусным расстоянием 20 см, чтобы получить на экране отчётливое изображение предмета?

*Повышенный уровень*

Задание 3.

Расстояние от предмета до экрана равно 3 м. Линзу какой оптической силы надо взять и где следует её поместить, чтобы получить изображение предмета, увеличенное в 5 раз?

#### Вариант 2

*Базовый уровень*

Задание 1.

Солнечный свет падает на поверхность воды в сосуде. Каков угол преломления, если угол падения  $25^\circ$ ? Каков угол падения, если угол преломления  $42^\circ$ ? Каковы углы падения и преломления, если угол отражения  $30^\circ$ ?

Задание 2.

Главное фокусное расстояние  $f$  собирающей линзы в воздухе равно 10 см. Определить, чему оно равно: 1) в воде; 2) в коричном масле.

*Повышенный уровень*

Задание 3.

На каком расстоянии от двояковыпуклой линзы, фокусное расстояние которой 40 см, надо поместить предмет, чтобы его действительное изображение получилось: а) в натуральную величину; б) увеличенным в 2 раза; в) уменьшенным в 2 раза?

#### Вариант 3

*Базовый уровень*

Задание 1.

При переходе луча света из стекла (флинт) в глицерин угол преломления оказался

равным  $35^0$ . Определите угол падения луча света на границе раздела двух сред.

Задание 2.

Определить оптическую силу линзы, если известно, что предмет, помещённый перед ней на расстоянии 40 см, даёт мнимое изображение, уменьшенное в 4 раза.

*Повышенный уровень*

Задание 3.

Фокусное расстояние собирающей линзы равно F. На каком расстоянии от линзы нужно поместить предмет, чтобы увеличение было больше 2, но меньше 3?

**Вариант 4**

*Базовый уровень*

Задание 1.

Определите показатель преломления стекла (флинт) относительно воды.

Задание 2.

На каком расстоянии от линзы с фокусным расстоянием 12 см надо поставить предмет, чтобы его действительное изображение было втрое больше самого предмета?

*Повышенный уровень*

Задание 3.

Изображение предмета, поставленного на расстоянии 40 см от двояковыпуклой линзы, получилось действительным и увеличенным в 1,5 раза. Каково фокусное расстояние линзы?

**Вариант 5**

*Базовый уровень*

Задание 1.

Найдите скорость света в скрипиде.

Задание 2.

Свеча находится на расстоянии 12,5 см от собирающей линзы, оптическая сила которой равна 10 дптр. На каком расстоянии от линзы получится изображение и каким оно будет?

*Повышенный уровень*

Задание 3.

Световой луч падает под углом  $\alpha = 60^0$  на плоскопараллельную стеклянную пластинку толщиной  $d = 10$  см. Определите смещение  $S$  луча пластинкой, если пластинка погружена в воду. Показатели преломления стекла и воды соответственно равны  $n_2 = 1,5$ ,  $n_1 = 1,33$ .

**Вариант 6**

*Базовый уровень*

Задание 1.

Определите скорость распространения света в стекле, если при переходе его из воздуха в стекло угол падения оказался равным  $50^0$ , а угол преломления  $30^0$ .

Задание 2.

Предмет находится на расстоянии 12 см от двояковогнутой линзы с фокусным расстоянием – 10 см. На каком расстоянии от линзы находится изображение предмета?

*Повышенный уровень*

Задание 3.

Внутренняя поверхность конуса покрыта отражающим слоем, образующим коническое зеркало. Вдоль оси конуса внутри него натянута светящаяся нить. Определите минимальный угол раствора конуса  $\alpha_{\min}$ , при котором лучи, идущие от нити, будут отражаться от поверхности конуса не более одного раза.

**Вариант 7**

*Базовый уровень*

Задание 1.

Выйдет ли световой луч из воды в воздух, если угол падения равен:  $45^0$ ;  $50^0$ ?

Задание 2.

Найдите оптическую силу и фокусное расстояние двояковыпуклой линзы, если действительное изображение предмета, помещённого в 15 см от линзы, получается на расстоянии 30 см от неё. Найдите увеличение линзы.

*Повышенный уровень*

Задание 3.

На оптической скамье установлена лампочка  $L$  (ее можно считать точечным источником света). От лампочки отодвигают с постоянной скоростью  $v_0$  собирающую линзу, фокусное расстояние которой равно  $F$ . В какую сторону, и с какой скоростью будет двигаться изображение  $L'$  лампочки в тот момент, когда линза окажется от нее на расстоянии  $1,5F$ ? Лампочка все время остается на главной оптической оси линзы.

**Вариант 8**

*Базовый уровень*

Задание 1.

Вычислите предельный угол полного отражения для алмаза.

Задание 2.

Лупа дает увеличение  $\Gamma=2$ . Вплотную к ней приложили собирающую линзу с оптической силой  $\Phi_1=20$  дптр. Какое увеличение  $\Gamma_2$  будет давать составная лупа?

*Повышенный уровень*

Задание 3.

Луч света падает на трёхгранную призму под углом  $40^0$ . Преломляющий угол призмы  $30^0$ , стекло – крон. Под каким углом луч выйдет из призмы?

**Вариант 9**

*Базовый уровень*

Задание 1.

Предельный угол полного отражения для спирта равен  $47^0$ . Найдите показатель преломления спирта.

Задание 2.

Две плосковыпуклые линзы, сложенные плоскими сторонами, образуют линзу с фокусным расстоянием  $F_1$ . Найти фокусное расстояние  $F_2$  линзы, которая получится, если сложить эти линзы выпуклыми сторонами, а пространство между ними заполнить водой. Показатель преломления стекла  $n_1=1,66$ , воды  $n_2=1,33$ .

*Повышенный уровень*

Задание 3.

Найдите смещение луча при прохождении через плоскопараллельную пластинку из стекла (крон), если угол падения равен  $45^0$ , а толщина пластиинки 5 см.

## **Вариант 10**

### *Базовый уровень*

#### Задание 1.

Пучок света, идущий в воздухе, падает на поверхность жидкости под углом  $\varepsilon_1 = 54^\circ$ . Определить угол преломления  $\varepsilon_2$  пучка, если отраженный пучок полностью поляризован.

#### Задание 2.

Луч света падает под углом  $\alpha$  на поверхность среды с показателем преломления, изменяющемся по закону  $n = n_0 + ky$ , где  $n_0$  и  $k$  – положительные постоянные;  $y$  – координата. Определите траекторию луча света в среде.

### *Повышенный уровень*

#### Задание 3.

Луч падает под углом  $60^\circ$  на плоскопараллельную пластинку из стекла (крон). Какова толщина пластиинки, если на выходе из неё луч смещается на 2 см?

## **Тема 15. Волновая оптика. Интерференция и дифракция света. Дисперсия и поляризация света**

## **Вариант 1**

### *Базовый уровень*

#### Задание 1.

На толстую стеклянную пластинку, покрытую очень тонкой пленкой, коэффициент преломления вещества которой равен 1,4, падает нормально параллельный пучок лучей монохроматического света ( $\lambda = 0,6$  мкм). Отраженный свет максимально ослаблен вследствие интерференции. Определите толщину пленки.

#### Задание 2.

На щель (рис.) шириной  $a = 0,1$  мм нормально падает параллельный пучок света от монохроматического источника ( $\lambda = 0,6$  мкм). Определить ширину  $l$  центрального максимума в дифракционной картине, проецируемой с помощью линзы, находящейся непосредственно за щелью, на экран, отстоящий от линзы на расстоянии  $L = 1$  м.

### *Повышенный уровень*

#### Задание 3.

На дифракционную решетку, содержащую  $n = 600$  штрихов на миллиметр, падает нормально белый свет. Спектр проецируется помещенной вблизи решетки линзой на экран. Определить ширину  $b$  спектра первого порядка на экране, если расстояние от линзы до экрана  $L = 1,2$  м. Границы видимого спектра  $\lambda_{\text{кр}} = 780$  нм,  $\lambda_{\text{ф}} = 400$  нм.

## **Вариант 2**

### *Базовый уровень*

#### Задание 1.

На дифракционную решетку от разрядной трубки, наполненной гелием, нормально падает пучок света. На какую линию  $\lambda_1$  (в нанометрах) в спектре третьего порядка накладывается красная линия гелия длиной волны  $\lambda_2 = 706$  нм в спектре второго порядка?

#### Задание 2.

На тонкий стеклянный клин в направлении нормали к его поверхности падает монохроматический свет ( $\lambda = 380$  нм). Определить угол  $\theta$  между поверхностями клина, если расстояние  $b$  между смежными интерференционными минимумами в отраженном свете равно 6 мм.

*Повышенный уровень*

Задание 3.

При освещении дифракционной решетки белым светом спектры второго и третьего порядков отчасти перекрывают друг друга. На какую длину волны в спектре второго порядка накладывается фиолетовая граница ( $\lambda = 0,4$  мкм) спектра третьего порядка.

**Вариант 3**

*Базовый уровень*

Задание 1.

Дифракционная решетка содержит  $n = 200$  штрихов на 1 мм. На решетку падает нормально монохроматический свет ( $\lambda = 0,6$  мкм). Максимум какого наибольшего порядка дает эта решетка?

Задание 2.

На тонкий стеклянный клин в направлении нормали к его поверхности падает монохроматический свет ( $\lambda = 600$  нм). Определить угол  $\theta$  между поверхностями клина, если расстояние  $b$  между смежными интерференционными минимумами в отраженном свете равно 4 мм.

*Повышенный уровень*

Задание 3.

Сколько штрихов на каждый миллиметр содержит дифракционная решетка, если при наблюдении в монохроматическом свете ( $\lambda = 0,6$  мкм), максимум пятого порядка отклонен на угол  $\varphi = 18^\circ$ ?

**Вариант 4**

*Базовый уровень*

Задание 1.

Свет с  $\lambda = 589$  нм падает нормально на дифракционную решетку с периодом  $d = 2,5$  мкм, содержащую  $N = 10000$  штрихов. Найдите угловую ширину дифракционного максимума второго порядка.

Задание 2.

Пучок монохроматических ( $\lambda = 0,6$  мкм) световых волн падает под углом  $\varepsilon_1 = 30^\circ$  на находящуюся в воздухе мыльную пленку ( $n = 1,3$ ). При какой наименьшей толщине  $d$  пленки отраженные световые волны будут максимально ослаблены интерференцией? Максимально усилены?

*Повышенный уровень*

Задание 3.

На тонкий стеклянный клин ( $n = 1,55$ ) падает нормально монохроматический свет. Двугранный угол  $\alpha$  между поверхностями клина равен  $2^\circ$ . Определить длину световой волны  $\lambda$ , если расстояние  $b$  между соседними интерференционными максимумами в отраженном свете равно 0,3 мм.

**Вариант 5**

*Базовый уровень*

Задание 1.

На мыльную пленку ( $n = 1,3$ ), находящуюся в воздухе, падает нормально пучок лучей белого света. При какой наименьшей толщине  $d$  пленки отраженный свет с длиной волны  $\lambda = 0,55$  мкм окажется максимально усиленным в результате интерференции.

Задание 2.

На дифракционную решетку, содержащую  $n = 100$  штрихов на 1 мм, падает нормально монохроматический свет. Зрительная труба спектрометра наведена на максимум третьего порядка. Чтобы навести трубу на другой максимум того же порядка, ее нужно повернуть на угол  $\Delta\varphi = 20^\circ$ . Определите длину волны света  $\lambda$ .

*Повышенный уровень*

Задание 3.

Двугранный угол стеклянного клина равен  $0,2^\circ$ . На клин нормально к его поверхности падает пучок лучей монохроматического света с длиной волны  $\lambda=0,55$  мкм. Определить ширину  $b$  интерференционной полосы.

**Вариант 6**

*Базовый уровень*

Задание 1.

В опыте Юнга расстояние  $d$  между щелями равно 0,8 мм. На каком расстоянии  $l$  от щелей следует расположить экран, чтобы ширина  $b$  интерференционной полосы оказалась равной 2 мм? ( $\lambda=640$  нм).

Задание 2.

Расстояние  $d$  между двумя когерентными источниками света ( $\lambda=500$  нм) равно 0,1 мм. Расстояние  $b$  между интерференционными полосами на экране в средней части интерференционной картины равно 1 см. Определить расстояние  $l$  от источников до экрана.

*Повышенный уровень*

Задание 3.

На щель шириной 0,05 мм падает нормально монохроматический свет ( $\lambda=0,6$  мкм). Определить угол  $\varphi$  между первоначальным направлением пучка света и направлением на четвертую темную дифракционную полосу.

**Вариант 7**

*Базовый уровень*

Задание 1.

Дифракционная решетка содержит  $n=200$  штрихов на 1 мм. На решетку падает нормально монохроматический свет ( $\lambda = 0,6$  мкм). Максимум какого наибольшего порядка дает эта решетка?

Задание 2.

На узкую щель падает нормально монохроматический свет. Угол  $\varphi$  отклонения пучков света, соответствующих второй светлой дифракционной полосе, равен  $1^\circ$ . Скольким длинам волн падающего света равна ширина щели?

*Повышенный уровень*

Задание 3.

С помощью дифракционной решетки с периодом  $d = 20$  мкм требуется разрешить дублет натрия ( $\lambda_1 = 589$  нм и  $\lambda_2 = 589,6$  нм) в спектре второго порядка. При какой наименьшей длине решетки это возможно?

**Вариант 8**

*Базовый уровень*

Задание 1.

Свет с  $\lambda = 589$  нм падает нормально на дифракционную решетку с периодом

$d = 2,5$  мкм, содержащую  $N = 10000$  штрихов. Найдите угловую ширину дифракционного максимума второго порядка.

Задание 2.

Расстояние  $d$  между двумя щелями в опыте Юнга равно 1 мм, расстояние  $l$  от щелей до экрана равно 3 м. Определить длину волны  $\lambda$ , испускаемой источником монохроматического света, если ширина  $b$  полос интерференции на экране равна 1,5 мм.

*Повышенный уровень*

Задание 3.

Посредине между точечным источником монохроматического света  $\lambda=550$  нм и экраном находится диафрагма с круглым отверстием. Дифракционная картина наблюдается на экране, расположенном на расстоянии 5 м от источника. Определите радиус отверстия, при котором центр дифракционных колец, наблюдаемых на экране, будет наиболее темным.

### **Вариант 9**

*Базовый уровень*

Задание 1.

Найти все длины волн видимого света (от 0,76 до 0,38 мкм), которые будут: 1) максимально усилены; 2) максимально ослаблены при оптической разности хода  $\Delta$  интерферирующих волн, равной 1,8 мкм.

Задание 2.

На щель шириной  $a=0,1$  мм падает нормально монохроматический свет ( $\lambda = 0,5$  мкм). За щелью помещена собирающая линза, в фокальной плоскости которой находится экран. Что будет наблюдаться на экране, если угол  $\varphi$  дифракции равен: 1)  $17'$ ; 2)  $43'$ .

*Повышенный уровень*

Задание 3.

Плоская световая волна падает нормально на диафрагму с круглым отверстием. В результате дифракции в некоторых точках оси отверстия, находящихся на расстояниях  $b_i$  от его центра, наблюдаются максимумы интенсивности. 1) Получить вид функции  $b=f(r, \lambda, n)$ , где  $r$ -радиус отверстия;  $\lambda$  - длина волны;  $n$ -число зон Френеля, открываемых для данной точки оси отверстия. 2) Сделать то же самое для точек оси отверстия, в которых наблюдаются минимумы интенсивности.

### **Вариант 10**

*Базовый уровень*

Задание 1.

Дифракционная решетка освещена нормально падающим монохроматическим светом. В дифракционной картине максимум второго порядка отклонен на угол  $\varphi_1 = 14^\circ$ . На какой угол  $\varphi_2$  отклонен максимум третьего порядка?

Задание 2.

На дифракционную решетку, содержащую  $n=400$  штрихов на 1 мм, падает нормально монохроматический свет ( $\lambda = 0,6$  мкм). Найти общее число дифракционных максимумов, которое дает эта решетка. Определить угол  $\varphi$  дифракции, соответствующий последнему максимуму.

*Повышенный уровень*

Задание 3.

Какое наименьшее число  $N_{\min}$  штрихов должна содержать дифракционная решетка, чтобы в спектре 2-го порядка можно было видеть раздельно две желтые линии натрия с

длинами волн  $\lambda_1=589$  нм и  $\lambda_2=589,6$ ? Какова длина  $l$  такой решетки, если постоянная решетки  $d=5$  мкм?

## Тема 16. Квантовая природа излучения

### Вариант 1

#### *Базовый уровень*

Задание 1.

Длина волны, на которую приходится максимум спектральной плотности энергетической светимости абсолютно черного тела  $\lambda_{max} = 0,6$  мкм. Определите: энергетическую светимость этого тела  $R_t$ .

Задание 2.

Раскаленная металлическая поверхность  $S = 10$  см<sup>2</sup> излучает в 1 мин энергию  $E = 4 \cdot 10^4$  Дж. Температура поверхности  $T = 2500$  К. Найдите отношение энергетических светимостей этой поверхности и абсолютно черного тела при данной температуре.

#### *Повышенный уровень*

Задание 3.

Фотон с энергией  $\varepsilon = 0,25$  МэВ рассеялся на свободном электроне. Энергия  $\varepsilon'$  рассеянного фотона равна 0,2 МэВ. Определить угол рассеяния  $\theta$ .

### Вариант 2

#### *Базовый уровень*

Задание 1.

Длина волны, на которую приходится максимум спектральной плотности энергетической светимости абсолютно черного тела  $\lambda_{max} = 0,6$  мкм. Определите: спектральную плотность энергетической светимости  $r_{\nu,T}$  или  $r_{\lambda,T}$ , рассчитанную на 1 нм вблизи  $\lambda_{max}$  в спектре излучения абсолютно черного тела.

Задание 2.

Во сколько раз увеличится мощность излучения черного тела, если максимум энергии излучения сместится от красной границы видимого спектра к его фиолетовой границе?

#### *Повышенный уровень*

Задание 3.

Спутник в форме шара движется вокруг Земли на такой высоте, что поглощением солнечного света в атмосфере можно пренебречь. Диаметр спутника  $d = 40$  м. Зная солнечную постоянную  $C=1,4$  кДж/м<sup>2</sup>·с и принимая, что поверхность спутника полностью отражает свет, определить силу давления  $F$  солнечного света на спутник.

### Вариант 3

#### *Базовый уровень*

Задание 1.

Определите силу светового давления солнечных лучей перпендикулярных поверхности на площадь 100 м<sup>2</sup>, если коэффициент отражения лучей равен 0,2 и солнечная постоянная  $1,4 \cdot 10^3$  Вт/м<sup>2</sup>. (Солнечной постоянной называется величина, равная поверхностной плотности потока энергии излучения Солнца вне земной атмосферы на среднем расстоянии от Земли до Солнца).

Задание 2.

На платиновую пластинку падает ультрафиолетовое излучение. Для прекращения фотоэффекта нужно приложить задерживающее напряжение  $U_1 = 3,7$  В. Если платиновую

пластинку заменить пластинкой из другого металла, то задерживающее напряжение нужно увеличить до  $U_2 = 6$  В. Определите работу выхода (в электронвольтах) из второго металла.

*Повышенный уровень*

Задание 3.

Какая доля энергии фотона при эффекте Комптона приходится на электрон отдачи, если фотон претерпел рассеяние на угол  $\theta = 180^\circ$ ? Энергия  $\varepsilon$  фотона до рассеяния равна 0,255 МэВ.

**Вариант 4**

*Базовый уровень*

Задание 1.

Определите максимальную скорость электрона, вырванного с поверхности металла  $\gamma$ -квантом с энергией 1,53 МэВ.

Задание 2.

Облучение литиевого фотокатода производится фиолетовыми лучами, длина волны которых равна 0,4 мкм. Определите скорость фотоэлектронов, если длина волны красной границы фотоэффекта для лития равна 0,52 мкм.

*Повышенный уровень*

Задание 3.

Давление  $p$  монохроматического света ( $\lambda = 600$  нм) на черную поверхность расположенную перпендикулярно падающим лучам, равно 0,1 мкПа. Определить число  $N$  фотонов, падающих за время  $t=1$  с на поверхность площадью  $S=1$  см<sup>2</sup>

**Вариант 5**

*Базовый уровень*

Задание 1.

На зачерненную поверхность нормально падает монохроматический свет с длиной волны 0,65 мкм, производя давление  $5 \cdot 10^{-6}$  Па. Определите концентрацию фотонов вблизи поверхности и число фотонов, падающих на площадь 1 м<sup>2</sup> в 1 с.

Задание 2.

Определить длину волны  $\lambda$  фотона, масса которого равна массе покоя: 1) электрона; 2) протона.

*Повышенный уровень*

Задание 3.

В явлении Комптона энергия падающего фотона  $E$  распределяется поровну между рассеянным фотоном и электроном отдачи. Угол рассеяния  $\theta = \pi/2$ . Найдите энергию и импульс рассеянного фотона.

**Вариант 6**

*Базовый уровень*

Задание 1.

Фотон с импульсом  $5,44 \cdot 10^{-22}$  кг·м/с был рассеян на свободном электроне на угол  $30^\circ$  в результате эффекта Комптона. Определите импульс рассеянного фотона.

Задание 2.

Определить энергию  $E$ , массу  $m$  и импульс  $p$  фотона, которому соответствует

длина волны  $\lambda = 380$  нм (фиолетовая граница видимого спектра).

*Повышенный уровень*

Задание 3.

Определить длину волны  $\lambda$  фотона, импульс которого равен импульсу электрона, обладающего скоростью  $V = 10^7$  м/с.

**Вариант 7**

*Базовый уровень*

Задание 1.

Фотон с энергией 0,51 МэВ в результате комптоновского рассеяния отклонился на угол 180°. Определите долю энергии в процентах, оставшуюся у рассеянного фотона.

Задание 2.

Температура черного тела равна 2 кК. Определить: 1) Спектральную плотность энергетической светимости ( $r_{\lambda,T}$ ) для длины волны  $\lambda = 600$  нм. Принять, что средняя спектральная плотность энергетической светимости тела в этом интервале равна значению, найденному для волны  $\lambda = 600$  нм.

*Повышенный уровень*

Задание 3.

На поверхность лития падает монохроматический свет ( $\lambda = 310$  нм). Чтобы прекратить эмиссию электронов, нужно приложить задерживающую разность потенциалов  $U$  не менее 1,7 В. Определить работу выхода  $A$ .

**Вариант 8**

*Базовый уровень*

Задание 1.

Красная граница фотоэффекта для цинка  $\lambda_0 = 310$  нм. Определить максимальную кинетическую энергию  $T_{\max}$  фотоэлектронов в электрон-вольтах, если на цинк падает свет с длиной волны  $\lambda = 200$  нм.

Задание 2.

Определить максимальную скорость  $v_{\max}$  фотоэлектронов, вылетающих из металла при облучении его  $\gamma$ -фотонами с энергией  $\varepsilon = 1,53$  МэВ.

*Повышенный уровень*

Задание 3.

Вследствие изменения температуры абсолютно черного тела максимум спектральной плотности ( $R_{\lambda,T}$ )<sub>max</sub> сместился с  $\lambda_1 = 2,4$  мкм на  $\lambda_2 = 0,8$  мкм. Как и во сколько раз изменилась энергетическая светимость  $R$ , тела и максимальная спектральная плотность энергетической светимости?

**Вариант 9**

*Базовый уровень*

Задание 1.

Максимальная скорость  $v_{\max}$  фотоэлектронов, вылетающих из металла при облучении его  $\gamma$ -фотонами, равна 291 Мм/с. Определить энергию  $\varepsilon$  фотонов

Задание 2.

При увеличении термодинамической температуры  $T$  черного тела в два раза длина волны  $\lambda_m$ , на которую приходится максимум спектральной плотности энергетической светимости ( $R_{\lambda,T}$ )<sub>max</sub>, уменьшилась на  $\Delta\lambda = 400$  нм. Определить начальную и конечную

температуры  $T_1$  и  $T_2$ .

*Повышенный уровень*

Задание 3.

Эталон единицы силы света – кандела – представляет собой полный (излучающий волны всех длин) излучатель, поверхность которого площадь  $S = 0,5305 \text{ мм}^2$  имеет температуру  $t$  затвердевания платины, равную  $1063 \text{ }^{\circ}\text{C}$ . Определить мощность  $P$  излучателя.

**Вариант 10**

*Базовый уровень*

Задание 1.

Максимальная спектральная плотность энергетической светимости  $(R_{\lambda,T})_{\max}$  черного тела равна  $4,16 \cdot 10^{11} \text{ Вт/м}^2$ . На какую длину волны  $\lambda_m$  она проходится?

Задание 2.

Температура черного тела равна 2 кК. Определить: Энергетическую светимость  $R_{\lambda}$  в интервале длин волн от  $\lambda_1 = 590 \text{ нм}$  до  $\lambda_2 = 610 \text{ нм}$ . Принять, что средняя спектральная плотность энергетической светимости тела в этом интервале равна значению, найденному для волны  $\lambda = 600 \text{ нм}$ .

*Повышенный уровень*

Задание 3.

Определить максимальную скорость  $v_{\max}$  фотоэлектронов, вылетающих из металла при облучении его  $\gamma$ -фотонами с энергией  $\varepsilon = 1,82 \text{ МэВ}$ .

**Раздел 6. Элементы квантовой механики и ядерной физики**

**Тема 17. Квантовомеханическая теория водородного атома. Элементы современной физики атомов и молекул**

*Базовый уровень*

Задание 1.

Определить энергию, массу и импульс фотонов видимого света с длиной волны 500 нм.

Задание 2.

$\alpha$ -частица движется по окружности радиусом 8,3 мм в однородном магнитном поле, напряженностью 18,9 кА/м. Определить длину волны де Броиля для  $\alpha$ -частицы.

*Повышенный уровень*

Задание 3.

Рентгеновское излучение длиной волны  $\lambda = 55,8 \text{ пм}$  рассеивается плиткой графита (комптон-эффект). Определить длину волны  $\lambda'$  света, рассеянного под углом  $\theta = 60^{\circ}$  к направлению падающего пучка света.

**Вариант 2**

*Базовый уровень*

Задание 1.

Какая частота колебаний соответствует красным лучам видимого света, длина волны которых  $7,6 \cdot 10^{-7} \text{ м}$ ?

Задание 2.

Заряженная частица, ускоренная разностью потенциалов 200 В, имеет длину волны

де Бройля 2,02 пм. Найти массу частицы, если ее заряд численно равен заряду электрона.

*Повышенный уровень*

Найти длину волны де Бройля для электрона, имеющего кинетическую энергию 10кэВ.

Задание 3.

На зеркальце с идеально отражающей поверхностью площадью  $S = 1,5 \text{ см}^2$  падает нормально свет от электрической дуги. Определить импульс  $p$ , полученный зеркальцем, если поверхностная плотность потока излучения  $\varphi$ , падающего на зеркальце, равна  $0,1 \text{ МВт/м}^2$ , продолжительность облучения  $t = 1 \text{ с}$ .

**Вариант 3**

*Базовый уровень*

Задание 1.

Определить энергию фотонов, соответствующих наиболее длинным ( $\lambda = 0,75 \text{ мкм}$ ) и наиболее коротким ( $\lambda = 0,4 \text{ мкм}$ ) волнам видимой части спектра.

Задание 2.

Длина волны жёлтого света в вакууме равна  $5,9 \cdot 10^{-7} \text{ м}$ . Какова частота колебаний в такой волне?

*Повышенный уровень*

Задание 3.

Масса движущегося электрона в 2 раза больше массы покоя. Определить длину волны де Бройля для такого электрона.

**Вариант 4**

*Базовый уровень*

Задание 1.

Энергия фотона равна  $6,4 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$ . Определите частоту колебаний для этого излучения и массу фотона.

Задание 2.

Кинетическая энергия электрона равна удвоенному значению его энергии покоя. Вычислить длину волны де Бройля для такого электрона.

*Повышенный уровень*

Задание 3.

Давление  $p$  монохроматического света ( $\lambda = 600 \text{ нм}$ ) на черную поверхность расположенную перпендикулярно падающим лучам, равно  $0,1 \text{ мкПа}$ . Определить число  $N$  фотонов, падающих за время  $t = 1 \text{ с}$  на поверхность площадью  $S = 1 \text{ см}^2$

**Вариант 5**

*Базовый уровень*

Задание 1.

Энергия фотона равна  $2,76 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$ . Определить массу и импульс фотона.

Задание 2.

Электрон обладает кинетической энергией 1,02 МэВ. Во сколько раз изменится длина волны де Бройля, если кинетическая энергия электрона уменьшится вдвое?

*Повышенный уровень*

Задание 3.

Определить длину волны  $\lambda$  фотона, импульс которого равен импульсу электрона, обладающего скоростью  $V = 10^7 \text{ м/с}$ .

## **Вариант 6**

### *Базовый уровень*

Задание 1.

Найдите массу, энергию и импульс фотона, соответствующего рентгеновскому излучению с длиной волны  $1,5 \cdot 10^{-10}$  м.

Задание 2.

Определить длины волн де Броиля  $\alpha$  – частицы и протона, прошедших одинаковую разность потенциалов, равную 1 кВ.

### *Повышенный уровень*

Задание 3.

Определить длину волны  $\lambda$ , массу  $m$  и импульс  $p$  фотона с энергией  $\varepsilon = 1$  МэВ. Сравнить массу этого фотона с массой покоящегося электрона.

## **Вариант 7**

### *Базовый уровень*

Задание 1.

Найти длину волны и частоту излучения, масса фотонов которого равна массе покоя электрона. Какого типа это излучение?

Задание 2.

Протон обладает кинетической энергией 1 кэВ. Определить дополнительную энергию, которую нужно ему сообщить для того, чтобы длина волны де Броиля уменьшилась в три раза.

### *Повышенный уровень*

Задание 3.

Какую ускоряющую разность потенциалов должен пройти протон, чтобы длина волны де Броиля была равна: 1) 1 нм; 2) 1 пм?

## **Вариант 8**

### *Базовый уровень*

Задание 1.

С какой скоростью должен двигаться электрон, чтобы его импульс был равен импульсу фотона излучения с длиной волны  $5,2 \cdot 10^{-7}$  м?

Задание 2.

Вычислить длину волны де Броиля для электрона, прошедшего ускоряющую разность потенциалов 22,5 В.

### *Повышенный уровень*

Задание 3.

Какой импульс должен иметь фотон, чтобы его масса была равна массе покоя электрона?

## **Вариант 9**

### *Базовый уровень*

Задание 1.

Какую энергию должен иметь фотон, чтобы его масса была равна массе покоя электрона?

**Задание 2.**

С какой скоростью должна двигаться  $\alpha$  – частица, чтобы ее импульс был равен импульсу фотона с длиной волны 520 нм?

*Повышенный уровень*

**Задание 3.**

Определить угол  $\theta$ , на который был рассеян  $\gamma$ -квант с энергией  $\varepsilon_1 = 1.53$  МэВ при эффекте Комптона, если кинетическая энергия электрона отдачи  $T = 0.51$  МэВ.

**Вариант 10**

*Базовый уровень*

**Задание 1.**

Определить длину волны, соответствующую четвёртой спектральной линии в видимой области спектра атома водорода.

**Задание 2.**

Максимальная скорость  $V_{\max}$  фотоэлектронов, вылетающих из металла при облучении его  $\gamma$ -фотонами, равна 291 Мм /с. Определить энергию  $\varepsilon$ -фотонов.

*Повышенный уровень*

**Задание 3.**

Определить энергию  $E$ , массу  $m$  и импульс  $p$  фотона, которому соответствует длина волны  $\lambda = 380$  нм (фиолетовая граница видимого спектра).

**Тема 18. Основы физики атомного ядра. Элементарные частицы**

*Базовый уровень*

**Задание 1.**

Альфа-частица находится в бесконечно глубокой одномерной потенциальной яме. Чему равна ширина ямы, если минимальная энергия частицы составляет 6 МэВ?

**Задание 2.**

Энергия связи  $E_{\text{св}}$  ядра, состоящего из двух протонов и одного нейтрона, равна 7,72 МэВ. Определить массу  $m_a$  нейтрального атома, имеющего это ядро.

*Повышенный уровень*

**Задание 3.**

Определить а) энергию связи нейтрона и протона в ядре  $^{21}\text{Ne}$ ; б) энергию, необходимую для разделения ядра  $^{16}\text{O}$  на четыре одинаковые частицы.

**Вариант 2**

*Базовый уровень*

**Задание 1.**

Электрон находится в бесконечно глубокой одномерной потенциальной яме шириной 0,1 нм. Вычислить длину волны излучения при переходе электрона со второго на первый энергетический уровень.

**Задание 2.**

Протон находится в бесконечно глубокой одномерной потенциальной яме шириной 0,01 пм. Вычислить длину волны излучения при переходе протона с третьего на второй энергетический уровень.

### *Повышенный уровень*

#### Задание 3.

Определить потенциальную  $P$ , кинетическую  $T$  и полную  $E$  энергии электрона, находящегося на первой орбите атома водорода.

### **Вариант 3**

#### *Базовый уровень*

##### Задание 1.

Частица находится в бесконечно глубокой одномерной потенциальной яме шириной  $l$  в основном состоянии. В каких точках ямы плотность вероятности обнаружения частицы совпадает с классической плотностью вероятности?

##### Задание 2.

Определить массу  $m_a$  нейтрального атома, если ядро этого атома состоит из трех протонов и двух нейтронов и энергия связи  $E_{\text{св}}$  ядра равна 26,3 МэВ.

### *Повышенный уровень*

#### Задание 3.

Угол рассеяния  $\theta$  фотона равен  $90^\circ$ . Угол отдачи  $\varphi$  электрона равен  $30^\circ$ . Определить энергию  $\varepsilon$  падающего фотона.

### **Вариант 4**

#### *Базовый уровень*

##### Задание 1.

Частица находится в бесконечно глубокой одномерной потенциальной яме шириной в основном состоянии. Чему равно отношение плотности вероятности обнаружения частицы в центре ямы к классической плотности вероятности?

##### Задание 2.

Определить дефект массы  $\Delta m$  и энергию связи  $E_{\text{св}}$  ядра атома тяжелого водорода.

### *Повышенный уровень*

#### Задание 3.

Найти минимальную энергию  $E$ , необходимую для удаления одного протона из ядра азота  ${}^{14}_7 N$ .

### **Вариант 5**

#### *Базовый уровень*

##### Задание 1.

Частица находится в бесконечно глубокой одномерной потенциальной яме шириной  $l$  в первом возбужденном состоянии. В каких точках ямы плотность вероятности обнаружения частицы максимальна, а в каких – минимальна?

##### Задание 2.

Какую наименьшую энергию  $E$  нужно затратить, чтобы оторвать один нейтрон от ядра азота  ${}^{14}_7 N$ ?

### *Повышенный уровень*

#### Задание 3.

Бор представляет собой смесь двух изотопов с относительными атомными массами  $A_{r1}=10,013$  и  $A_{r2}=11,009$ . Определить массовые доли  $w_1$  и  $w_2$  первого и второго изотопов в естественном боре. Относительная атомная масса  $A_r$  бора равна 10,811.

## **Вариант 6**

### *Базовый уровень*

Задание1.

Частица находится в бесконечно глубокой одномерной потенциальной яме шириной  $l$  на втором энергетическом уровне. Определить вероятность обнаружения частицы в пределах от 0 до  $l/3$ .

Задание 2.

Фотон с энергией  $\varepsilon = 16,5$  эВ выбил электрон из невозбужденного атома водорода. Какую скорость  $v$  будет иметь электрон вдали от ядра атома?

### *Повышенный уровень*

Задание 3.

Определить энергию  $E$ , которая выделится при образовании из протонов и нейтронов ядер гелия  ${}_2^4He$  массой  $m=1$  г.

## **Вариант 7**

### *Базовый уровень*

Задание1.

Частица находится в бесконечно глубокой одномерной потенциальной яме шириной  $l$  в основном состоянии. Найти отношение вероятностей нахождения частицы в пределах от 0 до  $l/3$  и от  $l/3$  до  $2l/3$ .

Задание 2.

Какую наименьшую энергию  $E$  нужно затратить, чтобы разделить на отдельные нуклоны ядра  ${}_3^7Li$  и  ${}_4^7Be$ ? Почему для ядра берилля эта энергия меньше, чем для ядра лития?

### *Повышенный уровень*

Задание 3.

Определить длину волны  $\lambda$ , соответствующую третьей спектральной линии в серии Бальмера

## **Вариант 8**

### *Базовый уровень*

Задание1.

Частица находится в бесконечно глубокой одномерной потенциальной яме шириной  $l$ . Вычислить отношение вероятностей нахождения частицы в пределах от 0 до  $l/4$  для первого и второго энергетических уровней.

Задание 2.

Определить удельную энергию связи  $E$  ядра  ${}_6^{12}C$ .

### *Повышенный уровень*

Задание 3.

Атомное ядро, поглотившее  $\gamma$ -фотон ( $\lambda=0,47$  пм), пришло в возбужденное состояние и распалось на отдельные нуклоны, разлетевшиеся в разные стороны. Суммарная кинетическая энергия  $T$  нуклонов равна 0,4 МэВ. Определить энергию связи  $E_{\text{св}}$  ядра.

## **Вариант 9**

### *Базовый уровень*

#### Задание 1.

Частица в бесконечно глубокой, одномерной прямоугольной потенциальной яме шириной  $l$  находится в возбужденном состоянии ( $n = 3$ ). Определить, в каких точках ямы плотность вероятности нахождения частицы, имеет максимальное и минимальное значения.

#### Задание 2.

Какую часть массы нейтрального атома плутония составляет масса его электронной оболочки?

### *Повышенный уровень*

#### Задание 3.

Какая доля энергии фотона при эффекте Комптона приходится на электрон отдачи, если фотон претерпел рассеяние на угол  $\theta = 180^\circ$ ? Энергия  $\varepsilon$  фотона до рассеяния равна 0,255 МэВ.

## **Вариант 10**

### *Базовый уровень*

#### Задание 1.

Зная постоянную Авогадро  $N_A$ , определить массу  $m_a$  нейтрального атома углерода  $^{12}C$  и массу  $m$ , соответствующую углеродной единице массы.

#### Задание 2.

Хлор представляет собой смесь двух изотопов с относительными атомными массами  $A_{r1}=34,969$  и  $A_{r2}=36,966$ . Вычислить относительную атомную массу  $A_r$  хлора, если массовые доли  $w_1$  и  $w_2$  первого и второго изотопов соответственно равны 0,754 и 0,246.

### *Повышенный уровень*

#### Задание 3.

Определить энергию  $E_{\text{св}}$ , которая освободится при соединении одного протона и двух нейтронов в атомное ядро.

### **1. Критерии оценивания компетенций**

Оценка «отлично» – выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания вопросов контрольной работы и умение уверенно применять их на практике при решении задач базового и повышенного уровней.

Оценка «хорошо» – выставляется студенту, если он твердо знает материал, умеет грамотно применять полученные знания при решении задач, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности, которые может устранить с помощью дополнительных вопросов преподавателя при защите контрольной работы.

Оценка «удовлетворительно» – выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий и законов физики, нарушения логической последовательности в решении задач, но при этом владеет основными понятиями выносимых на контрольную работу тем, необходимых для дальнейшего обучения и может применять полученные знания по образцу в решении задач базового уровня.

Оценка «неудовлетворительно» – выставляется студенту, который не знает большей части основного содержания выносимых на контрольную работу вопросов тем дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных физических понятий и законов, не умеет использовать полученные знания при решении задач базового уровня.

## 2. Описание шкалы оценивания

Максимально возможный балл за весь текущий контроль устанавливается равным 55. Текущее контрольное мероприятие считается сданным, если студент получил за него не менее 60% от установленного для этого контроля максимального балла. Рейтинговый балл, выставляемый студенту за текущее контрольное мероприятие, сданное студентом в установленные графиком контрольных мероприятий сроки, определяется следующим образом:

Уровень выполнения контрольного задания	Рейтинговый балл (в % от максимального балла за контрольное задание)
Отличный	100
Хороший	80
Удовлетворительный	60
Неудовлетворительный	0

## 3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Процедура проведения данного оценочного мероприятия включает в себя не только ответ на поставленный вопрос, но и изложение алгоритма решения примеров и задач, рассмотренных на аудиторных занятиях (базовый уровень), самостоятельное решение задач (повышенный уровень).

Предлагаемые студенту задания позволяют проверить ОПК-2 компетенцию на базовом и повышенном уровне. Принципиальное отличие повышенное уровня освоения дисциплины предполагает самостоятельную интерпретацию полученных результатов исследования в профессиональной деятельности, в то время как базовый уровень предусматривает только возможность получения результатов.

Контрольная работа предоставляется студентом на кафедру, и защищаются у преподавателя путем собеседования с целью определения правильности и самостоятельности выполнения контрольных заданий.

При защите контрольной работы необходимо показать:

- верное понимание физической сути рассматриваемых явлений и закономерностей, законов и процессов, о которых идет речь в задачах контрольной работы;
- правильное определение физических величин, их единиц и способов измерения;
- правильное выполнение чертежей, схем и графиков;
- умение устанавливать связь между изучаемым и ранее изученным материалом по курсу физики, а также с материалом, усвоенным при изучении других дисциплин.

Студент должен быть готов, как к объяснению решения, так и к решению тех же задач в присутствии преподавателя.

По результатам защиты выставляется оценка по контрольной работе в рамках рейтинговой системы успеваемости студентов. Контрольная работа считается сданной, если студент получил за него не менее 60% от установленного для этого контроля максимального балла. При отрицательном ответе, студент должен ещё раз проработать задания контрольной работы, по которой будет произведена повторная защита.

Составитель \_\_\_\_\_

«\_\_\_\_» 20\_\_ г.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СЕВЕРО - КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Институт сервиса, туризма и дизайна (филиал) СКФУ в г. Пятигорске

УТВЕРЖДАЮ:  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_  
«\_\_\_\_» 20\_\_ г.

## Комплект разноуровневых задач по дисциплине Физика

3 семestr

Тема 10. Понятие о магнитном поле. Закон Био – Савара – Лапласа

### 1. Задачи репродуктивного уровня

Задание 1.

По проводнику в виде прямоугольника со сторонами  $a = 6$  см и  $b = 10$  см, течёт ток силой 20 А. Определить напряжённость  $\vec{H}$  и индукцию  $\vec{B}$  магнитного поля в точке пересечения диагоналей прямоугольника.

Задание 2.

По тонкому проводящему кольцу радиусом  $R = 10$  см течет ток  $I = 80$  А. Найти магнитную индукцию  $B$  в точке, лежащей в центре кольца.

Задание 3.

Найти напряженность  $H$  магнитного поля, создаваемого отрезком АВ прямолинейного проводника с током, в точке С, расположенной на перпендикуляре к середине этого отрезка на расстоянии = 5 см от него. По проводнику течет ток  $I = 20$  А. Отрезок АВ проводника виден из точки С под углом 60°.

Задание 4.

По тонкому проводящему кольцу радиусом  $R = 10$  см течет ток силой  $I = 80$  А. Найти магнитную индукцию  $B$  в точке, равноудаленной от всех точек кольца на  $r = 20$  см.

Задание 5.

По длинному прямому тонкому проводу течет ток силой  $I = 20$  А. Определить магнитную индукцию  $B$  поля, создаваемого проводником в точке, удаленной от него на расстояние  $r = 4$  см.

### 2. Задачи реконструктивного уровня

Задание 1.

Два параллельных бесконечно длинных провода, по которым текут в одном направлении токи  $I = 60$  А, расположены на расстоянии  $d = 10$  см друг от друга. Определить индукцию магнитного поля в точке, отстоящей от одного проводника на расстоянии  $r_1 = 5$  см и от другого – на расстоянии  $r_2 = 12$  см.

Задание 2.

Бесконечный прямой провод с током  $I = 100$  А согнут под прямым углом. Определить индукцию магнитного поля в точке  $A_2$ , лежащей на биссектрисе угла на расстоянии  $a = 10$  см от вершины угла.

### **3. Задачи творческого уровня**

Задание 1.

Провод длиной 1 м согнут в виде квадрата. По проводу течёт ток  $I = 10$  А. Определить индукцию магнитного поля в центре квадрата.

Задание 2.

Закон Био-Савара-Лапласа для элемента объемного тока.

## **Тема 17. Теория атома водорода по Бору. Элементы квантовой механики**

### **1. Задачи репродуктивного уровня**

Задание 1.

Вычислить радиусы  $r_2$  и  $r_3$  второй и третьей орбит в атоме водорода.

Задание 2.

Определить частоту обращения электрона на второй орбите атома водорода

Задание 3.

По теории Бора электрон в атоме водорода вращается вокруг ядра по круговой орбите радиусом  $0,53 \cdot 10^{-10}$  м. Определить скорость движения электрона по орбите.

Задание 4.

Используя теорию Бора, определите орбитальный магнитный момент электрона, движущегося по третьей орбите атома водорода.

Задание 5.

Объясните закономерности линейчатого спектра атома водорода.

### **2. Задачи реконструктивного уровня**

Задание 1.

Препарат  $U^{238}$  массы 1,0 г излучает  $1,24 \cdot 10^4$  а-частиц в секунду. Найти период полураспада этого изотопа и активность препарата.

Задание 2.

Найдите импульс и полную энергию электрона на второй боровской орбите. Радиус первой боровской орбиты 0,529 А.

### 3. Задачи творческого уровня

Задание 1.

Какую энергию  $W$  нужно сообщить протону, чтобы при бомбардировке неподвижных водородных мишеней стали возможны те же процессы, что и в случае столкновения двух протонов, движущихся навстречу друг другу с энергией  $W_1 = 70$  ГэВ каждый?

Задание 2.

Какую наименьшую энергию  $W_{\min}$  (в электронвольтах) должны иметь электроны, чтобы при возбуждении атомов водорода ударами этих электронов спектр водорода имел три спектральные линии? Найти длины волн  $\lambda$  этих линий.

#### Критерии оценивания компетенций

Оценка «отлично» – выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания вопросов интерактивного занятия и умение уверенно применять их на практике при решении из задач репродуктивного, реконструктивного и творческого уровней.

Оценка «хорошо» – выставляется студенту, если он твердо знает материал, умеет грамотно применять полученные знания при решении задач репродуктивного и реконструктивного уровней, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности, которые может устранить с помощью дополнительных вопросов преподавателя.

Оценка «удовлетворительно» – выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий и законов физики, нарушения логической последовательности в решении задач репродуктивного уровня, но при этом владеет основными физическими знаниями и умениями, необходимыми для дальнейшего обучения.

Оценка «неудовлетворительно» – выставляется студенту, который не знает большей части основного содержания предложенных задач, допускает грубые ошибки в формулировках основных физических понятий и законов, не умеет использовать полученные знания при решении задач репродуктивного уровня.

#### 4. Описание шкалы оценивания

Уровень выполнения контрольного задания	Рейтинговый балл (в % от максимального балла за контрольное задание)
Отличный	90
Хороший	75
Удовлетворительный	60
Неудовлетворительный	0

#### 5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Процедура проведения данного оценочного мероприятия включает в себя не только ответ на поставленный вопрос, но и изложение алгоритма решения примеров и задач разного уровня..

Предлагаемые студенту задания позволяют проверить ОПК-2 компетенцию на базовом и повышенном уровне. Принципиальное отличие повышенное уровня освоения дисциплины предполагает самостоятельную интерпретацию полученных результатов исследования в профессиональной деятельности, в то время как базовый уровень

предусматривает только возможность получения результатов.

При собеседовании необходимо показать:

- верное понимание физической сути рассматриваемых явлений и закономерностей, законов и процессов, о которых идет речь в задачах контрольной работы;
- правильное определение физических величин, их единиц и способов измерения;
- правильное выполнение чертежей, схем и графиков;
- умение устанавливать связь между изучаемым и ранее изученным материалом по курсу физики, а также с материалом, усвоенным при изучении других дисциплин.

Составитель \_\_\_\_\_

«\_\_\_\_»\_\_\_\_ 20\_\_\_\_ г.

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«СЕВЕРО - КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
**Институт сервиса, туризма и дизайна (филиал) СКФУ в г. Пятигорске**

**УТВЕРЖДАЮ:**  
Зав. Кафедрой \_\_\_\_\_  
«\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**Вопросы к экзамену**  
по дисциплине **Физика**

**2 семестр**

**Базовый уровень**

Вопросы (задача, задание) для проверки уровня обученности  
**Знать**

1. Основные понятия кинематики. Уравнения движения материальной точки.
2. Угловая скорость и угловое ускорение.
3. Законы Ньютона.
4. Закон сохранения импульса.
5. Силы трения.
6. Работа, энергия, мощность.
7. Кинетическая, потенциальная и полная механическая энергия тела.
8. Закон сохранения энергии.
9. Момент силы. Уравнение динамики вращательного движения твердого тела.
10. Момент импульса и закон его сохранения.
11. Силы инерции.
12. Уравнение состояния идеального газа.
13. Основное уравнение М.К.Т.
14. Изопроцессы в газах.
15. Закон Максвелла о распределении молекул идеального газа по скоростям.
16. Барометрическая формула. Распределение Больцмана.
17. Первое начало термодинамики.
18. Работа газа при изменении его объема.
19. Адиабатный и политропный процессы.
20. Теплоемкость. Уравнение Майера.
21. Применение первого начала термодинамики к изопроцессам
22. Энтропия. Неравенство Клаузиуса.
23. Второе начало термодинамики.
24. Тепловой двигатель. Теорема Карно.
25. Межмолекулярное взаимодействие.
26. Уравнение Ван-дер-Ваальса.
27. Внутренняя энергия реального газа.
28. Жидкости и их описание.
29. Смачивание. Капиллярные явления.
30. Диаграмма состояния. Тройная точка.
31. Понятие электрического заряда. Закон Кулона. Закон сохранения заряда
32. Электрическое поле. Напряженность поля.

33. Теорема Гаусса для напряженности электрического поля.
34. Разность потенциалов. Связь напряженности и разности потенциалов.
35. Диэлектрики в электрическом поле. Проводники в электрическом поле.
36. Электроемкость проводников. Конденсаторы.
37. Постоянный электрический ток. Сила тока и плотность тока.
38. Сопротивление проводников. Закон Ома для участка цепи.
39. ЭДС источника. Закон Ома для замкнутой цепи.
40. Закон Ома и Джоуля - Ленца.

### **Уметь**

1. Находить скорость и ускорение, среднюю, среднюю путевую, мгновенную скорости.
2. Нормальное, тангенциальное и полное ускорение.
3. Находить угловую скорость и угловое ускорение.
4. Применять законы Ньютона.
5. Применять закон сохранения энергии.
6. Применять закон сохранения импульса
7. Момент силы относительно точки и относительно оси вращения.
8. Момент импульса материальной точки относительно точки и относительно оси вращения.
9. Основные параметры макросистем.
10. Уравнение состояния идеального газа (уравнение Клапейрона-Менделеева).
11. Количество теплоты. Теплоемкость. Связь удельной и молярной теплоемкостей.
12. Уравнение состояния реального газа (уравнение Ван-дер-Ваальса).
13. Применение первого начала термодинамики к адиабатическому процессу.
14. Уравнение Пуассона.
15. Диаграмма состояния. Тройная точка.
16. Работа по перемещению заряда в электростатическом поле.
17. Потенциал поля точечного заряда.
18. Сила тока и плотность тока.
19. Закон Ома в обобщенной форме.
20. Работа и мощность тока. Закон Джоуля – Ленца.

### **Владеть**

1. Методами решения задач по кинематике.
2. Методами решения задач по динамике.
2. Нормальное, тангенциальное и полное ускорение.
3. Находить угловую скорость и угловое ускорение.
4. Применять законы Ньютона.
5. Применять закон сохранения энергии.
6. Применять закон сохранения импульса
7. Момент силы относительно точки и относительно оси вращения.
8. Момент импульса материальной точки относительно точки и относительно оси вращения.
9. Уравнение состояния идеального газа.
10. Количество теплоты. Теплоемкость.
11. Связь удельной и молярной теплоемкостей.
12. Уравнение состояния реального газа.

13. Применение первого и второго начала термодинамики.
14. Тепловой двигатель. Теорема Карно.
15. Межмолекулярное взаимодействие.
16. Уравнение Ван-дер-Ваальса.
17. Внутренняя энергия реального газа.
19. Сила тока и плотность тока.
20. Законом Ома в обобщенной форме.

### **Повышенный уровень**

Вопросы (задача, задание) для проверки уровня обученности

#### **Знать**

1. Границы применимости классического способа описания движения.
2. Графическое представление энергии.
3. О смысле производной и интеграла в приложениях к физическим вопросам.
4. О векторах и сложении движений.
5. Степени свободы. Обобщенные координаты.
6. Полевое взаимодействие тел.
7. Роль начальных условий.
8. Принцип относительности Галилея.
9. Аддитивность и закон сохранения массы.
10. Теорема о движении центра масс.
11. Момент инерции. Теорема Штейнера.
12. Приведенная масса.
13. Общефизический закон сохранения энергии.
14. Силы и потенциальная энергия.
15. Фазовые переходы.
16. Закон Ома в обобщенной форме. Напряжение.
17. Работа и мощность тока. Закон Джоуля – Ленца в интегральной форме.
18. Законы Ома и Джоуля - Ленца в дифференциальной форме.
19. Классическая теория проводимости металлов.
20. Разветвленные цепи. Узел. Замкнутый контур. Правила Кирхгофа.

#### **Уметь**

1. Определять силы в механике.
2. Примеры формул потенциальной энергии взаимодействия тел.
3. Момент силы относительно оси.
4. Основной закон динамики вращательного движения.
5. Теорема Гюйгенса-Штейнера.
6. Уравнение поступательного движения и уравнение моментов.
7. Маятник Максвелла.
8. Кинетическая энергия твердого тела.
9. Гироскопические силы и примеры их проявления.
10. Движение тел с переменной массой.
11. Связь работы неконсервативной силы с изменением механической энергии системы.
12. Распределение давления в покоящейся жидкости (газе) в поле сил тяжести.  
Барометрическая формула.
13. Степени свободы. Распределение энергии молекул по степеням свободы.
14. Основное уравнение МКТ для энергии и давления (вывод).
15. Локальные и интегральные характеристики электрического и магнитного полей.

### **Владеть**

1. Основными законами динамики в инерциальных системах отсчета. Преобразованиями Галилея.
2. Примерами расчетов работы, мощности.
3. Закон сохранения механической энергии (вывод).
4. Математический и физический маятники, формулы периода их колебаний (вывод).
5. Дифференциальное уравнение вынужденных колебаний, его решение.
6. Преобразования галилея и постулаты специальной теории относительности.
7. Преобразования Лоренца.
8. Вывод основного уравнения молекулярно-кинетической теории.
9. Распределение энергии молекул идеального газа по проекции скорости (распределение Гаусса), его анализ.
10. Распределение молекул идеального газа по модулю скорости (распределение Максвелла), его анализ.
11. Распределение Больцмана.
12. Статистическое и термодинамическое определение энтропии. Связанная и свободная энергия.
13. Получите формулу для расчета работы электростатического поля по переносу заряда, проанализируйте ее.
14. Вывод закона Ома и Джоуля - Ленца.
15. Понятие о плазме.

### **3 семestr**

#### **Базовый уровень**

Вопросы (задача, задание) для проверки уровня обученности

### **Знать**

1. Магнитное поле и его основные характеристики.
2. Закон Био - Савара - Лапласа и его применение.
3. Магнитное поле движущегося заряда. Сила Лоренца.
4. Теорема о циркуляции вектора  $\vec{B}$ . Магнитные поля соленоида и тороида.
5. Поток вектора магнитной индукции. Теорема Гаусса для магнитного поля.
6. Электромагнитная индукция. Закон Фарадея.
7. Индуктивность контура. Самоиндукция.
8. Трансформаторы. Энергия магнитного поля.
9. Магнитное поле в веществе.
10. Закон полного тока.
11. Вихревое электрическое поле.
12. Ток смещения.
13. Уравнения Максвелла.
14. Колебательный контур. Свободные колебания.
15. Мощность, развивающаяся в цепи переменного тока.
16. Волновой процесс. Основные характеристики волн.
17. Интерференция и дифракция волн.
18. Электромагнитные волны.
19. Давление электромагнитных волн.
20. Поперечность электромагнитных волн.
21. Основные законы геометрической оптики. Полное внутреннее отражение.
22. Интерференция света.

23. Дифракция света.
24. Дисперсия света.
25. Поглощение (абсорбция) света.
26. Поляризация света.
27. Закон Малюса.
28. Квантовая природа излучения.
29. Тепловое излучение и его характеристики. Законы Кирхгофа.
30. Законы фотоэффекта.
31. Давление света.
32. Эффект Комптона.
33. Теория атома водорода по Бору.
34. Модели атома.
35. Корпускулярно-волновой дуализм свойств вещества.
36. Водородоподобный атом в квантовой механике. Квантовые числа.
37. Виды проводимости полупроводников.
38. Атомные ядра и их описание. Дефект массы.
39. Ядерные силы. Модели ядра.
40. Ядерные реакции и их классификация.

### **Уметь**

1. Закон Ампера.- Взаимодействие параллельных токов.
2. Движение заряженных частиц в магнитном поле.
3. Работа по перемещению проводника в магнитном поле.
4. Правило Ленца. Вращение рамки в магнитном поле. Вихревые токи.
5. Токи при размыкании и замыкании цепи.
6. Взаимная индукция.
7. Уравнение свободных колебаний.
8. Затухающие колебания в колебательном контуре.
9. Вынужденные электромагнитные колебания.
10. Переменный ток. Переменный ток через резистор
11. Переменный ток через катушку индуктивности.
12. Переменный ток через конденсатор.
13. Цепь переменного тока, содержащая R-L-C.
14. Резонанс напряжений.
15. Резонанс токов.
16. Шкала электромагнитных волн.
17. Линзы и их характеристики.
18. Методы наблюдения интерференции света.
19. Полосы равного наклона.
20. Полосы равной толщины.

### **Владеть**

1. Кольца Ньютона.
2. Дифракция Френеля.
3. Дифракция Фраунгофера.
4. Дифракция на пространственной решетке.
5. Различия в дифракционном и призматическом спектрах.
6. Естественный и поляризованный свет.
7. Прохождение света через два поляризатора. Поляризация света при отражении и преломлении на границе двух диэлектриков.
8. Двойное лучепреломление.

9. Искусственная оптическая анизотропия, вращение плоскости поляризации.
10. Температуры: радиационная, цветовая, яркостная.
11. Частица в одномерной прямоугольной «потенциальной яме» с бесконечно высокими «стенками».
12. Туннельный эффект.
13. Спектр атома водорода.
14. Спин электрона. Спиновое квантовое число.
15. Молекулы: химические связи, понятие об энергетических уровнях. Молекулярные спектры. Поглощение. Спонтанное и вынужденное излучение.
16. Фотопроводимость полупроводников.
17. Люминесценция твердых тел.
18. Закон радиоактивного распада. Виды радиоактивного распада.
19. Регистрация радиоактивных излучений и частиц.
20. Периодическая система элементов Д.И Менделеева.

### **Повышенный уровень**

Вопросы (задача, задание) для проверки уровня обученности

#### **Знать**

1. Движение заряженной частицы в однородном и неоднородном магнитном полях.
2. Магнитные свойства вещества. Диа- и парамагнетики
3. Ферромагнетики и их свойства.
4. Условия на границе раздела двух магнетиков.
5. Дифференциальное уравнение электромагнитных волн.
6. Энергия электромагнитного поля.
7. Вектор Умова - Пойтинга.
8. Когрентность и монохроматичность световых волн.
9. Принцип Гюйгенса-Френеля.
10. Расчет интерференционной картины двух источников.
11. Законы Стефана — Больцмана, Вина.
12. Формулы Рэлея — Джинса и Планка.
13. Соотношение неопределенностей.
14. Нормальная и аномальная дисперсия.
15. Газовый лазер. Свойства лазерного излучения.
16. Металлы, диэлектрики полупроводники по зонной теории.
17. Энергия связи ядра. Спин ядра и его магнитный момент.
18. Уравнение Шредингера.
19. Фермионы и бозоны.
20. Четыре вида фундаментальных взаимодействий.

#### **Уметь**

1. Уравнения Максвелла в интегральной форме.
2. Волновое уравнение. Решение волнового уравнения.
3. Описание микрочастиц с помощью волновой функции.
4. Волны Де-Бройля, их свойства.
5. Зонная теория твердых тел.
6. Типы лазеров. Принцип работы твердотельного лазера.
7. Спектральные линии.

8. Рентгеновский спектр. Характеристический рентгеновский спектр.
9. Спин-орбитальное взаимодействие.
10. Принцип неразличимости тождественных частиц.
11. Нейтрино и антинейтрино, их типы.
12. Типы взаимодействий элементарных частиц.
13. Описание трех групп элементарных частиц.
14. Классификация элементарных частиц. Кварки.
15. Космическое излучение.

### **Владеть**

1. Магнитное поле тока и его проявления.
2. Расчет поля соленоида и тороида.
3. Магнитный момент электронов и атомов.
4. Вихревое электрическое поле.
5. Взаимоиндукция.
6. Энергия магнитного поля. Плотность энергии магнитного поля.
7. Четыре закона геометрической оптики.
8. Интерференция, дифракция, поляризация и дисперсия света.
9. Фотоэффект и эффект Комптона.
10. Закон смещения Вина.
11. Волны Де-Бройля и квантовые условия Бора.
12. Вероятность нахождения микрочастицы.
13. Уравнение Шредингера в операторной форме.
14. Потенциальный ящик и потенциальный барьер.
15. Принцип Паули.

### **Критерии оценки:**

Назначение экзамена - дать возможность студенту рассмотреть изучаемый материал во взаимосвязи всех разделов и тем, что приводит к углублённому и качественному освоению изучаемого материала. Экзамены также предназначаются для оценки уровня знаний студента по изучаемой дисциплине.

Основой для определения оценки на экзаменах является уровень усвоения студентом материала, предусмотренного рабочей программой по изучаемой дисциплине.

Оценка «**отлично**» выставляется студенту, показавшему:

- всесторонние, систематизированные и глубокие знания по изучаемой дисциплине в пределах рабочей программы.,
- умение творчески применять полученные знания для поставленной научно-технической задачи,
- усвоение основной и знакомство с дополнительной литературой, рекомендуемой рабочей программой.

Как правило, оценка «**отлично**» выставляется студенту, усвоившему взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявившему творческие способности и понимание, изложении и использовании учебно-программного материала.

Оценка «**хорошо**» выставляется студенту, показавшему:

- знание основного учебно-программного материала,
- успешное самостоятельное выполнение предусмотренных в рабочей программе заданий,
- усвоение основной литературы, рекомендованной рабочей программой.

Как правило, оценка «**хорошо**» выставляется студенту, показавшему систематизированный характер знаний по изучаемой дисциплине и способному к их самостоятельному применению.

Оценка «**удовлетворительно**» выставляется студенту, показавшему:

- знание основного учебно-программного материала, в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по выбранной профессии,
- способность выполнять задания, предусмотренные рабочей программой,
- знакомство с основной литературой, рекомендуемой рабочей программой.

Оценка «**удовлетворительно**» выставляется студенту, допустившему погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладающему необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя

Оценка «**неудовлетворительно**» выставляется студенту, если студент, допустил ошибки в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, и не обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя

### **1. Описание шкалы оценивания**

Промежуточная аттестация в форме экзамена предусматривает проведение обязательной экзаменационной процедуры и оценивается 40 баллами из 100. Минимальное количество баллов, необходимое для допуска к экзамену, составляет 33 балла. Положительный ответ студента на экзамене оценивается рейтинговыми баллами в диапазоне от **20** до **40** ( $20 \leq S_{экз} \leq 40$ ), оценка **меньше 20** баллов считается неудовлетворительной.

Шкала соответствия рейтингового балла экзамена 5-балльной системе

Рейтинговый балл по дисциплине	Оценка по 5-балльной системе
<b>35 – 40</b>	Отлично
<b>28 – 34</b>	Хорошо
<b>20 – 27</b>	Удовлетворительно

### **2. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Процедура проведения экзамена осуществляется в соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования в СКФУ.

В экзаменационный билет включаются 3 теоретических вопроса (2 вопроса базового уровня сложности и 1 вопрос повышенного уровня сложности), 1 практический вопрос (задача).

Для подготовки по билету отводиться 25 минут.

При подготовке к ответу студенту предоставляется право пользования калькулятором, справочными таблицами.

При проверке практического задания, оцениваются последовательность и рациональность выполнения, точность расчетов, выполнение действий с размерностью.

Составитель \_\_\_\_\_  
(подпись)

«\_\_\_\_» 20\_\_ г.