

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение

высшего образования

«Казанский (Приволжский) федеральный университет»

Институт физики

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по

образовательной деятельности

Е. А. Гурилова

«*Е.А. Гурилова*»



**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ  
ПО ОБЩЕЙ ФИЗИКЕ**

## Лист согласования программы вступительного испытания

Разработчик(и) программы:

ст. преподаватель кафедры Общей физики Института физики Шигапова Э.Д.,

ст. преподаватель кафедры Общей физики Института физики Низамова Э.И.

Председатель экзаменационной комиссии  Г.И. Гарнаева  
(подпись) (ФИО)

Программа вступительного испытания обсуждена и одобрена на заседании кафедры Общей физики Института физики, Протокол № 1 от «5» сентября 2024 г.

Решением Учебно-методической комиссии Института физики Программа вступительного испытания рекомендована к утверждению Ученым советом, Протокол № 2 от «7» октября 2024 г.

Программа вступительного испытания утверждена на заседании Ученого совета Института физики, Протокол № 2 от «17» октября 2024 г.

## Содержание

### **Раздел I. Вводная часть**

- 1.1 Цель и задачи вступительных испытаний
- 1.2 Общие требования к организации вступительных испытаний
- 1.3 Описание формы проведения вступительных испытаний
- 1.4 Продолжительность вступительных испытаний в минутах
- 1.5 Структура вступительных испытаний

### **Раздел II. Содержание программы**

#### **Раздел III. Фонд оценочных средств**

- 3.1. Инструкция по выполнению работы
- 3.2. Примерные задания

### **Раздел IV. Список литературы**



## Раздел I. Вводная часть

### 1.1. Цель и задачи вступительных испытаний

Цель и задачи вступительного испытания по физике – определение соответствия результатов освоения обучающимися основных образовательных программ среднего общего образования требованиям федерального государственного образовательного стандарта или образовательного стандарта. Концепция конструирования контрольных измерительных материалов экзамена по физике обеспечивает единство требований к знаниям и умениям выпускников общеобразовательных организаций и позволяет эффективно дифференцировать абитуриентов в соответствии с уровнем их подготовки по физике. Контрольные измерительные материалы по физике призваны всесторонне оценить как усвоение выпускниками основных содержательных линий всех разделов курса физики, так и сформированность различных умений.

### 1.2. Общие требования к организации вступительных испытаний

Вступительные испытания по физике проводятся на русском языке очно и (или) с использованием дистанционных технологий (при условии идентификации поступающих при сдаче ими вступительных испытаний) в порядке, установленном Правилами приема в федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Казанский (Приволжский) федеральный университет» на обучение по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры на 2024/25 учебный год.

Участникам вступительных испытаний запрещается прибегать к недобросовестным способам сдачи вступительного испытания, препятствующим адекватной оценке знаний, умений и навыков поступающего членами экзаменационной комиссии, в том числе:

- иметь при себе и использовать средства связи;
- иметь при себе и использовать письменные и электронные источники информации;
- пользоваться подсказками других лиц.

В случае нарушения, поступающий удаляется с места проведения вступительного испытания.

Во время проведения вступительных испытаний участникам *разрешено* пользоваться:

- непрограммируемым калькулятором;
- линейкой.

### 1.3. Описание формы проведения вступительных испытаний

Вступительные испытания по физике проводятся очно и (или) с использованием дистанционных технологий с применением контрольно-измерительных материалов (КИМ), состоящих из 25 заданий в тестовой форме.

### 1.4. Продолжительность вступительных испытаний в минутах

На выполнение заданий вступительного испытания по физике отводится 210 минут (3,5 часа).

### 1.5. Структура вступительных испытаний

КИМ вступительного испытания по физике содержат задания:

- закрытой формы, в которых испытуемый выбирает правильный ответ из предоставленного набора вариантов;
- на установление соответствия, выполнение которых связано с выявлением соответствия между элементами двух множеств;
- открытой формы, требующие от испытуемого самостоятельного получения ответа.

В КИМ представлены задания, проверяющие следующие группы предметных результатов:

- применение изученных понятий, моделей, величин и законов для описания физических



процессов;

- анализ физических процессов и явлений с использованием изученных теоретических положений, законов и физических величин;
- методологические умения;
- умение решать расчётные задачи различных типов.

## Раздел II. Содержание программы

### Механика

#### *КИНЕМАТИКА*

Относительность механического движения. Система отсчета. Кинематические характеристики движения материальной точки: траектория, перемещение, путь, скорость, ускорение. Основные кинематические уравнения прямолинейного движения. Свободное падение. Ускорение свободного падения. Движение тела, брошенного под углом  $\alpha$  к горизонту.

Движение точки по окружности. Угловая и линейная скорость точки. Центростремительное ускорение.

Твердое тело. Поступательное и вращательное движение твердого тела.

#### *ДИНАМИКА.*

Инерциальные системы отсчета. Первый закон Ньютона. Принцип относительности Галилея. Масса тела. Плотность вещества. Сила. Принцип суперпозиции сил. Второй закон Ньютона. Третий закон Ньютона для материальных точек.

Закон всемирного тяготения. Сила тяжести. Вес тела. Движение небесных тел и их искусственных спутников. Первая космическая скорость. Сила упругости. Закон Гука.

Сила трения. Сухое трение. Сила трения скольжения. Сила трения покоя. Коэффициент трения. Давление.

#### *СТАТИКА.*

Момент силы относительно оси вращения. Плечо силы. Условия равновесия твердого тела в ИСО.

Закон Паскаля. Давление в жидкости, покоящейся в ИСО. Закон Архимеда. Условие плавания тел.

#### *ЗАКОНЫ СОХРАНЕНИЯ В МЕХАНИКЕ*

Импульс материальной точки. Импульс системы тел. Закон изменения и сохранения импульса в ИСО.

Работа силы. Мощность силы. Кинетическая энергия материальной точки. Теорема о кинетической энергии. Потенциальная энергия. Потенциальная энергия тела в однородном поле тяжести. Потенциальная энергия упруго деформированного тела. Закон изменения и сохранения полной механической энергии.

#### *МЕХАНИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ*

Гармонические колебания. Амплитуда и фаза колебаний. Кинематическое описание. Связь амплитуды колебаний смещения материальной точки с амплитудами колебаний её скорости и ускорения. Динамическое уравнение свободных незатухающих колебаний. Математический и пружинный маятники. Период малых свободных колебаний математического маятника. Период свободных колебаний пружинного маятника.

Закон сохранения полной механической энергии для незатухающих гармонических колебаний.

Вынужденные колебания. Резонанс. Резонансная кривая.

Поперечные и продольные волны. Скорость распространения и длина волны. Распространение волн на границе раздела сред. Отражение и преломление волн. Интерференция и дифракция волн. Звук. Скорость звука



## **Молекулярная физика и термодинамика**

### **МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА**

Модели строения газов, жидкостей и твердых тел. Тепловое движение атомов и молекул вещества. Диффузия. Броуновское движение. Взаимодействие частиц вещества. Модель идеального газа в МКТ.

Основное уравнение МКТ. Связь между давлением и средней кинетической энергией поступательного теплового движения молекул идеального газа.

Абсолютная температура. Связь температуры газа со средней кинетической энергией поступательного теплового движения его частиц. Связь давления идеального газа с температурой.

Модель идеального газа в термодинамике. Выражение для внутренней энергии одноатомного идеального газа. Уравнение Менделеева-Клапейрона. Изопрцессы в разреженном газе с постоянным количеством вещества.

Изотермический, изохорный и изобарный процессы.

Графическое представление изопрцессов на диаграммах состояния газа. Закон Дальтона для давления смеси разреженных газов.

Насыщенные и ненасыщенные пары. Качественная зависимость плотности и давления насыщенного пара от температуры, их независимость от объёма насыщенного пара. Влажность воздуха. Абсолютная и относительная влажность. Измерение относительной влажности воздуха.

Изменение агрегатных состояний вещества: испарение и конденсация, кипение жидкости. Изменение агрегатных состояний вещества: плавление и кристаллизация. Преобразование энергии в фазовых переходах

### **ТЕРМОДИНАМИКА**

Тепловое равновесие и температура. Внутренняя энергия. Теплопередача как способ изменения внутренней энергии без совершения работы. Конвекция, теплопроводность, излучение.

Количество теплоты. Удельная теплоемкость вещества. Удельная теплота парообразования. Удельная теплота плавления. Удельная теплота сгорания топлива.

Элементарная работа в термодинамике. Вычисление работы по графику процесса на  $pV$ -диаграмме. Первое начало термодинамики. Адиабатический процесс.

Второй закон термодинамики, необратимость процессов.

Принципы действия тепловых машин. Коэффициент полезного действия. Идеальная тепловая машина с максимальным значением КПД. Цикл Карно. Уравнение теплового баланса.

## **Электродинамика**

### **ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ПОЛЕ**

Электризация тел и её проявления. Электрический заряд. Два вида зарядов. Элементарный электрический заряд. Закон сохранения электрического заряда. Взаимодействие зарядов. Точечные заряды. Закон Кулона.

Электрическое поле. Его действие на электрические заряды.

Напряжённость электрического поля. Поле точечного заряда. Принцип суперпозиции электрических полей. Линии напряжённости электростатического поля. Однородное поле.

Потенциальность электростатического поля. Потенциальная энергия заряда в электростатическом поле. Потенциал электростатического поля. Разность потенциалов и напряжение. Эквипотенциальные поверхности.

Связь напряжённости поля и разности потенциалов для однородного электростатического поля.

Диэлектрики в электростатическом поле. Поляризация диэлектриков. Диэлектрическая проницаемость вещества.

Проводники в электростатическом поле. Условия равновесия зарядов на проводнике. Электроёмкость проводника. Конденсатор. Электроёмкость конденсатора. Электроёмкость



плоского конденсатора.

Параллельное и последовательное соединение конденсаторов. Энергия заряженного конденсатора.

### **ЗАКОНЫ ПОСТОЯННОГО ТОКА**

Постоянный ток. Сила тока. Условия существования электрического тока. Напряжение и электродвижущая сила. Источники тока. ЭДС и внутреннее сопротивление источника тока.

Закон Ома для участка цепи. Электрическое сопротивление. Зависимость сопротивления однородного проводника от его длины и сечения. Удельное сопротивление вещества. Зависимость сопротивления проводника от температуры.

Закон Ома для полной (замкнутой) электрической цепи. Короткое замыкание. Параллельное соединение проводников. Последовательное соединение проводников.

Работа электрического тока. Закон Джоуля-Ленца. Мощность электрического тока. Тепловая мощность, выделяемая на резисторе. Мощность источника тока. Свободные носители электрических зарядов в проводниках. Механизмы проводимости твёрдых металлов, растворов и расплавов электролитов, газов. Полупроводники. Полупроводниковый диод.

### **МАГНИТНОЕ ПОЛЕ**

Механическое взаимодействие магнитов. Магнитное поле. Вектор магнитной индукции. Принцип суперпозиции магнитных полей. Линии магнитного поля. Картина линий поля полосового и подковообразного постоянных магнитов

Опыт Эрстеда. Магнитное поле проводника с током. Картина линий поля длинного прямого проводника и замкнутого кольцевого проводника, катушки с током.

Действие магнитного поля на токи и движущиеся заряды. Сила Ампера, её направление и величина. Сила Лоренца, её направление и величина.

Движение заряженной частицы в однородном магнитном поле под действием силы Лоренца.

### **ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ ИНДУКЦИЯ**

Поток вектора магнитной индукции.

Явление электромагнитной индукции. ЭДС индукции. Закон электромагнитной индукции Фарадея. Правило Ленца. ЭДС индукции в прямом проводнике, движущемся с некоторой скоростью в однородном магнитном поле.

Самоиндукция. ЭДС самоиндукции. Индуктивность катушки. Энергия магнитного поля катушки стоком.

### **ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ**

Колебательный контур. Свободные электромагнитные колебания в идеальном колебательном контуре. Формула Томсона.

Связь амплитуды заряда конденсатора с амплитудой силы тока в колебательном контуре. Закон сохранения энергии в идеальном колебательном контуре.

Вынужденные электромагнитные колебания. Резонанс. Переменный ток. Закон Ома для цепи переменного тока. Индуктивное и емкостное сопротивления. Эффективные значения тока и напряжения в цепях переменного тока. Производство, передача и потребление электрической энергии.

Свойства электромагнитных волн. Взаимная ориентация векторов в электромагнитной волне в вакууме. Шкала электромагнитных волн.

### **ОПТИКА**

Прямолинейное распространение света в однородной среде. Луч света. Закон отражения света. Построение изображений в плоском зеркале.

Закон преломления света. Абсолютный показатель преломления среды. Относительный показатель преломления.

Ход лучей в призме.

Соотношение частот и длин волн при переходе монохроматического света через границу раздела двух сред.

Полное внутреннее отражение. Предельный угол полного внутреннего отражения света.



Тонкая линза. Фокусное расстояние и оптическая сила тонкой линзы. Собирающие и рассеивающие линзы. Формула тонкой линзы. Увеличение, даваемое линзой.

Построение изображений точки и отрезка прямой в собирающих и рассеивающих линзах и их системах. Ход луча, прошедшего линзу под произвольным углом к её главной оптической оси.

Фотоаппарат как оптический прибор. Глаз как оптическая система. Интерференция света. Когерентные источники. Условия наблюдения максимумов и минимумов интенсивности в интерференционной картине от двух когерентных источников.

Дифракция света. Дифракционная решётка. Условие наблюдения главных максимумов при нормальном падении света на решётку.

Дисперсия света.

### **Квантовая физика**

#### **КОРПУСКУЛЯРНО-ВОЛНОВОЙ ДУАЛИЗМ**

Гипотеза М. Планка о квантах. Формула Планка. Фотоны. Энергия фотона. Импульс фотона.

Фотоэффект. Опыты А.Г. Столетова. Законы фотоэффекта. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта.

Волновые свойства частиц.

Корпускулярно-волновой дуализм. Давление света. Давление света на полностью отражающую поверхность и на полностью поглощающую поверхность.

#### **ФИЗИКА АТОМА**

Планетарная модель атома. Постулаты Бора. Излучение и поглощение фотонов при переходе атома с одного уровня энергии на другой.

Линейчатые спектры атомов. Спектр атома водорода. Лазер.

#### **ФИЗИКА АТОМНОГО ЯДРА**

Нуклонная модель ядра Гейзенберга–Иваненко. Заряд ядра. Массовое число ядра. Изотопы. Радиоактивность.

Альфа-распад. Бета-распад. Электронный  $\beta$ -распад. Позитронный  $\beta$ -распад.

Гамма-излучение.

Закон радиоактивного распада.

Ядерные реакции.

Деление и синтез ядер.

## **Раздел III. Фонд оценочных средств**

### **3.1. Инструкция по выполнению работы**

На выполнение заданий вступительного испытания по физике отводится 210 минут (3,5 часа). КИМ состоит из 25 заданий разного типа и разного уровня сложности. В КИМ представлены задания из всех разделов школьного курса физики: Механика, Молекулярная физика и термодинамика, Электродинамика, Квантовая физика.

Задания 1-4, 7,8, 11-13, 16, 19 представляют собой вопрос и несколько вариантов ответа, правильным из которых может быть только **один**. Правильное выполнение каждого из этих заданий оценивается в 1 балл.

В случае дистанционного формата прохождения вступительного испытания, абитуриенту необходимо в поле задания выделить номер правильного варианта ответа.

В случае очного формата прохождения вступительного испытания, абитуриенту необходимо записать номер правильного варианта ответа в бланк ответов.

Задания 5, 9, 14 и 18 представляют собой вопрос и несколько вариантов ответа, правильными из которых могут быть **два**. Правильное выполнение каждого из этих заданий оценивается в 2 балла. Если допущена ошибка в выборе хотя бы одного элемента ответа



выставляется 0 баллов.

В случае дистанционного формата прохождения вступительного испытания, абитуриенту необходимо в поле задания выделить номера правильных вариантов ответа.

В случае очного формата прохождения вступительного испытания, абитуриенту необходимо записать номера правильных вариантов ответа в бланк ответов без пробелов, запятых и других дополнительных символов. Порядок записи символов в ответе значения не имеет.

Задания 6, 10, 15 и 17 являются заданиями на установление соответствия, выполнение которых связано с выявлением соответствия между элементами двух множеств. Правильное выполнение каждого из этих заданий оценивается в 2 балла. Если допущена ошибка в выборе хотя бы одного элемента ответа выставляется 0 баллов.

Задания с 20 по 25 номер представляют собой задачу, результат решения которой записывается в виде числа с заданной в условии задачи точностью. Правильное выполнение каждого из этих заданий оценивается в 3 балла.

В случае дистанционного формата прохождения вступительного испытания, абитуриенту необходимо в поле ответа ввести численный ответ без единиц измерения. В качестве разделительного знака используется запятая (например, 1,5).

В случае очного формата прохождения вступительного испытания, абитуриенту необходимо записать в бланк ответов численный ответ без единиц измерения, используя в качестве разделительного знака запятую. Каждый символ записывается в отдельную клетку по приведённому ниже образцу:

25 8,9

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Все бланки заполняются яркими чёрными чернилами. Допускается использование гелевой, капиллярной или перьевой ручек.

При выполнении заданий можно пользоваться черновиком. Записи в черновике не учитываются при оценивании работы.

Баллы, полученные Вами за выполненные задания, суммируются. Максимальный суммарный первичный балл составляет 45 баллов, что соответствует 100 тестовым баллам. Шкала перевода первичных баллов в тестовые приведена в документе «Система оценивания экзаменационной работы по физике».

### 3.2. Примерные задания

#### Демонстрационный Вариант

1 балл

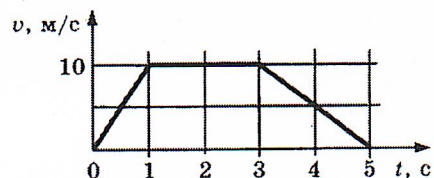
1. На рисунке представлен график зависимости модуля скорости тела  $v$  от времени  $t$ . Определите путь, пройденный телом за четвертую секунду движения. Выберите один правильный вариант ответа.

- 1) 35 м      2) 32,5 м      3) 15 м      4)

7,5 м

1 балл

2. Тело скользит по горизонтальной плоскости. С какой силой тело давит на плоскость, если сила трения, действующая на тело, равна 9 Н, а коэффициент трения скольжения равен 0,2? Выберите один правильный вариант ответа.



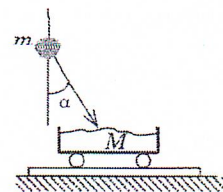


- 1) 1,8 Н                      2) 4,5 Н                      3) 45 Н                      4) 0,18 Н

1 балл

3. Камень массой  $m = 4$  кг падает под углом  $\alpha = 30^\circ$  к вертикали со скоростью  $10$  м/с в тележку с песком общей массой  $M = 16$  кг, покоящуюся на горизонтальных рельсах. Определите скорость тележки с камнем после падения в неё камня. Выберите один правильный вариант ответа.

- 1) 1 м/с                      2) 2 м/с                      3) 1,7 м/с                      4) 2,3 м/с

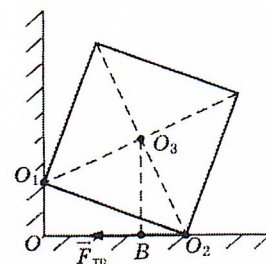


1 балл

4. Однородный куб опирается одним ребром на пол, другим на вертикальную стену (см. рисунок). Чему равен момент силы трения  $\vec{F}_{\text{тр}}$  относительно оси, проходящей через точку  $O_3$  перпендикулярно плоскости чертежа, если модуль силы трения равен  $2$  Н,  $O_3B = 4$  см,  $O_2O_3 = 5$  см,  $OO_3 = 6,5$  см?

Выберите один правильный вариант ответа.

- 1)  $0,1$  Н·м                      2)  $0,08$  Н·м                      3)  $50$  Н·м                      4)  $0,13$  Н·м



2 балла

5. К телу, имеющему внутреннюю герметичную полость, на невесомой нерастяжимой нити привязан сплошной шарик. Система «тело + шарик» плавает в сосуде с жидкостью, не касаясь стенок и дна сосуда. Плотность материала тела и шарика  $1,6$  г/см<sup>3</sup>, плотность жидкости  $800$  кг/м<sup>3</sup>, объем полости составляет  $3/4$  объема тела, объем шарика равен  $1/4$  объема тела. Исходя из условия задачи, выберите **два** верных утверждения.

1. Модуль силы Архимеда, действующей на тело, больше модуля силы Архимеда, действующей на шарик.
2. Модуль силы натяжения нити меньше модуля силы тяжести, действующей на шарик.
3. Модуль силы натяжения нити равен модулю силы тяжести, действующей на тело.
4. Модуль силы тяжести, действующей на шарик, меньше модуля силы тяжести, действующей на тело.
5. Объем погруженной части тела равен  $3/4$  объема этого тела.

2 балла

6. На гладкой горизонтальной поверхности покоится небольшая шайба. На нее налетает другая такая же шайба. Между шайбами происходит лобовое абсолютно неупругое соударение. Затем проводят второй опыт, уменьшив массу налетающей шайбы, но оставив прежней ее скорость. Как изменяются во втором опыте по сравнению с первым скорость шайб после соударения и выделившееся в процессе соударения количество теплоты? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения. Цифры в ответе могут повторяться.

**ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ**

**ИХ ИЗМЕНЕНИЯ**

- А) Скорость шайб после соударения  
 Б) Количество теплоты, выделившееся в процессе соударения

- 1) увеличивается  
 2) уменьшается  
 3) не изменяется

1 балл

7. Идеальный газ находится в закрытом сосуде при нормальном атмосферном давлении равном  $10^5$  Па. При неизменной концентрации молекул средняя кинетическая энергия хаотического теплового движения молекул уменьшается на  $2\%$ . Определите конечное давление газа. Выберите один правильный вариант ответа.

- 1)  $200$  кПа                      2)  $102$  кПа                      3)  $98$  кПа                      4)  $50$  кПа



1 балл

8. В некотором циклическом процессе работа, совершаемая за цикл, в  $17/8$  раз меньше модуля количества теплоты, отданного газом за цикл холодильнику. Чему равен КПД такого теплового двигателя? Выберите один правильный вариант ответа.

- 1) 32%      2) 47%      3) 53%      4) 68%

2 балла

9. На дно сосуда, в котором находился сухой воздух, налили немного воды, после чего герметично закрыли сосуд крышкой и оставили его на продолжительное время. Начальные температуры воздуха и воды были одинаковыми. Сосуд может обмениваться теплотой с окружающей средой. Из приведенного ниже списка выберите **два** правильных утверждения.

1. Если температура содержимого сосуда остается неизменной, то вся вода испарится.
2. Если температура содержимого сосуда остается неизменной, то испарится только часть воды.
3. Если температура содержимого сосуда остается неизменной, то при некотором строго определенном объеме сосуда в нем установится относительная влажность воздуха, равная 100 %.
4. В установившемся состоянии средняя кинетическая энергия хаотического теплового движения молекул водяного пара больше средней кинетической энергии хаотического теплового движения молекул азота, входящего в состав воздуха.
5. В установившемся состоянии молекулы водяного пара и молекулы кислорода, входящего в состав воздуха, обладают одинаковыми средними кинетическими энергиями хаотического теплового движения.

2 балла

10. В результате некоторого процесса, совершаемого с постоянным количеством газа, давление газа в сосуде увеличивается в 3 раза, а плотность газа увеличивается в 2 раза. Как в результате этого изменяются объем газа и температура газа? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения. Цифры в ответе могут повторяться.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

ИХ ИЗМЕНЕНИЯ

А) объем газа

1) увеличивается

Б) температура газа

2) уменьшается

3) не изменяется

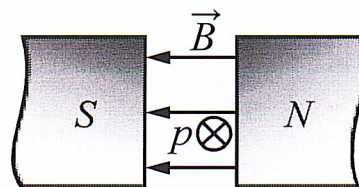
1 балл

11. Два одинаковых маленьких металлических заряженных шарика с зарядами  $+3q$  и  $-q$  находятся на большом расстоянии  $r$  друг от друга. Их соединяют тонкой проволокой, а затем проволоку убирают. Во сколько раз уменьшается модуль сил электростатического взаимодействия шариков? Выберите один правильный вариант ответа.

- 1) 1      2) 3      3) 4      4) 9

1 балл

12. Протон  $p$  влетел в зазор между полюсами магнита со скоростью  $\vec{v}$  перпендикулярной вектору индукции  $\vec{B}$  магнитного поля (см. рисунок, значком  $\otimes$  показано направление движения протона). Куда направлена относительно рисунка действующая на протон сила Лоренца  $\vec{F}$ ? Выберите один правильный вариант ответа.



- 1) вправо
- 2) влево
- 3) вверх
- 4) вниз
- 5) к наблюдателю
- 6) от наблюдателя

1 балл



13. При проведении опытов по изучению электромагнитной индукции измеряют изменение магнитного потока  $\Delta\Phi$ , пронизывающего замкнутый проволочный контур, и заряд  $\Delta q$ , протекший в результате этого по контуру. Результаты этих опытов приведены в таблице. Чему равно сопротивление контура?

$\Delta\Phi$ Вб	0,01	0,02	0,03	0,04
$\Delta q$ мКл	5	10	15	20

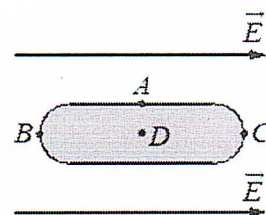
Выберите один правильный вариант ответа.

- 1) 2 Ом                                      2) 0,05 Ом                                      3) 0,27 Ом                                      4) 50 мОм

2 балла

14. Металлическое тело, продольное сечение которого показано на рисунке, поместили в однородное электростатическое поле напряжённостью  $\vec{E}$ .

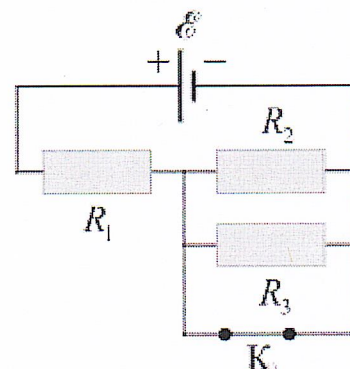
Из приведенного ниже списка выберите **два** правильных утверждения, описывающие результаты воздействия этого поля на металлическое тело.



- 1) Напряжённость электрического поля в точке  $D$  не равна нулю.
- 2) Потенциал в точке  $A$  меньше, чем в точке  $D$ .
- 3) Концентрация свободных электронов в точке  $A$  наименьшая
- 4) Вблизи точки  $C$  индуцируется положительный заряд.
- 5) Вблизи  $B$  индуцируется отрицательный заряд.

2 балла

15. На рисунке показана цепь постоянного тока, содержащая источник тока с ЭДС  $\varepsilon$  и три резистора:  $R_1$ ,  $R_2$  и  $R_3$ . Как изменится сила тока через резистор  $R_1$  и суммарная тепловая мощность, выделяемая во внешней цепи, если ключ  $K$  разомкнуть? Внутренним сопротивлением источника тока пренебречь. Для каждой величины определите соответствующий характер изменения. Цифры в ответе могут повторяться.



**ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ**

- А) сила тока через резистор  $R_1$   
 Б) суммарная тепловая мощность, выделяемая во внешней цепи

**ИХ ИЗМЕНЕНИЯ**

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

1 балл

16. При бомбардировке изотопа бора  ${}^{10}_5\text{B}$  нейтронами образуются  $\alpha$ -частица и ядро лития. Чему равно число протонов ( $N_p$ ) и число нейтронов ( $N_n$ ) в составе ядра образующегося элемента? Выберите один правильный вариант ответа.

- 1)  $N_p = 4, N_n = 3$                                       2)  $N_p = 7, N_n = 3$
- 3)  $N_p = 3, N_n = 4$                                       4)  $N_p = 3, N_n = 7$

2 балла

17. Интенсивность монохроматического светового пучка плавно уменьшают, не меняя частоты света. Как изменяются при этом энергия и импульс каждого фотона в световом пучке? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения. Цифры в ответе могут повторяться.



## ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) Энергия фотона  
Б) Импульс фотона

## ИХ ИЗМЕНЕНИЯ

- 1) увеличивается  
2) уменьшается  
3) не изменяется

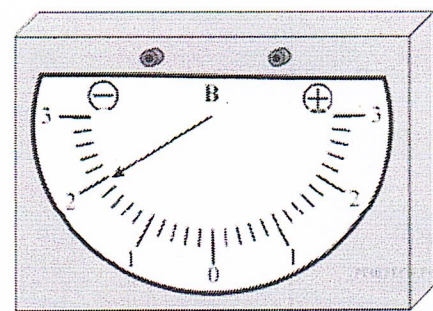
2 балла

18. Выберите **два** верных утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях.

- 1) Под водой меньшее давление передаётся вниз, а большее — вверх.
- 2) Температура кипения жидкости есть характеристика только жидкости, не изменяемая никаким способом.
- 3) Сила Лоренца не действует на заряженные частицы, влетающие параллельно линиям индукции однородного магнитного поля.
- 4) Дифракция радиоволн никогда не наблюдалась вследствие их большой длины волны.
- 5) Критическая масса вещества – минимальная масса радиоактивного вещества, необходимая для начала самоподдерживающейся цепной реакции деления.

1 балл

19. При различных измерениях часто используется прибор, который называется баллистическим гальванометром. При быстром протекании электрического заряда через этот прибор максимальное отклонение его стрелки от нулевого положения пропорционально протекшему заряду.



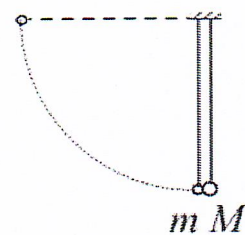
На рисунке показана шкала баллистического гальванометра в момент, когда отклонение стрелки от нулевого положения максимально. Зная, что коэффициент пропорциональности для этого гальванометра равен  $2 \cdot 10^{-4}$  Кл/В, определите модуль заряда, протекшего через прибор. Погрешность прямого измерения при помощи данного баллистического гальванометра составляет половину цены его деления. Выберите один правильный вариант ответа.

- 1)  $(0,4 \pm 0,1)$  мКл
- 2)  $(0,4 \pm 0,2)$  мКл
- 3)  $(400 \pm 10)$  мкКл
- 4)  $(400 \pm 20)$  мкКл

3 балла

20. Два шарика висят, соприкасаясь, на вертикальных нитях (см. рисунок).

Левый шарик отклоняют на угол  $90^\circ$  и отпускают с начальной скоростью, равной нулю. Каким должно быть отношение масс шариков  $\frac{M}{m}$ , чтобы в результате их абсолютно неупругого удара половина кинетической энергии, которой обладал левый шарик непосредственно перед ударом, перешла в тепло? Считать  $g = 10 \text{ м/с}^2$ . Ответ округлите до десятых. В качестве разделительного знака используйте запятую (например: 1,5). Единицы измерения физических величин в ответе писать не нужно.



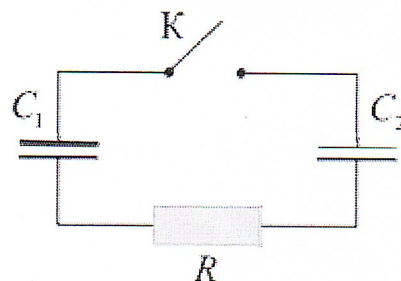
3 балла

21. В стакан калориметра, содержащий 351 г воды, опустили кусок льда массой  $m$ , имевший температуру  $0^\circ\text{C}$ . Начальная температура калориметра и воды  $45^\circ\text{C}$ . В момент времени, когда наступило тепловое равновесие, температура воды и калориметра стала равной  $5^\circ\text{C}$ . Чему равна масса  $m$ ? Теплоёмкостью калориметра пренебречь. Удельная теплоёмкость воды равна  $4200 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{K)}$ , удельная теплоёмкость льда –  $2100 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{K)}$ , удельная теплота плавления льда –  $3,3 \cdot 10^5 \text{ Дж/кг}$ . Ответ выразите в граммах, округлив до целого.

3 балла

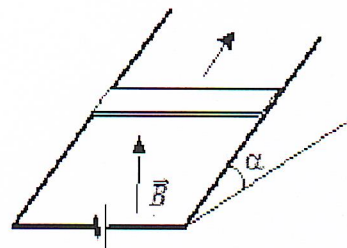


22. Конденсатор  $C_1 = 1 \text{ мкФ}$  заряжен до напряжения  $U = 300 \text{ В}$  и включён в последовательную цепь из резистора  $R = 300 \text{ Ом}$ , незаряженного конденсатора  $C_2 = 2 \text{ мкФ}$  и разомкнутого ключа  $K$  (см. рис.). Какое количество теплоты выделится в цепи после замыкания ключа, пока ток в цепи не прекратится? Ответ дайте в миллиджоулях, округлив до целых. Единицы измерения физических величин в ответе записывать не нужно.



3 балла

23. На проводящих рельсах, проложенных по наклонной плоскости, в однородном вертикальном магнитном поле  $\vec{B}$  находится горизонтальный прямой проводник прямоугольного сечения массой  $m = 20 \text{ г}$ . Плоскость наклонена к горизонту под углом  $\alpha = 30^\circ$ . Расстояние между рельсами  $L = 40 \text{ см}$ . Когда рельсы подключены к источнику тока, по проводнику протекает постоянный ток  $I = 11 \text{ А}$ . При этом проводник поступательно движется вверх по рельсам равномерно и прямолинейно. Коэффициент трения между проводником и рельсами  $\mu = 0,2$ . Чему равен модуль индукции магнитного поля  $\vec{B}$ ? Ответ выразить в теслах, округлив до сотых. В качестве разделительного знака используйте запятую (например: 4,45). Единицы измерения физических величин в ответе писать не нужно



3 балла

24. Плоская монохроматическая световая волна с частотой  $8,0 \cdot 10^{14} \text{ Гц}$  падает по нормали на дифракционную решётку. Параллельно решётке позади неё размещена собирающая линза с фокусным расстоянием  $21 \text{ см}$ . Дифракционная картина наблюдается на экране в задней фокальной плоскости линзы. Расстояние между её главными максимумами 1-го и 2-го порядков равно  $18 \text{ мм}$ . Найдите период решётки. Считать для малых углов ( $\varphi \ll 1$  в радианах)  $\text{tg} \varphi \approx \sin \varphi \approx \varphi$ . Ответ выразите в микрометрах (мкм), округлив до десятых. В качестве разделительного знака используйте запятую (например: 4,45). Единицы измерения физических величин в ответе писать не нужно.

3 балла

25. Фотоэлектроны, выбитые монохроматическим светом из металла с работой выхода  $A_{\text{вых}} = 1,89 \text{ эВ}$ , попадают в однородное электрическое поле с напряжённостью  $E = 100 \text{ В/м}$ . Какова частота света  $\nu$ , если длина тормозного пути у фотоэлектронов, чья начальная скорость максимальна и направлена вдоль линий напряжённости поля  $\vec{E}$  составляет  $d = 8,7 \text{ мм}$ ? Постоянную Планка примите равной  $6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$ , заряд электрона  $-1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$ . Ответ приведите в герцах, умножив на  $10^{-14}$  и округлив до десятых. В качестве разделительного знака используйте запятую (например: 4,45). Единицы измерения физических величин в ответе писать не нужно.

#### Раздел IV. Список литературы

1. Генденштейн Л.Э., Булатова А.А., Корнильев И.Н., Кошкина А.В.; под редакцией Орлова В.А. Физика 7,8,9 кл, ООО «БИНОМ. Лаборатория знаний»; АО «Издательство Просвещение».
2. Перишкин А.В. Физика 7,8,9 кл, Общество с ограниченной ответственностью "Издательство Экзамен".

3. Пурьшева Н.С., Важеевская Н.Е., Чаругин В.М. Физика 7,8,9 кл, ООО «ДРОФА»; АО «Издательство Просвещение».
4. Кабардин О.Ф., Физика 7,8,9 кл, Акционерное общество «Издательство «Просвещение».
5. Генденштейн Л.Э., Булатова А.А., Корнильев И.Н., Копкина А.В., Физика 10, 11 кл, Акционерное общество "Издательство "Просвещение".
6. Касьянов В.А., Физика 10, 11 кл, Акционерное общество "Издательство "Просвещение".
7. Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б., Сотский Н.Н. под редакцией Парфентьевой Н.А., Физика 10 кл, Акционерное общество "Издательство "Просвещение".
8. Мякишев Г.Л., Буховцев Б.Б., Чаругин В.М. под редакцией Парфентьевой Н.А., Физика 11 кл, Акционерное общество "Издательство "Просвещение".
9. Пурьшева Н.С., Важеевская Н.Е., Исаев Д.А.; под редакцией Пурьшевой Н.С., Физика 10 кл, Акционерное общество "Издательство "Просвещение".
10. Пурьшева Н.С., Важеевская Н.Е., Исаев Д.А., Чаругин В.М., Физика 11 кл, Акционерное общество "Издательство "Просвещение".