

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. Турилова

2023 г.



ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ  
ПО ФИЗИКЕ

2023

## **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  О. В. Недопекин  
(подпись) (ФИО)

Программа вступительного испытания обсуждена и одобрена на заседании кафедры Общей физики Института физики, Протокол № 3 от «09» октября 2023 г.

Решением Учебно-методической комиссии Института физики Программа вступительного испытания рекомендована к утверждению Ученым советом, Протокол № 2 от «12» октября 2023 г.

Программа вступительного испытания утверждена на заседании Ученого совета Института физики, Протокол № 2 от «12» октября 2023 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 школьного 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 30 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:

части А, содержащие вопрос и несколько вариантов ответа, правильным из которых может быть только один;

части А+, содержащие вопрос и несколько вариантов ответа, правильными из которых могут быть несколько;

части В, содержащие вопрос с кратким ответом в виде числа.

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**

Механическое движение. Относительность механического движения. Система отсчета. Материальная точка. Кинематические характеристики движения материальной точки: радиус-вектор, траектория, перемещение, путь, скорость, ускорение. Основные кинематические уравнения прямолинейного равномерного и равноускоренного движения. Свободное падение. Ускорение свободного падения. Движение тела, брошенного под углом  $\alpha$  к горизонту.

Движение материальной точки по окружности. Угловая и линейная скорости материальной точки. Центростремительное ускорение.

Твердое тело. Поступательное и вращательное движение твердого тела.

#### **ДИНАМИКА.**

Инерциальные системы отсчета (ИСО). Первый закон Ньютона. Принцип относительности Галилея. Масса тела. Плотность вещества. Сила. Принцип суперпозиции сил. Второй закон Ньютона для материальной точки в ИСО. Третий закон Ньютона для материальных точек.

Закон всемирного тяготения. Сила тяжести. Движение небесных тел и их искусственных спутников. Первая космическая скорость. Вторая космическая скорость.

Сила упругости. Закон Гука. Вес тела.

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

#### **СТАТИКА.**

Момент силы относительно оси вращения. Центр масс тела, центр масс системы материальных точек. 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 на малом перемещении. Мощность силы. Кинетическая энергия материальной точки. Закон изменения кинетической энергии системы материальных точек в ИСО. Потенциальная энергия. Потенциальная энергия материальной точки в однородном поле тяжести. Потенциальная энергия упруго деформированного тела. Закон изменения и сохранения механической энергии в ИСО.

#### **МЕХАНИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ**

Гармонические колебания материальной точки. Амплитуда и фаза колебаний. Кинематическое описание. Динамическое описание. Энергетическое описание. Связь амплитуды колебаний смещения материальной точки с амплитудами колебаний её скорости и ускорения. Период и частота колебаний. Период малых свободных колебаний математического маятника. Период свободных колебаний пружинного маятника. Вынужденные колебания. Резонанс. Резонансная кривая.

Поперечные и продольные волны. Скорость распространения и длина волны.

Интерференция и дифракция волн. Звук. Скорость звука.

### **Молекулярная физика и термодинамика**

#### **МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА**

Модели строения газов, жидкостей и твердых тел. Количество вещества. Тепловое движение атомов и молекул вещества. Взаимодействие частиц вещества. Диффузия. Броуновское движение.

Модель идеального газа в МКТ. Связь между давлением и средней кинетической энергией поступательного теплового движения молекул идеального газа (основное уравнение МКТ). 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. Закон Дальтона для давления смеси разреженных газов. Изопроцессы в разреженном газе с постоянным количеством вещества.

Изотермический, изохорный и изобарный процессы.

Графическое представление изопроцессов на диаграммах состояния газа.

Насыщенные и ненасыщенные пары. Качественная зависимость плотности и давления насыщенного пара от температуры, их независимость от объема 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 рV-диаграмме. Первое начало термодинамики. Адиабатический процесс.

Второй закон термодинамики, необратимость процессов.

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

### **Электродинамика**

#### **ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ПОЛЕ**

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

Электрическое поле. Его действие на электрические заряды.

Напряженность электрического поля. Поле точечного заряда. Однородное поле. Картина линий напряженности этих полей. Потенциальность электростатического поля. Разность потенциалов и напряжение. Потенциальная энергия заряда в электростатическом поле. Потенциал электростатического поля. Связь напряженности поля и разности потенциалов для однородного электростатического поля.

Принцип суперпозиции электрических полей. Линии напряженности электростатического поля.

Проводники в электростатическом поле. Условия равновесия зарядов на проводнике.

Диэлектрики в электростатическом поле. Диэлектрическая проницаемость вещества.

Конденсатор. Электропроводность конденсатора. Электропроводность плоского конденсатора.

Параллельное и последовательное соединение конденсаторов. Энергия заряженного конденсатора.

### **ЗАКОНЫ ПОСТОЯННОГО ТОКА**

Сила тока. Постоянный ток. Условия существования электрического тока. Напряжение и электродвижущая сила.

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

Источники тока. ЭДС и внутреннее сопротивление источника тока.

Закон Ома для полной (замкнутой) электрической цепи. 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 индукции магнитного поля. Картина линий индукции магнитного поля полосового и подковообразного постоянных магнитов.

Опыт Эрстеда. Магнитное поле проводника с током. Картина линий индукции магнитного 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.

### **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.

Индуктивность. Самоиндукция. ЭДС самоиндукции. Энергия магнитного поля катушки с током.

### **ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ**

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

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

Вынужденные электромагнитные колебания. Резонанс. Переменный ток. Производство, передача и потребление электрической энергии.

Закон Ома для цепи переменного тока. Индуктивное и емкостное сопротивления. Эффективные значения тока и напряжения в цепях переменного тока.

Свойства электромагнитных волн. Взаимная ориентация векторов в электромагнитной волне в вакууме. Шкала электромагнитных волн. Применение электромагнитных волн в технике и быту.

### **ОПТИКА**

Прямолинейное распространение света в однородной среде. Точечный источник. 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 соотношение 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.

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

**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 монохроматического света на решётку.

Дисперсия света.

### **Основы специальной теории относительности**

Инвариантность модуля скорости света в вакууме. Принцип относительности Эйнштейна. Энергия свободной частицы. Импульс частицы. Связь массы и энергии свободной частицы. Энергия покоя свободной частицы.

### **Квантовая физика**

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

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

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

Волновые свойства частиц. Волны де Броиля. Длина волны де Броиля движущейся частицы.

Корпускулярно-волновой дуализм. Дифракция электронов на кристаллах. 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.

Энергия связи нуклонов в ядре. Ядерные силы. Дефект массы ядра. 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 30 заданий разного уровня сложности и разного типа, распределённых на 3 части: А, А+, В. В каждой части КИМ представлены задания из всех разделов школьного курса физики: Механика, Молекулярная физика и термодинамика, Электродинамика, Основы СТО, Квантовая физика.

Задания части А с 1 по 13 номер представляют собой вопрос и четыре варианта ответа,

правильным из которых может быть только один.

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 части А+ с 14 по 25 номер представляют собой вопрос и несколько вариантов ответа, правильными из которых могут быть два.

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 в порядке возрастания.

Задания части В с 26 по 30 номер представляют собой задачу, результат решения которой записывается в виде числа с заданной в условии задачи точностью.

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:

26 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.

Правильный ответ на задания в части А оценивается в 1 первичный балл, на задания части А+ – 2 первичных балла, на задания части В – 3 первичных балла. Баллы, полученные Вами за выполненные задания, суммируются. Максимальный суммарный первичный балл составляет 52 балла, что соответствует 100 тестовым баллам. Шкала перевода первичных баллов в тестовые приведена в документе «Система оценивания экзаменационной работы по физике».

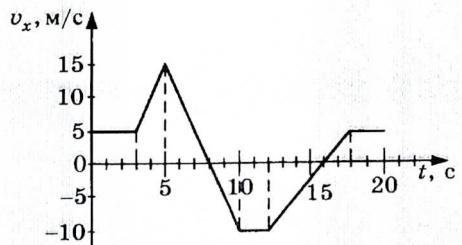
### 3.2. Примерные задания

#### Демонстрационный Вариант

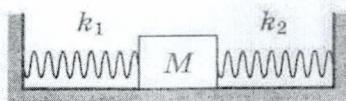
##### Часть А (задания оцениваются в 1 балл)

1. На рисунке приведен график зависимости проекции скорости тела на ось ОХ от времени. Чему равна проекция ускорения тела на ось ОХ в промежуток времени от 5 с до 10 с? Выберите один правильный вариант ответа.

- 1)  $-2,5 \text{ м/с}^2$       2)  $-5 \text{ м/с}^2$   
3)  $10 \text{ м/с}^2$       4)  $5 \text{ м/с}^2$



**2.** Кубик массой 1 кг покоятся на гладком горизонтальном столе, сжатый с боков пружинами (см. рисунок). Жесткость правой пружины равна 800 Н/м. Левая пружина действует на кубик с силой 16 Н. На сколько сжата правая пружина? Выберите один правильный вариант ответа.



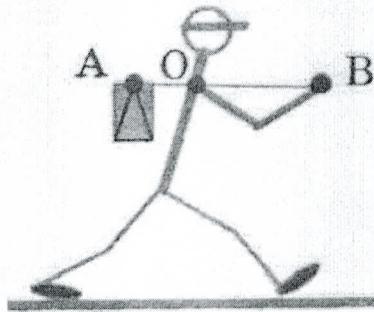
- 1) 5 см                  2) 1,6 см  
3) 1,25 см              4) 2 см

**3.** Два автомобиля одинаковой массы 1000 кг движутся со скоростями 10 м/с и 20 м/с относительно Земли в противоположных направлениях. Чему равен модуль импульса второго автомобиля в системе отсчета, связанной с первым автомобилем? Выберите один правильный вариант ответа.

- 1) 10000 кг·м/с      2) 20000 кг·м/с      3) 30000 кг·м/с      4) 40000 кг·м/с

**4.** Человек несет груз на палке (см. рисунок). Определите, какую минимальную по величине силу человек должен приложить к концу В невесомой палки, чтобы удержать в равновесии груз массой 2 кг. Расстояние АО равно 0,2 м, расстояние ОВ равно 0,4 м. Выберите один правильный вариант ответа.

- 1) 20 Н                  2) 5 Н  
3) 10 Н                  4) 30 Н

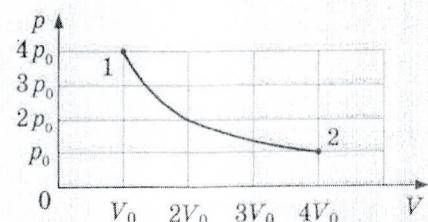


**5.** Масса воздуха в цилиндре при нагревании изменилась, так как крышка, закрывавшая цилиндр, была негерметична. Найдите отношение масс воздуха в цилиндре в конечном и начальном состояниях  $m_2/m_1$ , если при увеличении температуры воздуха в 2 раза давление увеличилось в 1,5 раза. Выберите один правильный вариант ответа.

- 1) 1                  2) 0,75              3) 0,5              4) 0,25

**6.** На графике показана зависимость давления одноатомного идеального газа от его объема. При переходе из состояния 1 в состояние 2 газ совершил работу, равную 5 кДж. Чему равно количество теплоты, полученное газом при этом переходе? Количество газа неизменно. Выберите один правильный вариант ответа.

- 1) 10 кДж              2) 5 кДж  
3) 0 кДж              4) 20 кДж

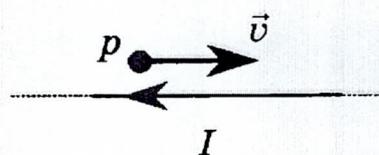


**7.** В сосуде при температуре 100 °С находится влажный воздух с относительной влажностью 80%. Определите парциальное давление водяных паров в сосуде. Выберите один правильный вариант ответа.

- 1) 90 кПа              2) 60 кПа              3) 100 кПа              4) 80 кПа

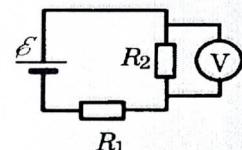
**8.** Протон  $p$  имеет скорость  $v$ , направленную горизонтально вдоль прямого длинного проводника с током  $I$  (см. рисунок). Куда направлена действующая на протон сила Лоренца? Выберите один правильный вариант ответа.

- 1) вправо    2) влево    3) вверх    4) вниз



**9.** В схеме, изображенной на рисунке, ЭДС источника тока равна  $\varepsilon = 10$  В, его внутреннее сопротивление  $r = 1$  Ом, а сопротивления резисторов  $R_1 = R_2 = 2$  Ом. Какое напряжение показывает идеальный вольтметр?

Выберите один правильный вариант ответа.



- 1) 10 В    2) 8 В    3) 4 В    4) 2 В

**10.** Маленькая лампочка освещает экран через непрозрачную перегородку с круглым отверстием радиуса 0,2 м. Расстояние от лампочки до экрана в 4 раза больше расстояния от лампочки до перегородки. Каков радиус освещенного пятна на экране? Выберите один правильный вариант ответа.

- 1) 0,2 м    2) 0,8 м    3) 0,4 м    4) 1 м

**11.** Элемент менделевий был получен при бомбардировке  $\alpha$ -частицами ядер элемента X в соответствии с реакцией  $X + {}^4_2\alpha \rightarrow {}^{256}_{101}Md + {}^1_0n$ . Какое число протонов и нейтронов содержалось в ядре элемента X? Выберите один правильный вариант ответа.

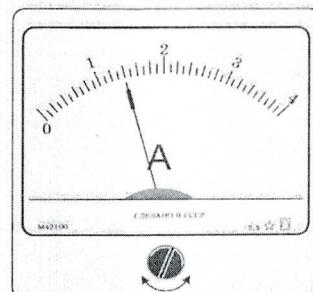
- 1) протонов-101, нейтронов-155    2) протонов-99, нейтронов-155  
3) протонов-99, нейтронов-154    4) протонов-101, нейтронов-154

**12.** Энергия фотона в рентгеновском дефектоскопе в 2 раза больше энергии фотона в рентгеновском медицинском аппарате. Определите отношение частоты электромагнитных колебаний рентгеновских лучей в дефектоскопе к частоте электромагнитных колебаний рентгеновских лучей в медицинском аппарате. Выберите один правильный вариант ответа.

- 1) 2    2) 0,5    3) 1    4) 1,5

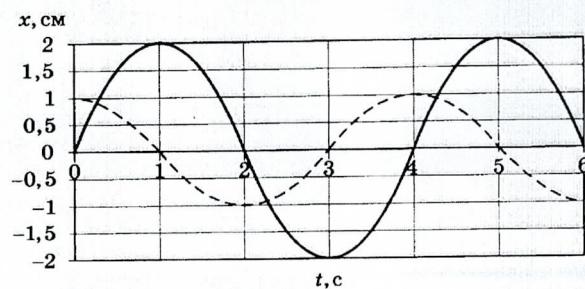
**13.** С помощью амперметра проводились измерения силы тока на участке цепи. Шкала амперметра проградуирована в А. Погрешность измерений силы тока равна половине цены деления шкалы амперметра. Определите величину силы тока в цепи с учетом погрешности измерений. Выберите один правильный вариант ответа.

- 1)  $(1,20 \pm 0,05)$  А    2)  $(1,25 \pm 0,05)$  А  
3)  $(1,40 \pm 0,05)$  А    4)  $(1,35 \pm 0,01)$  А



**Часть А<sup>+</sup>** (задания оцениваются в 2 балла)

- 14.** На рисунке приведены зависимости от времени координат двух колеблющихся тел 1 и 2, прикрепленных к одинаковым пружинам. Сплошной линией изображены колебания груза  $m_1$ , пунктиром — тела  $m_2$ . Из приведенного ниже списка выберите **два** утверждения о движении тел.

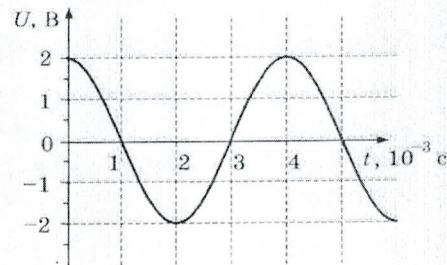


- 1) Периоды колебаний тел одинаковы.
- 2) Амплитуды колебаний тел одинаковы.
- 3) Масса тела 1 в два раза меньше массы тела 2 ( $m_2=2m_1$ )
- 4) Максимальная кинетическая энергия груза 1 в четыре раза больше, чем максимальная кинетическая энергия груза 2.
- 5) Максимальные потенциальные энергии пружин одинаковы.

- 15.** Объем сосуда, содержащего 1 моль водорода, увеличили вдвое и добавили в сосуд 1 моль гелия. Температура в сосуде поддерживается постоянной. Из приведенного ниже списка выберите **два** утверждения, не противоречащие результатам эксперимента.

- 1) Концентрации водорода и гелия в сосуде одинаковы.
- 2) Внутренняя энергия водорода уменьшилась.
- 3) Плотность газа в сосуде не изменилась.
- 4) Давление в сосуде не изменилось.
- 5) Парциальное давление водорода не изменилось.

- 16.** Напряжение между обкладками конденсатора в колебательном контуре меняется с течением времени согласно графику на рисунке. Выберите из предложенных утверждений **два**, которые верно отражают результаты этого опыта.



- 1) В промежутке от  $3 \cdot 10^{-3}$  с до  $4 \cdot 10^{-3}$  с энергия магнитного поля катушки увеличивается до максимального значения.
- 2) Период изменения энергии электрического поля конденсатора равен  $2 \cdot 10^{-3}$  с.
- 3) В момент времени  $3 \cdot 10^{-3}$  с заряд конденсатора равен 0.
- 4) В промежутке от  $1 \cdot 10^{-3}$  с до  $2 \cdot 10^{-3}$  с энергия электрического поля конденсатора преобразуется в энергию магнитного поля катушки.
- 5) Сила тока через катушку контура не зависит от времени.

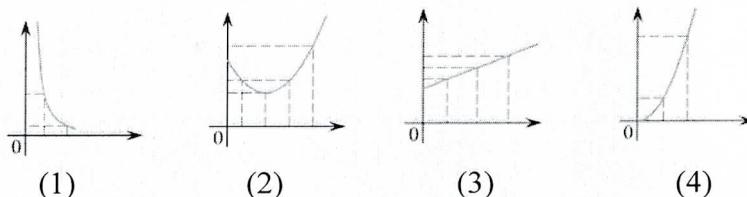
- 17.** Выберите **два** верных утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях.
- 1) При любом равномерном движении тело за каждую секунду совершает одинаковые перемещения.
  - 2) Скорость диффузии жидкостей повышается с повышением температуры.
  - 3) Сила Лоренца не действует на заряженные частицы, движущиеся параллельно линиям индукции однородного магнитного поля.
  - 4) Инфракрасное, ультрафиолетовое и видимое излучения — излучения электромагнитной природы, различающиеся скоростью распространения в вакууме.
  - 5) Масса покоя ядра всегда больше массы покоя слагающих его протонов и нейтронов.

18. Даны следующие зависимости величин:

А) зависимость координаты тела от времени при прямолинейном равномерном движении;

Б) зависимость энергии магнитного поля катушки с током от силы тока в ней.

Установите соответствие между этими зависимостями и видами графиков, обозначенных цифрами (1) – (4).



Из приведенного ниже списка выберите **два** утверждения устанавливающие соответствие между этими зависимостями и видами графиков

- 1) А – (1);
- 2) А – (2);
- 3) А – (3);
- 4) А – (4);
- 5) Б – (1);
- 6) Б – (2);
- 7) Б – (3);
- 8) Б – (4);

19. Высота полета искусственного спутника над Землей увеличилась с 300 км до 400 км. Как изменились в результате этого скорость спутника и период его обращения? Из приведенного ниже списка выберите **два** утверждения, определяющие соответствующий характер изменения величин.

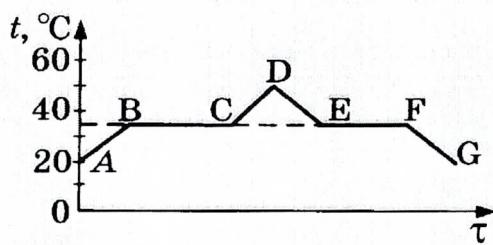
- 1) скорость движения спутника по орбите увеличилась;
- 2) скорость движения спутника по орбите уменьшилась;
- 3) скорость движения спутника по орбите не изменилась;
- 4) период обращения увеличился;
- 5) период обращения уменьшился;
- 6) период обращения не изменился.

20. Деревянный брускок, площади граней которого связаны отношением  $S_1:S_2:S_3=1:2:3$ , скользит равномерно и прямолинейно под действием горизонтальной силы  $F$  по горизонтальной шероховатой опоре, соприкасаясь с ней гранью площадью  $S_2$ . Коэффициент трения бруска об опору равен  $\mu$ . Выберите **два** верных утверждения, устанавливающие соответствие между физическими величинами и формулами для их вычисления.

- 1) масса бруска  $\frac{F}{2\mu g}$ ;
- 2) масса бруска  $\frac{F}{\mu g}$ ;
- 3) масса бруска  $\frac{F}{2}$ ;
- 4) масса бруска  $\frac{F}{\mu}$ ;

- 5) сила нормальной реакции опоры  $\frac{F}{2\mu g}$ ;
- 6) сила нормальной реакции опоры  $\frac{F}{\mu g}$ ;
- 7) сила нормальной реакции опоры  $\frac{F}{2}$ ;
- 8) сила нормальной реакции опоры  $\frac{F}{\mu}$ ;

**21.** Изначально цилиндр был заполнен жидким эфиром, отделенным от атмосферы легким подвижным поршнем. Цилиндр с эфиром начали нагревать. Эфир нагрелся, затем закипел. После того как весь эфир превратился в пар, а пар немного нагрелся, нагреватель отключили, и эфир начал остывать. Выберите **два** верных утверждения, устанавливающие соответствие между физическими процессами и участками графика зависимости температуры эфира от времени.



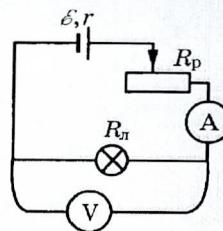
- 1) кипение жидкого эфира - участок AB;
- 2) кипение жидкого эфира - участок BC;
- 3) кипение жидкого эфира - участок DE;
- 4) кипение жидкого эфира - участок FG;
- 5) охлаждение жидкого эфира - участок AB;
- 6) охлаждение жидкого эфира - участок BC;
- 7) охлаждение жидкого эфира - участок DE;
- 8) охлаждение жидкого эфира - участок FG;

**22.** Пылинка массой m, имеющая заряд q, движется в однородном магнитном поле с индукцией В по окружности радиуса R со скоростью v. Как изменятся радиус траектории и период обращения пылинки при увеличении скорости ее движения? Из приведенного ниже списка выберите **два** утверждения, определяющие соответствующий характер изменения.

- 1) радиус траектории увеличится;
- 2) радиус траектории уменьшится;
- 3) радиус траектории не изменится;
- 4) период обращения увеличится;
- 5) период обращения уменьшится;
- 6) период обращения не изменится;

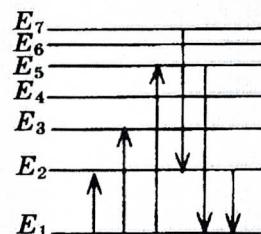
**23.** Ученник собрал электрическую цепь по схеме, представленной на рисунке. Определите формулы, которые можно использовать для расчетов показаний амперметра и напряжения на источнике тока. Измерительные приборы считать идеальными. Вольтметр показывает напряжение U. Выберите **два** верных утверждения, устанавливающие

соответствие между показаниями приборов и формулами для расчета показаний приборов.



- 1) показания амперметра  $\frac{U}{R_{\text{Л}}}$ ;
- 2) показания амперметра  $\frac{U}{R_{\text{Л}} + r}$ ;
- 3) показания амперметра  $\frac{\epsilon R_{\text{Л}} - Ur}{R_{\text{Л}}}$ ;
- 4) показания амперметра  $\frac{\epsilon R_{\text{Л}} + Ur}{R_{\text{Л}}}$ ;
- 5) напряжение на источнике тока  $\frac{U}{R_{\text{Л}}}$ ;
- 6) напряжение на источнике тока  $\frac{U}{R_{\text{Л}} + r}$ ;
- 7) напряжение на источнике тока  $\frac{\epsilon R_{\text{Л}} - Ur}{R_{\text{Л}}}$ ;
- 8) напряжение на источнике тока  $\frac{\epsilon R_{\text{Л}} + Ur}{R_{\text{Л}}}$ ;

**24.** На рисунке представлена диаграмма энергетических уровней атома. Выберите **два** верных утверждения устанавливающие соответствие между отмеченными стрелками переходами между энергетическими уровнями и происходящими при этом процессами.



- 1) поглощение фотона максимальной частоты - энергетический переход с уровня 1 на уровень 5;
- 2) поглощение фотона максимальной частоты - энергетический переход с уровня 1 на уровень 2;
- 3) поглощение фотона максимальной частоты - энергетический переход с уровня 5 на уровень 1;
- 4) поглощение фотона максимальной частоты - энергетический переход с уровня 2 на уровень 1;
- 5) излучение фотона минимальной частоты - энергетический переход с уровня 1 на уровень 5;
- 6) излучение фотона минимальной частоты - энергетический переход с уровня 1 на уровень 2;
- 7) излучение фотона минимальной частоты - энергетический переход с уровня 5 на уровень 1;
- 8) излучение фотона минимальной частоты - энергетический переход с уровня 2 на уровень 1;

**25.** Ученик изучает зависимость периода электромагнитных колебаний в контуре от индуктивности катушки. Какие **два** контура он должен выбрать для этого исследования?

- 1)
- 2)
- 3)
- 4)
- 5)

- 1) контур №1;
- 2) контур №2;
- 3) контур №3;
- 4) контур №4;
- 5) контур №5;

### Часть В (задания оцениваются в 3 балла)

**26.** Маленький шарик падает сверху на наклонную плоскость и упруго отражается от нее. Угол наклона плоскости к горизонту равен  $45^\circ$ . На какое расстояние по вертикали перемещается шарик между первым и вторым ударами о плоскость? Скорость шарика в момент первого удара направлена вертикально вниз и равна 2 м/с. Сопротивлением воздуха пренебречь. Ускорение свободного падения примите равным  $10 \text{ м/с}^2$ . Ответ дайте в метрах, округлив до десятых.

**27.** В калориметре находился лед при температуре  $t_1 = -5^\circ\text{C}$ . Какой была масса  $m_1$  льда, если после добавления в калориметр  $m_2 = 4 \text{ кг}$  воды, имеющей температуру  $t_2 = 20^\circ\text{C}$ , и установления теплового равновесия температура содержимого калориметра оказалась равной  $t = 0^\circ\text{C}$ , причем в калориметре была только вода. Теплообменом с окружающей средой и теплоёмкостью калориметра пренебречь. Удельная теплоемкость воды  $4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$ , удельная теплоемкость льда  $2,1 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$ , удельная теплота плавления льда  $3,3 \cdot 10^5 \text{ Дж/кг}$ . Ответ дайте в килограммах, округлив до целого.

**28.** Полый положительно заряженный шарик массой  $m=0,4 \text{ г}$  движется в однородном горизонтальном электрическом поле из состояния покоя. Модуль напряженности электрического поля  $E=500 \text{ кВ/м}$ . Траектория шарика образует с вертикалью угол  $\alpha=45^\circ$ . Чему равен заряд  $q$  шарика? Ответ запишите в нанокулонах, округлив до целых.

**29.** Расстояние между предметом и экраном 0,75 м. Линза, помещенная между ними, дает четкое изображение при двух ее положениях: один раз уменьшенное, а другой раз - увеличенное. Увеличенное изображение предмета больше самого предмета в 2 раза. Чему равна оптическая сила линзы? Ответ запишите в СИ, округлив до целых.

**30.** Красная граница фотоэффекта для вещества фотокатода  $\lambda_0=290 \text{ нм}$ . Фотокатод облучают светом с длиной волны  $\lambda=220 \text{ нм}$ . При каком напряжении между анодом и катодом фототок прекращается? Постоянную Планка примите равной  $6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж}\cdot\text{с}$ . Ответ дайте в СИ, округлив до сотых долей.

### 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. Перышкин А.В. Физика 7,8,9 кл, Общество с ограниченной ответственностью "Издательство Экзамен".
3. Пурышева 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., Кошкина 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. Пурышева Н.С., Важеевская Н.Е., Исаев Д.А.; под редакцией Пурышевой Н.С., Физика 10 кл, Акционерное общество "Издательство "Просвещение".
  10. Пурышева Н.С., Важеевская Н.Е., Исаев Д.А., Чаругин В.М., Физика 11 кл, Акционерное общество "Издательство "Просвещение".