

# ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ ПО ФИЗИКЕ

Вступительный экзамен для поступающих в академию имеет целью проверить уровень подготовленности абитуриента по физике, позволяющий успешно усваивать учебный материал математических, естественнонаучных, общепрофессиональных и специальных дисциплин, изучаемых в академии.

Материалы вступительных испытаний разработаны в соответствии с Примерной программой среднего общего образования по физике на профильном уровне, составленной на основе ФГОС, а также в соответствии с заданиями ЕГЭ по физике 2022 года.

Варианты вступительных испытаний содержат задания базового и повышенного уровней сложности, обеспечивающих достаточную полноту проверки владения необходимым материалом.

Во всех предлагаемых вариантах вступительного испытания обеспечена параллельность заданий по содержанию и уровню сложности.

## I. Структура экзаменационного задания

Каждый вариант вступительного испытания состоит из двух частей и содержит 20 заданий, различающихся формой и уровнем сложности.

Часть 1 содержит 15 заданий, ответ которых должен сопровождаться необходимыми вычислениями.

Часть 2 содержит 5 заданий, по которым необходимо привести развернутый ответ, содержащий необходимые вычисления, теоретические обоснования и, в случае надобности, рисунки.

Письменный ответ должен содержать исчерпывающее и логичное обоснование полученного решения, ссылки на используемые формулы, необходимые графические иллюстрации.

## II. Обязательный минимум содержания программы вступительного испытания

### I. Механика

#### I.1. Кинематика

Механическое движение. Относительность механического движения. Материальная точка. Система отсчета. Траектория. Вектор перемещения и его проекции. Путь.

Скорость. Сложение скоростей.

Ускорение. Сложение ускорений.

Прямолинейное равномерное и равнопеременное движение. Зависимости скорости, координат и пути от времени.

Криволинейное движение. Движение по окружности. Угловая скорость. Период и частота обращения. Ускорение тела при движении по окружности. Тангенциальное и нормальное ускорение.

Свободное падение тел. Ускорение свободно падающего тела. Движение тела, брошенного под углом к горизонту. Дальность и высота полета.

#### I.2. Динамика

Взаимодействие тел. Первый закон Ньютона. Понятие об инерциальных и

неинерциальных системах отсчета. Принцип относительности Галилея.

Сила. Силы в механике. Сложение сил, действующих на материальную точку.

Инертность тел. Масса. Плотность.

Второй закон Ньютона. Единицы измерения силы и массы.

Третий закон Ньютона.

Закон всемирного тяготения. Гравитационная постоянная. Сила тяжести. Зависимость силы тяжести от высоты.

Силы упругости. Понятие о деформациях. Закон Гука.

Силы трения. Сухое трение: трение покоя и трение скольжения. Коэффициент трения.

Применение законов Ньютона к поступательному движению тел. Вес тела.

Невесомость. Перегрузки.

Применение законов Ньютона к движению материальной точки по окружности.

Движение искусственных спутников. Первая космическая скорость.

### **I.3. Законы сохранения в механике**

Импульс (количество движения) материальной точки. Импульс силы. Связь между приращением импульса материальной точки и импульсом силы. Импульс системы материальных точек. Закон сохранения импульса.

Механическая работа. Мощность. Энергия. Единицы измерения работы и мощности.

Кинетическая энергия материальной точки и системы материальных точек. Связь между приращением кинетической энергии тела и работой приложенных к телу сил.

Потенциальная энергия. Потенциальная энергия тел вблизи поверхности Земли.

Потенциальная энергия упруго деформированного тела.

Закон сохранения механической энергии.

### **I.4. Статика твердого тела**

Сложение сил, приложенных к твердому телу. Момент силы относительно оси вращения. Правило моментов.

Условия равновесия тела. Центр тяжести тела. Устойчивое, неустойчивое и безразличное равновесия тел.

### **I.5. Механика жидкостей и газов**

Давление. Единицы измерения давления: паскаль, мм рт. ст.

Закон Паскаля. Гидравлический пресс. Давление жидкости на дно и стенки сосуда.

Сообщающиеся сосуды.

Атмосферное давление. Опыт Торричелли. Изменение атмосферного давления с высотой.

Закон Архимеда. Плавание тел.

### **I.6. Механические колебания и волны. Звук**

Понятие о колебательном движении. Период и частота колебаний.

Гармонические колебания. Смещение, амплитуда и фаза при гармонических колебаниях.

Свободные колебания. Колебания груза на пружине. Математический маятник.

Периоды их колебаний. Превращения энергии при гармонических колебаниях.

Затухающие колебания.

Вынужденные колебания. Резонанс.

Понятие о волновых процессах. Поперечные и продольные волны. Длина волны.

Скорость распространения волн. Фронт волны. Уравнение бегущей волны. Стоячие волны.

Интерференция волн. Принцип Гюйгенса. Дифракция волн.

Звуковые волны. Скорость звука. Громкость и высота звука.

## **II. Молекулярная физика и термодинамика**

### **II.1. Основы молекулярно-кинетической теории**

Основные положения молекулярно-кинетической теории и их опытное обоснование. Броуновское движение. Массы и размеры молекул. Моль вещества. Постоянная Авогадро. Характер движения молекул в газах, жидкостях и твердых телах.

Тепловое равновесие. Температура и ее физический смысл. Шкала температур Цельсия.

Идеальный газ. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории идеального газа. Средняя кинетическая энергия молекул и температура. Постоянная Больцмана. Абсолютная температурная шкала.

Уравнение Клапейрона-Менделеева (уравнение состояния идеального газа). Универсальная газовая постоянная. Изотермический, изохорный и изобарный процессы.

### **II.2. Элементы термодинамики**

Термодинамическая система. Внутренняя энергия системы. Количества теплоты и работа как меры изменения внутренней энергии. Теплоемкость тела. Понятие об адиабатическом процессе. Первый закон термодинамики. Применение первого закона термодинамики к изотермическому, изохорному и изобарному процессам. Расчет работы газа с помощью  $pV$ -диаграмм. Теплоемкость одноатомного идеального газа при изохорном и изобарном процессах.

Необратимость процессов в природе. Второй закон термодинамики. Физические основы работы тепловых двигателей. КПД теплового двигателя и его максимальное значение.

### **II.3. Изменение агрегатного состояния вещества**

Парообразование. Испарение, кипение. Удельная теплота парообразования. Насыщенный пар. Зависимость температуры кипения от давления.

Влажность. Относительная влажность.

Кристаллическое и аморфное состояние вещества. Удельная теплота плавления.

Уравнение теплового баланса.

### **II.4. Тепловое расширение твердых тел и жидкостей**

Тепловое линейное расширение. Тепловое объемное расширение.

## **III. Электродинамика**

### **III.1. Электростатика**

Электрические заряды. Элементарный электрический заряд. Закон сохранения электрического заряда. Взаимодействие электрически заряженных тел. Точечный заряд. Закон Кулона.

Электрическое поле. Напряженность электрического поля. Линии напряженности электрического поля (силовые линии). Однородное электрическое поле. Напряженность электростатического поля точечного заряда. Принцип суперпозиции полей.

Работа сил электростатического поля. Потенциал и разность потенциалов. Связь разности потенциалов с напряженностью электростатического поля. Потенциал поля точечного заряда. Эквипотенциальные поверхности.

Проводники и диэлектрики в электростатическом поле. Диэлектрическая проницаемость вещества. Емкость. Конденсаторы. Поле плоского конденсатора. Емкость плоского конденсатора. Последовательное и

параллельное соединение конденсаторов. Энергия заряженного конденсатора.

### **III.2. Постоянный ток**

Электрический ток. Сила тока. Условия существования постоянного тока в цепи. Электродвижущая сила (ЭДС). Напряжение. Измерение силы тока и напряжения.

Закон Ома для участка цепи. Омическое сопротивление проводника. Удельное сопротивление. Зависимость удельного сопротивления от температуры.

Последовательное и параллельное соединение проводников.

Закон Ома для полной цепи. Источники тока, их соединение.

Работа и мощность тока. Закон Джоуля-Ленца.

Электрический ток в металлах.

Электрический ток в электролитах. Законы электролиза.

Электрический ток в вакууме. Термоэлектронная эмиссия. Электронная лампа - диод.

Электронно-лучевая трубка.

Полупроводники. Собственная и примесная проводимость полупроводников.

Зависимость проводимости полупроводников от температуры. *p-n*-переход и его свойства. Полупроводниковый диод. Транзистор.

Электрический ток в газах. Самостоятельный и несамостоятельный разряды. Понятие о плазме.

### **III.3. Магнетизм**

Магнитное поле. Действие магнитного поля на рамку с током. Индукция магнитного поля (магнитная индукция). Линии магнитной индукции. Картины линий индукции магнитного поля прямого тока и соленоида. Понятие о магнитном поле Земли.

Сила, действующая на проводник с током в магнитном поле. Закон Ампера.

Действие магнитного поля на движущийся заряд. Сила Лоренца.

Магнитные свойства вещества. Гипотеза Ампера. Ферромагнетики.

### **III.4. Электромагнитная индукция**

Магнитный поток. Опыты Фарадея. Явление электромагнитной индукции. Вихревое электрическое поле. Закон электромагнитной индукции. Правило Ленца.

Самоиндукция. Индуктивность. ЭДС самоиндукции.

Энергия магнитного поля.

### **III.5. Электромагнитные колебания и волны**

Переменный электрический ток. Амплитудное и действующее (эффективное) значение периодически изменяющегося напряжения и тока.

Получение переменного тока с помощью индукционных генераторов. Трансформатор. Передача электрической энергии.

Колебательный контур. Свободные электромагнитные колебания в контуре.

Превращения энергии в колебательном контуре. Уравнение, описывающее процессы в колебательном контуре, и его решение. Формула Томсона для периода колебаний.

Затухающие электромагнитные колебания.

Вынужденные колебания в электрических цепях. Активное, емкостное и индуктивное сопротивления в цепи гармонического тока. Резонанс в электрических цепях.

Открытый колебательный контур. Опыты Герца. Электромагнитные волны. Их свойства. Шкала электромагнитных волн. Излучение и прием электромагнитных волн. Принципы радиосвязи.

## **IV. Оптика**

### **IV.1. Геометрическая оптика**

Развитие взглядов на природу света. Закон прямолинейного распространения света.

Понятие луча.

Интенсивность (плотность потока) излучения, световой поток. Освещенность.

Законы отражения света. Плоское зеркало. Построение изображений в плоском зеркале.

Законы преломления света. Абсолютный и относительный показатели преломления.

Ход лучей в призме. Явление полного (внутреннего) отражения.

Тонкие линзы. Фокусное расстояние и оптическая сила линзы.

Построение изображения в собирающих и рассеивающих линзах. Формула линзы.

Увеличение, даваемое линзами.

#### **IV.2. Элементы физической оптики**

Волновые свойства света. Электромагнитная природа света.

Скорость света в однородной среде. Дисперсия света. Инфракрасное и ультрафиолетовое излучения.

Интерференция света. Когерентные источники. Условия образования максимумов и минимумов в интерференционной картине.

Дифракция света. Опыт Юнга. Дифракционная решетка.

Корпускулярные свойства света. Постоянная Планка. Фотоэффект. Законы фотоэффекта. Фотон. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта.

Давление света.

Постулаты теории относительности (Постулаты Эйнштейна). Связь между массой и энергией.

#### **V. Атом и атомное ядро**

Опыты Резерфорда по рассеянию  $\alpha$ -частиц. Планетарная модель атома. Квантовые постулаты Бора. Испускание и поглощение энергии атомом. Непрерывный и линейчатый спектры. Спектральный анализ.

Экспериментальные методы регистрации заряженных частиц: камера Вильсона, счетчик Гейгера, пузырьковая камера, фотоэмульсионный метод.

Состав ядра атома. Изотопы. Энергия связи атомных ядер. Понятие о ядерных реакциях. Радиоактивность. Виды радиоактивных излучений и их свойства. Цепные ядерные реакции. Термоядерная реакция.

### **III. Критерии оценивания знаний кандидатов при проведении вступительного испытания**

За верно выполненное задание первой части абитуриент получает от 3 до 5 баллов. Максимальное количество баллов ставится в случае, когда приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы:

- правильно записаны формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом;
- проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ (с указанием единиц измерения). При этом допускается решение «по частям» (с промежуточными вычислениями).

Максимальная сумма, которую сможет получить абитуриент за все задания первого раздела, – 59 баллов.

Задание второго раздела оценивается от 7 до 9 баллов. Максимальное количество баллов ставится в случае, когда приведено полное правильное решение, включающее

правильный ответ. Максимальная сумма, которую сможет получить абитуриент за задания второго раздела, – 41 балл.

#### IV. Образец заданий вступительного испытания

##### Часть 1

1. Тело движется равноускоренно с некоторой начальной скоростью. Определите ускорение тела, если за время 2 с оно прошло путь 16 м и его скорость в 3 раза больше начальной.

2. Найдите силу, под действием которой пружина жесткостью 100 Н/м удлинится на 2 см.

3. Брусок массой 250 г скользит по столу без трения под воздействием горизонтально приложенной силы с постоянным ускорением  $5 \text{ м/с}^2$ . Найдите приложенную к нему силу.

4. Под действием силы тяги в 800 Н мотоцикл движется с постоянной скоростью 36 км/ч. Найдите мощность силы тяги.

5. Космонавт массой  $m$  вышел из люка космического корабля и, оттолкнувшись от корабля, приобрел скорость  $V$ . Какой по модулю импульс приобрел в результате такого взаимодействия космический корабль, если его масса в 100 раз больше массы космонавта?

6. В баллоне содержится газ объемом  $V=3\text{м}^3$  при температуре  $T=450 \text{ К}$  и давлении  $p = 2 \cdot 10^5 \text{ Па}$ . Найдите объем газа при температуре  $T_0=300 \text{ К}$  и давлении  $p_0=105 \text{ Па}$ .

7. Газ, массой 58,5 г, находится в сосуде объемом 5 л. Концентрация молекул  $2,2 \cdot 10^{26} \text{ м}^{-3}$ . Какой это газ?

8. Внутренняя энергия идеального одноатомного газа  $U=300 \text{ Дж}$ . Газ занимает объем  $V=2 \text{ л}$ . Найдите давление газа.

9. Найдите напряженность в точке, отстоящей на 5 см от положительного заряда, величина которого  $4 \cdot 10^{-10} \text{ Кл}$ .

10. Сила тока в проводнике возрастает от 0 до 2 А за 5 секунд. Определите заряд, прошедший по проводнику.

11. Определите ток и сопротивление электрического утюга, рассчитанного на напряжение 220 В, мощностью 1 кВт.

12. Протон и  $\alpha$  – частица ускоряются из состояния покоя в электрическом поле и, попадая в однородное магнитное поле, движутся по окружностям. Протон движется по окружности радиусом  $R$ , каков радиус окружности движения  $\alpha$  – частицы.

13. Материальная точка совершает гармонические колебания, уравнение которых имеет вид:  $x=50\sin 100\pi t$  (длина выражена в миллиметрах, время – в секундах). Определить амплитуду, начальную фазу, фазу колебаний, частоту и период колебаний. Найти смещение  $x_1$  для фазы  $\varphi_1=2\pi/9$ .

14. Под каким углом преломится луч света, падающий на границу раздела воздух-среда под углом 30 градусов? Показатель преломления среды 1,25.

15. Найти линейное увеличение линзы и размер получаемого изображения, если линейный размер предмета равен 3 см, расстояние от предмета до линзы 5 см, а расстояние от линзы до изображения 10 см.

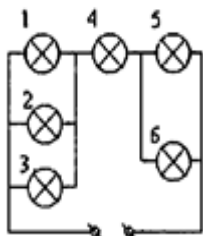
##### Часть 2

16. Два одинаковых груза массой 100 г каждый подвешены на концах невесомой и нерастяжимой нити, перекинутой через невесомый блок с неподвижной осью. На один из них кладут перегрузок массой 20 г, после чего система приходит в движение.

Найдите модуль силы  $F$ , действующей на ось блока во время движения грузов. Трением пренебречь.

17. Смесь из свинцовых и алюминиевых опилок с общей массой 150г и температурой 1000 градусов С погружена в калориметр с водой, температура которой 150 градусов С, а масса 230г. Окончательная температура установилась 200 градусов С. Теплоемкость калориметра 42Дж/К. Сколько свинца и алюминия было в смеси?

18. Шесть одинаковых лампочек включены в цепь по схеме, изображенной на рисунке. Какая из них горит ярче всех? Какая слабее? Почему?



19. До какого максимального заряда можно зарядить покрытый селеном шар радиусом 5 см, облучая его светом с длиной волны 120 нм, если работа выхода из селена равна  $9 \cdot 10^{-19}$  Дж?

20. В какой изотоп превратился радиоактивный уран  ${}_{92}\text{U}^{235}$ , испытав семь  $\alpha$ -распадов и четыре  $\beta$ -распада?