

**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ по
ФИЗИКЕ**
для поступающих на 1-й курс на основные образовательные программы
бакалавриата и программы подготовки специалиста
по результатам вступительных испытаний, проводимых СПбГУ
самостоятельно

Раздел I. Основные вопросы и темы.

1. МЕХАНИКА

1.1 КИНЕМАТИКА

Механическое движение. Система отсчета. Материальная точка. Траектория. Путь и перемещение. Скорость и ускорение. Равномерное и равноускоренное прямолинейное движение. Относительность движения. Сложение скоростей.

Графическое представление движения. Графики зависимости кинематических величин от времени при равномерном и равноускоренном движении. Свободное падение. Ускорение свободного падения. Движение тела, брошенного под углом α к горизонту.

Равномерное движение по окружности. Линейная и угловая скорости. Ускорение при равномерном движении тела по окружности (центростремительное ускорение).

Твёрдое тело. Поступательное и вращательное движение твёрдого тела.

1.2 ДИНАМИКА

Первый закон Ньютона. Инерциальная система отсчета. Принцип относительности Галилея. Масса. Сила. Принцип суперпозиции сил. Второй закон Ньютона.

Третий закон Ньютона.

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

Сила упругости. Закон Гука. Сила трения. Трение покоя. Трение скольжения. Коэффициент трения.

Давление.

1.3 СТАТИКА

Момент силы относительно оси вращения.

Условия равновесия твёрдого тела в ИСО.

Закон Паскаля. Давление в жидкости, покоящейся в ИСО.

Закон Архимеда. Условие плавания тел.

1.4 ЗАКОНЫ СОХРАНЕНИЯ В МЕХАНИКЕ

Импульс материальной точки.

Импульс системы тел.

Закон изменения и сохранения импульса.

Работа силы на малом перемещении.

Мощность силы.

Кинетическая энергия материальной точки. Закон изменения кинетической энергии системы материальных точек.

Потенциальная энергия. Потенциальная энергия деформированной пружины. Потенциальная энергия тела в однородном поле тяжести.

Закон изменения и сохранения энергии в механике.

1.5 МЕХАНИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ

Гармонические колебания. Амплитуда, частота, период и фаза колебаний.

Пружинный и математический маятники, период их колебаний.

Превращения энергии при колебаниях.

Связь амплитуды колебаний с амплитудами колебаний её скорости и ускорения.

Вынужденные колебания. Резонанс. Резонансная кривая.

Поперечные и продольные волны. Скорость распространения и длина волны.

Интерференция и дифракция волн.

Звук. Скорость звука.

2. МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА. ТЕРМОДИНАМИКА

2.1 МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА

Модели строения газов, жидкостей и твёрдых тел. Основные положения молекулярно-кинетической теории (МКТ).

Количество вещества, число Авогадро, молярная масса 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.

Уравнение $p = nkT$.

Уравнение Менделеева Клапейрона.

Закон Дальтона для давления смеси разреженных газов.

Изопрцессы в разреженном газе с постоянным числом частиц. Графическое представление изопрцессов на p - V , p - T и V - T диаграммах.

Насыщенные и ненасыщенные пары. Качественная зависимость плотности и давления насыщенного пара от температуры. Абсолютная и относительная влажность.

Изменение агрегатных состояний вещества: испарение и конденсация, кипение жидкости, плавление и кристаллизация.

2.2 ТЕРМОДИНАМИКА

Тепловое равновесие и температура.

Внутренняя энергия. Внутренняя энергия идеального газа.

Теплопередача как способ изменения внутренней энергии без совершения работы. Конвекция, теплопроводность, излучение.

Количество теплоты. Удельная теплоемкость вещества. Удельные теплоты парообразования, плавления вещества и сгорания топлива. Преобразование энергии в фазовых переходах. Уравнение теплового баланса.

Элементарная работа в термодинамике. Вычисление работы по графику процесса на p - V диаграмме.

Первый закон термодинамики. Адиабата.

Второй закон термодинамики. Необратимость тепловых процессов.

Принцип действия тепловых машин. КПД тепловой машины и его максимальное значение. Цикл Карно.

3. ЭЛЕКТРОДИНАМИКА

3.1 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. Напряжённость электрического поля. Поле точечного заряда, однородное поле. Картины линий этих полей.

Принцип суперпозиции электрических полей.

Потенциальность электростатического поля. Потенциал электростатического поля. Потенциальная энергия заряда в электростатическом поле. Разность потенциалов и напряжение. Связь напряжённости поля и разности потенциалов для однородного электростатического поля.

Проводники в электрическом поле. Условие равновесия зарядов.

Диэлектрики в электрическом поле. Диэлектрическая проницаемость.

Конденсатор. Емкость конденсатора. Емкость плоского конденсатора.

Параллельное и последовательное соединение конденсаторов.

Энергия заряженного конденсатора.

3.2 ЗАКОНЫ ПОСТОЯННОГО ТОКА

Электрический ток. Сила тока. Постоянный ток.

Условия существования электрического тока. Напряжение U и электродвижущая сила (ЭДС).

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.

Работа и мощность тока. Закон Джоуля– Ленца.

Свободные носители электрических зарядов в проводниках. Механизмы проводимости твёрдых металлов, растворов и расплавов электролитов, газов. Полупроводники. Полупроводниковый диод.

3.3 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.

Сила Ампера, её направление и величина.

Сила Лоренца, её направление и величина.

Электромагнитная индукция. Магнитный поток. Закон электромагнитной индукции. Правило Ленца. Вихревое электрическое поле. Явление самоиндукции. Индуктивность. Энергия магнитного поля.

3.4 ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ ИНДУКЦИЯ

Поток вектора магнитной индукции.

Явление электромагнитной индукции. ЭДС индукции.

Закон электромагнитной индукции Фарадея.

Правило Ленца.

ЭДС индукции в прямом проводнике, движущемся в однородном магнитном поле.

Индуктивность. Самоиндукция. ЭДС самоиндукции.

Энергия магнитного поля катушки с током.

3.5 ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ

Колебательный контур. Свободные электромагнитные. 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.

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

Шкала электромагнитных волн. Применение электромагнитных волн в технике и быту.

3.6 ОПТИКА

Прямолинейное распространение света в однородной среде. Луч света.

Законы отражения света.

Построение изображений в плоском зеркале.

Законы преломления света.

Абсолютный и относительный показатели преломления.

Абсолютный показатель преломления.

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

Полное внутреннее отражение. Предельный угол полного внутреннего отражения.

Собирающие и рассеивающие линзы. Тонкая линза. Фокусное расстояние и оптическая сила тонкой 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 в интерференционной картине от двух синфазных когерентных источников.

Дифракция света. Дифракционная решётка. Условие наблюдения главных максимумов при нормальном падении монохроматического света с длиной волны λ на решётку с периодом d .

4 ОСНОВЫ СПЕЦИАЛЬНОЙ ТЕОРИИ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ

Инвариантность модуля скорости света в вакууме. Принцип относительности Эйнштейна.

Энергия и импульс свободной частицы.

Связь массы и энергии свободной частицы. Энергия покоя свободной частицы.

5 КВАНТОВАЯ ФИЗИКА

5.1 КОРПУСКУЛЯРНО-ВОЛНОВОЙ ДУАЛИЗМ

Гипотеза М. Планка о квантах. Формула Планка.

Фотоны. Энергия и импульс фотона.

Фотоэффект. Опыты А.Г. Столетова. Законы фотоэффекта.

Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта.

Волновые свойства частиц. Волны де Бройля. Длина волны де Бройля движущейся частицы. Корпускулярно-волновой дуализм. Дифракция электронов на кристаллах.

Давление света. Давление света на полностью отражающую поверхность и на полностью поглощающую поверхность.

5.2 ФИЗИКА АТОМА

Планетарная модель атома.

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

Линейчатые спектры. Спектр уровней энергии атома водорода.

Лазер.

5.3 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, электронный и позитронный бета-распад, гамма-излучение.

Закон радиоактивного распада.

Ядерные реакции. Деление и синтез ядер.

6 ФИЗИЧЕСКИЙ ЭКСПЕРИМЕНТ

Планирование эксперимента.

Показания измерительных приборов.

Преставление результатов эксперимента с помощью таблиц и графиков.

Погрешность прямых и косвенных экспериментов.

Раздел II. Организационно-методический раздел.

1. На выполнение всей экзаменационной работы отводится 3 часа 55 минут (235 минут).

Примерное время на выполнение заданий экзаменационной работы составляет:

- для каждого задания с кратким ответом – 2–5 минут;
- для каждого задания с развёрнутым ответом – от 5 до 20 минут.

8. Дополнительные материалы и оборудование:

Допускается использование **непрограммируемого** калькулятора (для каждого участника экзамена) с возможностью вычисления тригонометрических (\cos , \sin , tg), обратных им функций и др. алгебраических функций, а также линейка.

Экзаменационные задания разбиты на две части. Для задач из первой части (задачи 1-23) необходимо привести только ответ, который заносится в бланк ответов. В случае, если экзамен проводится с использованием компьютера, ответы также вносятся в соответствующие поля экзаменационной системы.

Для задач из второй части (24-30) необходимо привести полное решение с пояснениями. Развернутое решение предполагает наличие всех необходимых формул с их обоснованием и последовательными преобразованиями, ведущими к численному ответу. В решении желательно (в некоторых задачах это необходимо) использование рисунков. В решении задания 30 необходимо также обосновать применимость используемых законов к решению задачи.

Раздел III. Основная и дополнительная литература.

Основная литература

1. Рымкевич А.П. Сборник задач по физике. М. Просвещение, 2013.
2. Кондратьев А.С. Физика (в 2-х томах, 3-х частях). СПб. «Специальная литература», 1999.
3. Физика-10 (под ред. А.А. Пинского, О.Ф. Кабардина). М. Просвещение, 2011.
4. Физика-11 (под ред. А.А. Пинского, О.Ф. Кабардина). М. Просвещение, 2011
5. Гольдфарб Н.И. Физика Задачник 10-11 классы. Дрофа, 2013
6. Г.А. Бендриков, Б.Б. Буховцев, В.В. Керженцев, Г.Я. Мякишев, Задачи по физике для поступающих в ВУЗы. – М., изд. фирма «Физико-математическая литература», 1995.
7. Демонстрационные варианты контрольных измерительных материалов ЕГЭ 2022, 2023 гг.
8. Кодификатор проверяемых требований к результатам освоения основной образовательной программы среднего общего образования и элементов содержания для проведения единого государственного экзамена по физике 2022, 2023 гг.

Дополнительная литература

9. Кондратьев А.С., Уздин В.М. Физика. Сборник задач (для углубленного изучения). М. Физматлит, 2005.
10. Сборник задач по физике под ред. С.М. Козела. М. Наука, 1983. Есть много других более поздних вариантов этого задачника.
11. Слободецкий И.Ш., Асламазов Л.Г. Задачи по физике. Библиотечка «Квант», выпуск 5. М. Наука, 1980. Есть переиздания.
12. Ландсберг Г.С. Элементарный учебник физики. В 3-х т.
13. Роджерс Э. Физика для любознательных. В 3-х т. – М.: Мир, 1972.
14. Задачи по физике (под ред. О.Я. Савченко). – М., «Наука», гл. ред. физ.-мат. литературы, 1988.
15. Волькенштейн В.С., Сборник задач по общему курсу физики. М., Наука, 1985.
16. Горелик Г.С., Колебания и волны. М., Наука, 1959.
17. Пейн Г., Физика колебаний и волн. М., Мир, 1979.
18. Бутиков Е.И. Оптика. М., Высшая школа, 1986 и более поздние изд.
19. С.Н. Манида, Физика. Решение задач повышенной сложности. По материалам городских олимпиад школьников. Изд. СПбГУ, 2004.

Раздел IV. Критерии оценивания.

Правильные ответы на каждое из заданий 3–5, 9–11, 14–16, 20, 22 и 23 оцениваются 1 баллом. Эти задания считаются выполненными верно, если правильно указаны требуемые число или два числа.

Ответы на каждое из заданий 7, 8, 13, 18, 19 и 21 оцениваются 2 баллами, если верно указаны оба элемента ответа, 1 баллом, если допущена ошибка в указании одного из элементов ответа, и 0 баллов, если допущены две ошибки или ответ отсутствует. Если указано более двух элементов (в том числе, возможно, и правильные), то ставится 0 баллов.

Ответ на задание 2 оценивается 2 баллами, если верно указаны три элемента ответа, 1 баллом, если допущена ошибка в указании одного из элементов ответа, и 0 баллов, если допущены две ошибки или ответ отсутствует. Если указано более трёх элементов (в том числе, возможно, и правильные), то ставится 0 баллов.

Ответы на каждое из заданий 1, 6, 12 и 17 оцениваются 2 баллами, если указаны все верные элементы ответа, 1 баллом, если допущена одна ошибка (в том числе указана одна лишняя цифра наряду со всеми верными элементами или не записан один элемент ответа), 0 баллов, если допущены две ошибки или ответ отсутствует.

Проверка выполнения заданий части 2 проводится экспертами на основе приведенных ниже критериев. Максимальный первичный балл за выполнение каждого из заданий с развёрнутым ответом 25 и 26 составляет 2 балла, заданий 24, 27- 29 составляет 3 балла, задания 30 – 4 балла.

Критерии оценивания заданий из второй части:

Задание 24

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ и исчерпывающие верные рассуждения с прямым указанием наблюдаемых явлений и законов.	3
Дан правильный ответ, и приведено объяснение, но в решении имеется один или несколько из следующих недостатков: В объяснении не указано или не использованы одно из физических явлений, свойств, определений или один из законов (формул), необходимых для полного верного объяснения. (Утверждение, лежащее в основе объяснения, не подкреплено соответствующим законом, свойством, явлением, определением и т.п.) И (ИЛИ) Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но в них содержится один логический недочёт. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты. И (ИЛИ) В решении имеется неточность в указании на одно из физических явлений, свойств, определений, законов (формул), необходимых для полного верного объяснения	2
Представлено решение, соответствующее <u>одному</u> из следующих случаев. Дан правильный ответ на вопрос задания, и приведено объяснение, но в нём не указаны два явления или физических закона, необходимых для полного верного объяснения. ИЛИ Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, направленные на получение ответа на вопрос задания, не доведены до конца. ИЛИ Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, <u>приводящие к ответу</u> , содержат ошибки. ИЛИ Указаны не все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеются верные рассуждения, направленные на решение задачи	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0

Задания 25 и 26

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
---	--------------

<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом;</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (<i>за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов</i>);</p> <p>III) представлены необходимые математические преобразования и расчёты (подстановка числовых данных в конечную формулу), приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</p>	2
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены преобразования, направленные на решение задачи, но имеется один или несколько из следующих недостатков:</p> <p>Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют. И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты. И (ИЛИ)</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/ вычислениях пропущены логически важные шаги. И (ИЛИ)</p> <p>Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1 или 2 балла</p>	0

Задание 27-29

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом;</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (<i>за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов</i>);</p> <p>III) представлены необходимые математические преобразования и расчёты (подстановка числовых данных в конечную формулу), приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</p>	3
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования, но имеется один или несколько из следующих недостатков:</p> <p>Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют. И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты. И (ИЛИ)</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/ вычислениях пропущены логически важные шаги. И (ИЛИ)</p> <p>Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)</p>	2
<p>Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> из следующих случаев. Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение</p>	1

<p>которых необходимо для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи</p>	
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0

Задание 30

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Критерий 1	
Верно обоснована возможность использования законов (закономерностей).	1
В обосновании возможности использования законов (закономерностей) допущена ошибка. ИЛИ Обоснование отсутствует	0
Критерий 2	
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом;</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (<i>за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов</i>);</p> <p>III) представлены необходимые математические преобразования и расчёты (подстановка числовых данных в конечную формулу), приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</p>	3
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования, но имеется один или несколько из следующих недостатков:</p> <p>Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/ вычислениях пропущены логически важные шаги.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)</p>	2
<p>Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев.</p> <p>Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи</p>	1

Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла

0

Баллы, полученные в каждой части, суммируются. Максимальное количество первичных баллов за всю работу – 54. Перевод первичного результата в 100-балльную шкалу производится согласно Таблице 1.

Таблица 1. Перевод первичного балла в тестовый балл ФИЗИКА

Первичный балл	Тестовый балл
0	0
1	4
2	8
3	11
4	15
5	18
6	22
7	26
8	29
9	33
10	36
11	38
12	39
13	40
14	41
15	42
16	43
17	44
18	45
19	46
20	47
21	48
22	49
23	51
24	52
25	53
26	54
27	55
28	56
29	57
30	58
31	59
32	60
33	61
34	62
35	64
36	66
37	68
38	70
39	72
40	74
41	76
42	78
43	80
44	81

45	83
46	85
47	87
48	89
49	91
50	93
51	95
52	97
53	99
54	100

Раздел V. Образец задания.

Демонстрационный вариант экзаменационного задания

Вариант состоит из двух частей. Для задач из первой части (задачи 1-23) необходимо привести только ответ, который заносится в бланк ответов и/или в компьютерную систему проверки. Для задач из второй части (24-30) необходимо привести полное решение с пояснениями.

Бланк ответов на задачи 1-23

№ задачи	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
Ответ								

№ задачи	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.
Ответ								

№ задачи	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.
Ответ							

ЧАСТЬ 1 (привести только ответы)

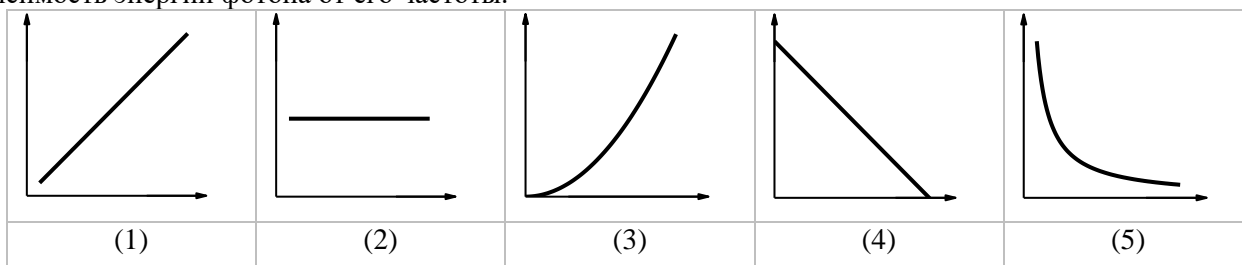
1. Выберите **все** верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) Потенциальная энергия тела зависит от его массы и скорости движения тела.
- 2) Хаотическое тепловое движение частиц тела прекращается при достижении термодинамического равновесия.
- 3) В растворах или расплавах электролитов электрический ток представляет собой упорядоченное движение ионов, происходящее на фоне их теплового хаотического движения.
- 4) При преломлении электромагнитных волн на границе двух сред длина волны остаётся неизменной величиной.
- 5) В процессе позитронного бета-распада происходит выбрасывание из ядра позитрона, возникшего из-за самопроизвольного превращения протона в нейтрон.

В бланк ответов запишите цифры без пробела и запятой.

2. Даны следующие зависимости величин:

- А) зависимость модуля импульса равномерно движущегося тела от времени;
- Б) зависимость давления идеального газа от его объёма при изотермическом процессе;
- В) зависимость энергии фотона от его частоты.



Установите соответствие между этими зависимостями и видами графиков, обозначенных цифрами 1–5. Для каждой зависимости А–В подберите соответствующий вид графика и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. Цифры в ответе могут повторяться.

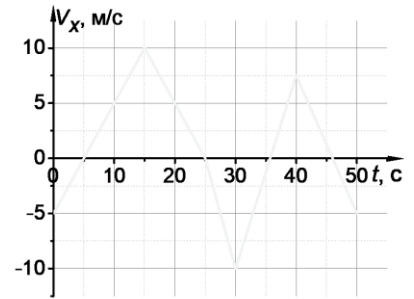
А	Б	В
---	---	---

--	--	--

В бланк ответов запишите цифры из таблицы без пробелов и запятых.

3. По имеющемуся графику зависимости проекции скорости V_x от времени t движения тела определите максимальный модуль проекция ускорения?

Ответ дайте в м/с^2 .



4. Тело движется в инерциальной системе отсчёта. На тело действуют постоянная сила F . Чему она равна, если за 2 секунды движения изменение импульса тела по модулю равно $10 \text{ кг}\cdot\text{м/с}$?

5. На рычаг действуют две силы, при этом находится в равновесии. Момент первой силы относительно оси вращения рычага равен $15 \text{ Н}\cdot\text{м}$. Найдите величину второй силы, если её плечо относительно этой же оси равно $0,25 \text{ м}$ и рычаг. Ответ дайте в ньютонах.

6. В лаборатории исследовали прямолинейное движение тела. В таблице приведена экспериментально полученная зависимость пройденного телом пути от времени t . Выберите все верные утверждения, соответствующие результатам эксперимента.

$t, \text{ с}$	0	1	2	3	4	5
$s, \text{ м}$	0	3	6	9	12	15

- 1) Тело всё время двигалось равноускоренно.
- 2) Тело всё время двигалось равномерно.
- 3) За каждую секунду пройденный телом путь увеличивался на 3 м .
- 4) Скорость тела была всё время постоянна и равна 3 м/с .
- 5) Ускорение тела было всё время постоянно и равно 3 м/с^2 .

В бланк ответов запишите цифры без пробелов и запятых.

7. Тело бросили сначала под углом α к горизонту. Затем из той же точки с той же по модулю скоростью его бросили еще раз под углом $\beta > \alpha$ к горизонту. При этом оказалось, что тело упало на горизонтальную поверхность на таком же расстоянии от точки бросания, как и в первый раз. Как изменились максимальная высота подъема и время полета тела? Сопротивлением воздуха пренебречь.

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Максимальная высота подъема	Время полета тела

В бланк ответов запишите две цифры из таблицы без пробела и запятой.

8. В жидкости плотностью ρ плавает тело массой m и объёмом V . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите

соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

ФОРМУЛА

- А) Модуль действующей на тело силы Архимеда
- Б) Объём погружённой части тела

- 1) $\rho g V$
- 2) mg/V
- 3) mg
- 4) m/ρ

Запишите в ответ цифры, расположив их в порядке, соответствующем буквам:

А	Б

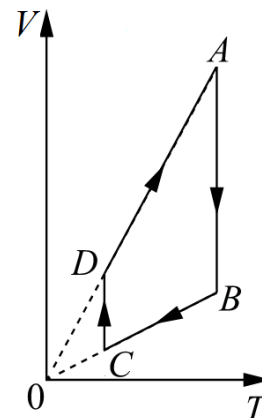
В бланк ответов запишите две цифры из таблицы без пробела и запятой.

9. При увеличении абсолютной температуры на 750 К средняя квадратичная скорость теплового движения молекул гелия изменилась в 2 раза. Какова начальная температура газа? *Ответ дайте в кельвинах.*

10. В закрытом поршнем сосуде находится водяной пар при температуре 373 К и давлении 30 кПа. Каково будет давление в сосуде, если объём пара изотермически уменьшить в 4 раза? *Ответ выразите в МПа и округлите до сотых.*

11. Идеальный тепловой двигатель имеет в качестве нагревателя открытый сверху резервуар с кипящей водой, а в качестве холодильника – сосуд с тающим льдом. Атмосферное давление равно 10^5 Па. Какая масса льда растает при совершении машиной работы 1 МДж? Удельная теплота плавления льда 330 кДж/кг. *Ответ в кг округлите до десятых.*

12. На рисунке показан график циклического процесса, проведённого с одноатомным идеальным газом, в координатах $V-T$, где V — объём газа, T — абсолютная температура газа. Количество вещества газа постоянно. Из приведённого ниже списка выберите два правильных утверждения, характеризующих процессы на графике.



- 1) Газ за цикл совершает отрицательную работу.
- 2) В процессе AB газ получает положительное количество теплоты.
- 3) В процессе CD внутренняя энергия газа остаётся неизменной.
- 4) В процессе DA газ изотермически расширяется.
- 5) В процессе CD над газом совершают положительную работу внешние силы.

Запишите в таблицу выбранные номера правильных утверждений.

--	--

В бланк ответов запишите две цифры из таблицы без пробела и запятой.

13. В закрытом сосуде с жёсткими стенками находится 2 моля гелия. Из сосуда выпускают половину газа и добавляют в сосуд 1 моль аргона, поддерживая температуру неизменной.

Определите, как в результате этого изменяются следующие физические величины: внутренняя энергия газа в сосуде, удельная теплоёмкость содержимого сосуда. Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

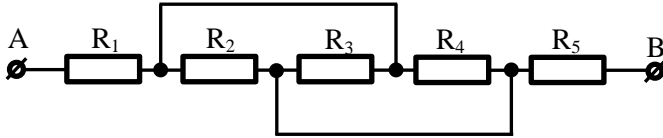
- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

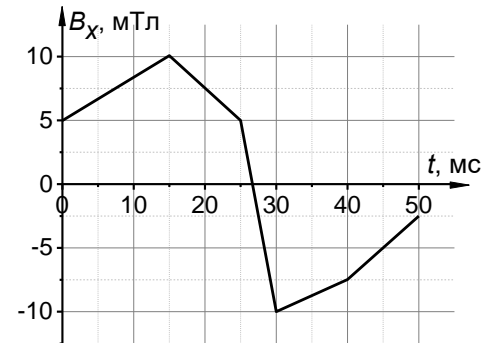
Внутренняя энергия газа в сосуде	Удельная теплоемкость содержимого сосуда

В бланк ответов запишите две цифры из таблицы без пробела и запятой.

14. Найти сопротивление электрической цепи между точками А и В, если $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = R_5 = 3 \text{ Ом}$. *Ответ выразить в омах.*



15. Проводящий проволочный виток в форме квадрата с периметром 40 см имеет сопротивление 0,5 Ом. Он находится в однородном магнитном поле. На рисунке представлена зависимость от времени проекции вектора магнитной индукции на ось x перпендикулярную плоскости витка. Найти минимальную по модулю силу тока в витке. *Ответ выразите в миллиамперах.*

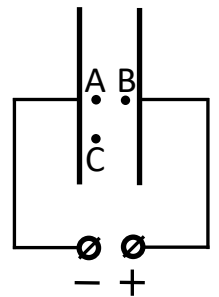


16. Свет идет из вещества, где скорость света $v_1 = 2,2 \cdot 10^8 \text{ м/с}$ в вещество, где скорость света $v_2 = 2,8 \cdot 10^8 \text{ м/с}$. Чему равен **косинус** предельного угла полного внутреннего отражения? *Ответ округлить до сотых.*

17. Плоский конденсатор с расстоянием между пластинами равным d подключен к источнику постоянного напряжения (см. рисунок). Краевыми эффектами пренебречь.

Из приведённого ниже списка выберите **все** правильные утверждения.

- 1) Напряжённость электрического поля в точке А меньше, чем в точке В.
- 2) Потенциал электрического поля в точке В выше, чем в точке С.
- 3) Если уменьшить расстояние между пластинами d , то заряд правой пластины уменьшится.
- 4) Если пластины полностью погрузить в керосин, то энергия заряженного конденсатора уменьшится.
- 5) Если увеличить расстояние между пластинами d , то напряжённость электрического поля в точке В уменьшится.



В бланк ответов запишите цифры без пробелов и запятых.

18. Небольшой предмет расположен на главной оптической оси тонкой собирающей линзы между фокусом и линзой. Предмет начинают приближать к линзе. Как при этом меняются следующие три величины: размер изображения, расстояние от линзы до изображения, оптическая сила линзы? Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

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

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Размер изображения	Расстояние от линзы до изображения	Оптическая сила линзы

В бланк ответов запишите три цифры из таблицы без пробелов и запятых.

19. Идеальный колебательный контур состоит из катушки индуктивностью L и конденсатора емкостью C . При свободных электромагнитных колебаниях, происходящих в этом контуре, максимальный ток равен I . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ	ФОРМУЛЫ
А) Энергия, запасенная в колебательном контуре.	1) $\frac{LI^2}{2}$
Б) Максимальное напряжение на конденсаторе	2) $\frac{I^2}{2C}$
	3) $\frac{LI}{C}$
	4) $I\sqrt{\frac{L}{C}}$

А	Б

Запишите в ответ цифры, расположив их в порядке, соответствующем буквам.

20. 87,5% от изначально большого количества ядер радиоактивного изотопа йода распадается за 24 суток. Чему равен период полураспада этого изотопа? *Ответ дайте в сутках.*

21. В опыте Столетова на металлический катод направили пучок света от синего лазера, вызвав фотоэффект. Затем, не выключая первого лазера, на тот же катод направили луч от зеленого лазера. При этом длина волны для красной границы фотоэффекта больше длины волны зеленого света. Как меняются в результате включения второго лазера модуль запирающего напряжения и ток насыщения?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в ответ выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Модуль запирающего напряжения	Ток насыщения

В бланк ответов запишите две цифры из таблицы без пробела и запятой.

22. Чтобы измерить толщину проволоки, школьник плотно, виток к витку, намотал 50 витков этой проволоки на цилиндрический стержень. После этого он при помощи линейки с миллиметровыми делениями измерил длину участка стержня, обмотанного проволокой, и получил значение 3,0 см. Считая, что погрешность прямого измерения длины линейкой равна половине цены её деления, вычислите толщину проволоки и найдите погрешность определения этой толщины. Ответ приведите в мм. В ответе запишите значение и погрешность слитно без пробела.

23. Необходимо собрать экспериментальную установку, с помощью которой можно измерить сопротивление резистора. Для этого школьник взял исследуемый резистор, набор электрических проводов и вольтметр. Какие два предмета из приведённого ниже перечня оборудования необходимо дополнительно использовать для проведения этого эксперимента?

- 1) амперметр
- 2) резистор с известным сопротивлением
- 3) второй вольтметр

- 4) конденсатор
- 5) батарейка с неизвестным внутренним сопротивлением

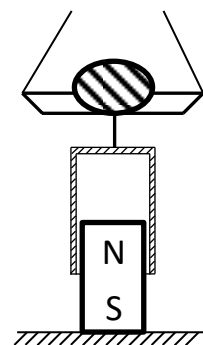
Запишите в таблицу выбранные номера верных ответов.

--	--

В бланк ответов запишите цифры без пробела и запятой.

ЧАСТЬ 2 (привести полное решение)

24. В технике и прецизионных приборах часто возникает задача погасить возникающие свободные колебания подвижных элементов конструкции, например, колебания чашек рычажных весов. Для этого используют специальное приспособление – демпфер. Принцип его действия основан на возникновении силы, тормозящей движение колеблющейся детали. Одной из возможных реализаций данного приспособления является магнитный демпфер, состоящий из неподвижно закрепленного постоянного магнита и проводящего цилиндра из неферромагнитного материала, соединенного с чашкой весов (см. рис.) Объясните на основе известных физических законов принцип действия магнитного демпфера.



25. Средняя плотность Меркурия равна средней плотности Земли, а его радиус составляет 0,4 радиуса Земли. Во сколько раз первая космическая скорость для Меркурия меньше, чем для Земли?
26. Катод из ниобия облучают светом частотой $\nu = 1,1 \cdot 10^{15}$ Гц. При этом максимальная кинетическая энергия вылетевших фотоэлектронов в два раза меньше, чем работа выхода для ниобия. Найдите частоту красной границы фотоэффекта для ниобия.
27. Цикл тепловой машины, рабочим веществом которой является один моль идеального одноатомного газа, состоит из изотермического расширения, изохорного охлаждения и адиабатического сжатия. В изохорном процессе температура газа понижается на ΔT , а работа, совершённая газом в изотермическом процессе, равна A . Определите КПД тепловой машины η .
28. К источнику тока с конечным внутренним сопротивлением $r = 2$ Ом и ЭДС $\mathcal{E} = 6$ В подключён реостат, сопротивление которого можно менять в пределах от 1 Ом до 5 Ом. Найдите максимальную тепловую мощность, выделяющаяся на реостате.
29. Светящаяся точка находится на расстоянии 2 см от главной оптической оси тонкой собирающей линзы. Расстояние от линзы до изображения этой точки в 3 раза больше, чем фокусное расстояние линзы. Определите, на каком расстоянии от главной оптической оси линзы находится изображение светящейся точки. *Ответ выразите в см.*
30. Маленький шар массой $M = 200$ г, закреплен на нижнем конце жесткого невесомого стержня длиной $l = 50$ см. Стержень может свободно вращаться без трения вокруг второго своего конца, шарнирно соединенного с горизонтальной осью. В шар попадает и застревает в нём горизонтально летящая пуля массой $m = 10$ г. При какой минимальной скорости пули шар после этого совершит полный оборот в вертикальной плоскости? Сопротивлением воздуха пренебречь.

Какие законы Вы использовали для решения задачи? Обоснуйте их применимость к данному случаю.