

**Сборник тренировочных материалов для подготовки
к государственной итоговой аттестации по ФИЗИКЕ
для слепых и поздноослепших обучающихся
по образовательным программам
СРЕДНЕГО общего образования**

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Тренировочные материалы предназначены для подготовки к единому государственному экзамену и государственному выпускному экзамену (в письменной форме) по физике. Тренировочные материалы состоят из четырёх разделов.

В разделе 1 проверяется материал по механике: кинематика, динамика, законы сохранения в механике, механические колебания и волны, элементы статики. Раздел 1 содержит 17 заданий. За верное выполнение каждого из заданий 1–7 и 12–14 выставляется по 1 баллу. Правильно выполненные задания 8–11 оцениваются следующим образом: 2 балла – нет ошибок; 1 балл – допущена одна ошибка; 0 баллов – допущены две ошибки или ответ отсутствует. Задания 15–17 оцениваются максимально в 3 балла в соответствии с критериями оценивания. Задания 1–15 могут быть включены как в экзаменационные материалы ГВЭ-11, так и в КИМ ЕГЭ; задания 16 и 17 используются только в КИМ ЕГЭ.

В разделе 2 проверяется освоение содержания по темам «Молекулярно-кинетическая теория» и «Термодинамика». Раздел 2 содержит 15 заданий. За верное выполнение каждого из заданий 1–6 и 10–12 выставляется по 1 баллу. Правильно выполненные задания 7–9 оцениваются в 2 балла или 1 балл, если допущена одна ошибка. Задания 13–15 оцениваются максимально в 3 балла в соответствии с критериями оценивания. Задания 1–13 могут быть включены как в экзаменационные материалы ГВЭ-11, так и в КИМ ЕГЭ; задания 14 и 15 используются только в КИМ ЕГЭ.

В раздел 3 включены задания по темам «Электростатика», «Постоянный электрический ток», «Магнитное поле», «Электромагнитная индукция», «Электромагнитные колебания и волны» и «Оптика». Раздел 3 содержит 17 заданий. За верное выполнение каждого из заданий 1–8 и 12–14 выставляется по 1 баллу. Правильно выполненные задания 9–11 оцениваются в 2 балла или 1 балл, если допущена одна ошибка. Задания 15–17 оцениваются максимально в 3 балла в соответствии с критериями оценивания. Задания 1–15 могут быть включены как в экзаменационные материалы ГВЭ-11, так и в КИМ ЕГЭ; задания 16 и 17 используются только в КИМ ЕГЭ.

В раздел 4 включены задания, оценивающие освоение знаний и умений по темам «Элементы СТО» и «Квантовая физика». Раздел 4 содержит 14 заданий. За верное выполнение каждого из заданий 1–8 и 12 выставляется по 1 баллу. Правильно выполненные задания 9–11 оцениваются в 2 балла или 1 балл, если допущена одна ошибка. Задания 13 и 14 оцениваются максимально в 3 балла в соответствии с критериями оценивания. Задания 1–12 могут быть включены как в экзаменационные материалы ГВЭ-11, так и в КИМ ЕГЭ; задания 13 и 14 используются только в КИМ ЕГЭ.

РАЗДЕЛ 1

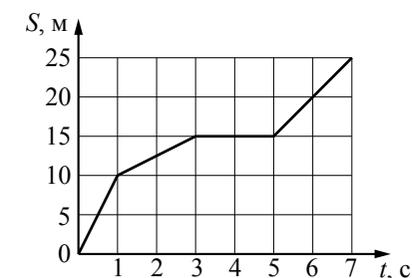
Ответом к заданиям 1–5 является одна цифра, а к заданиям 8–11 – последовательность двух цифр. Запишите одну или две цифры в поле ответа в тексте работы.

Ответ к заданиям 6, 7 и 12–14 в виде числа запишите в отведённом месте работы с учётом предложенных единиц измерения величины.

При выполнении заданий 15–17 с развёрнутым ответом используйте отдельный лист. Запишите сначала номер задания, а затем ответ на него.

1

На рисунке представлен график зависимости пути S , пройденного материальной точкой, от времени t . Определите интервал времени, когда точка двигалась со скоростью 2,5 м/с.



- 1) от 0 до 1 с
- 2) от 1 до 3 с
- 3) от 3 до 5 с
- 4) от 5 до 7 с

Ответ:

2

Мяч, неподвижно лежавший на полу вагона движущегося поезда, покатился влево, если смотреть по ходу поезда. Как изменилось движение поезда?

- 1) Поезд повернул влево.
- 2) Скорость поезда увеличилась.
- 3) Скорость поезда уменьшилась.
- 4) Поезд повернул вправо.

Ответ:

3 Если многократно сжимать пружину, то она нагревается. Как это можно объяснить?

- 1) Пружина нагревается в процессе ударов молекул воздуха о частицы вещества пружины.
- 2) Часть работы внешних сил переходит во внутреннюю энергию пружины.
- 3) Потенциальная энергия пружины переходит в кинетическую.
- 4) Кинетическая энергия пружины переходит в потенциальную.

Ответ:

4 Расстояние от спутника до центра Земли равно двум радиусам Земли. Во сколько раз изменится сила притяжения спутника к Земле, если расстояние от него до центра Земли станет равным четырём радиусам Земли?

- 1) уменьшится в 4 раза
- 2) увеличится в 4 раза
- 3) увеличится в 2 раза
- 4) уменьшится в 2 раза

Ответ:

5 Если массу груза пружинного маятника уменьшить в 4 раза, то период собственных малых колебаний маятника

- 1) увеличится в 2 раза
- 2) увеличится в 4 раза
- 3) уменьшится в 4 раза
- 4) уменьшится в 2 раза

Ответ:

6 Координата тела массой 10 кг, движущегося вдоль оси x , изменяется по закону $x = x_0 + v_x t$, где $x_0 = -10$ м; $v_x = -6$ м/с. Какова кинетическая энергия тела в момент времени $t = 4$ с?

Ответ: _____ Дж.

7 Сосновый брус объёмом $0,06 \text{ м}^3$ плавает в воде, погрузившись на $0,4$ своего объёма. Определите выталкивающую силу, действующую на брус.

Ответ: _____ Н.

8 Шарик, брошенный горизонтально с высоты H с начальной скоростью v_0 , за время t пролетел в горизонтальном направлении расстояние L . Что произойдёт с временем полёта и дальностью полёта, если на этой же установке уменьшить начальную скорость шарика в 2 раза? Сопротивлением воздуха пренебречь. Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

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

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

Время полёта	Дальность полёта

9 Массивный груз, подвешенный к потолку на пружине, совершает вертикальные свободные колебания. Пружина всё время остаётся растянутой. Как ведут себя потенциальная энергия пружины и кинетическая энергия груза, когда груз движется вниз от положения равновесия? 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.

Потенциальная энергия пружины	Кинетическая энергия груза

10

Грузовик массой m , движущийся по прямолинейному горизонтальному участку дороги со скоростью v , совершает торможение до полной остановки. При торможении колёса грузовика не вращаются. Коэффициент трения между колёсами и дорогой равен μ . 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.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

ФОРМУЛЫ

- | | |
|--|-------------------------|
| А) модуль силы трения, действующей на грузовик | 1) μmg |
| Б) тормозной путь грузовика | 2) μg |
| | 3) $\frac{v}{\mu g}$ |
| | 4) $\frac{v^2}{2\mu g}$ |

Ответ:

А	Б

11

В инерциальной системе отсчёта (ИСО) за время Δt под действием постоянной силы импульс тела массой m изменился на $\Delta \vec{p}$. 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.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

ФОРМУЛЫ

- | | |
|------------------------------|---------------------------------------|
| А) сила, действующая на тело | 1) $\frac{m\Delta \vec{p}}{\Delta t}$ |
| Б) ускорение тела в ИСО | 2) $\frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t}$ |
| | 3) $\frac{\Delta \vec{p}}{m\Delta t}$ |
| | 4) $\frac{m\Delta t}{\Delta \vec{p}}$ |

Ответ:

А	Б

12

Камень, брошенный с крыши дома почти вертикально вверх со скоростью 10 м/с, упал на землю через 3 с после броска. С какой высоты брошен камень? Сопротивление воздуха не учитывать.

Ответ: _____ м.

13

Два груза массами соответственно $M_1 = 2$ кг и $M_2 = 3$ кг, лежащие на гладкой горизонтальной поверхности, связаны невесомой и нерастяжимой нитью. На первый груз действует горизонтальная сила $F_1 = 20$ Н. Определите силу натяжения нити.

Ответ: _____ Н.

14

Горизонтальная невесомая пружина с жёсткостью $k = 1000$ Н/м находится в недеформированном состоянии. Один её конец закреплён, а другой касается бруска массой $M = 0,1$ кг, находящегося на горизонтальной поверхности. Брусок сдвигают, сжимая пружину, и отпускают. На какую длину Δx была сжата пружина, если после отпускания бруска его скорость достигла величины $v = 1$ м/с? Трение не учитывать.

Ответ: _____ м.

15

На полу теплоизолированного лифта стоит открытый сверху сосуд. В сосуде под тяжёлым подвижным поршнем находится одноатомный идеальный газ. Поршень находится в равновесии. Лифт начинает равноускоренно опускаться вниз. Опираясь на законы механики и молекулярной физики, объясните, куда сдвинется поршень относительно сосуда после начала движения лифта и как при этом изменится температура газа в сосуде. Трением между поршнем и стенками сосуда, а также утечкой газа из сосуда пренебречь.

16

На границе раздела двух несмешивающихся жидкостей, верхняя из которых имеет плотность $\rho_1 = 900$ кг/м³, а нижняя – $\rho_2 = 3\rho_1$, плавает шарик. Какой должна быть плотность шарика ρ , чтобы выше границы раздела жидкостей была одна треть его объёма?

17

Снаряд массой $2m$ разрывается в полёте на две равные части, одна из которых продолжает движение по направлению движения снаряда, а другая – в противоположную сторону. В момент разрыва суммарная кинетическая энергия осколков увеличивается за счёт энергии взрыва на величину ΔE . Модуль скорости осколка, движущегося по направлению движения снаряда, равен v_1 , а модуль скорости второго осколка равен v_2 . Найдите ΔE .

Ответы и критерии оценивания

№ задания	Ответ
1	2
2	4
3	2
4	1
5	4
6	180
7	240
8	32
9	12
10	14
11	23
12	15
13	12
14	0,01

15

На полу теплоизолированного лифта стоит открытый сверху сосуд. В сосуде под тяжёлым подвижным поршнем находится одноатомный идеальный газ. Поршень находится в равновесии. Лифт начинает равноускоренно опускаться вниз. Опираясь на законы механики и молекулярной физики, объясните, куда сдвинется поршень относительно сосуда после начала движения лифта и как при этом изменится температура газа в сосуде. Трением между поршнем и стенками сосуда, а также утечкой газа из сосуда пренебречь.

Возможное решение
<p>1. Поршень сдвинется вверх. Температура газа в сосуде понизится.</p> <p>2. Пусть масса поршня M, а площадь его основания S. Атмосферное давление над поршнем равно $p_{\text{атм}}$, первоначальное давление газа в сосуде равно p_1. Поскольку поршень первоначально находится в равновесии: $p_1 = p_{\text{атм}} + \frac{Mg}{S}$.</p> <p>3. При движении лифта с ускорением \vec{a}, направленным вниз, поршень сдвинется и займёт относительно сосуда новое положение равновесия, в котором давление газа в сосуде $p_2 = p_{\text{атм}} + \frac{M(g-a)}{S} < p_1$. Поскольку сосуд теплоизолирован и изменения числа частиц нет, уменьшение давления возможно только за счёт расширения газа. При этом газ совершает работу $A > 0$</p>

4. Поскольку сосуд теплоизолированный, газ, находящийся под поршнем, участвует в адиабатическом процессе. В этом случае, по первому закону термодинамики, газ совершает работу за счёт уменьшения внутренней энергии.

5. Уменьшение внутренней энергии газа повлечёт понижение его температуры ($\Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T$)

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае: <i>направление движения поршня, уменьшение температуры газа</i>, п. 1) и полное объяснение (п. 2–5) с указанием наблюдаемых явлений и законов (в данном случае: <i>второй закон Ньютона для движения поршня, совершение работы при расширении газа, первый закон термодинамики для адиабатического процесса, зависимость внутренней энергии газа от температуры</i>)</p>	3
<p>Дан правильный ответ, и приведено объяснение, но в решении имеются один или несколько из следующих недостатков: В объяснении не указано или не используется 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 (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.). И (ИЛИ) В решении имеется неточность в указании на одно из физических явлений, свойств, определений, законов (формул), необходимых для полного верного объяснения</p>	2
<p>Представлено решение, соответствующее одному 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,</p>	1

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	
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0

16

На границе раздела двух несмешивающихся жидкостей, верхняя из которых имеет плотность $\rho_1 = 900 \text{ кг/м}^3$, а нижняя - $\rho_2 = 3\rho_1$, плавает шарик. Какой должна быть плотность шарика ρ , чтобы выше границы раздела жидкостей была одна треть его объёма?

Возможное решение	
Шарик и жидкости неподвижны в ИСО, связанной с Землёй. В этом случае, как следует из второго закона Ньютона, сила Архимеда, действующая на шарик, уравнивает действующую на него силу тяжести: $\rho_1 V_1 g + \rho_2 V_2 g = \rho(V_1 + V_2)g$ (здесь V_1 и V_2 – соответственно объёмы шарика, находящиеся выше и ниже границы раздела). Отсюда:	
$\rho_1 \frac{V_1}{V_1 + V_2} + \rho_2 \frac{V_2}{V_1 + V_2} = \rho. \quad (1)$	
Доли объёма шарика, находящиеся выше и ниже границы раздела жидкостей, связаны соотношением	
$\frac{V_1}{V_1 + V_2} + \frac{V_2}{V_1 + V_2} = 1. \quad (2)$	
Решая систему уравнений (1)–(2), получаем:	
$\frac{V_1}{V_1 + V_2} = \frac{\rho_2 - \rho}{\rho_2 - \rho_1}.$	
По условию задачи $\frac{V_1}{V_1 + V_2} = \frac{1}{3}$, так что $\frac{\rho_2 - \rho}{\rho_2 - \rho_1} = \frac{1}{3}$, откуда	
$\rho = \frac{1}{3}(\rho_1 + 2\rho_2) = \frac{7}{3}\rho_1 = 2100 \text{ кг/м}^3.$	
Ответ: $\rho = 2100 \text{ кг/м}^3$	
Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>закон Архимеда и второй закон Ньютона</i>); II) описаны все <u>вновь</u> вводимые в решении буквенные обозначения	3

9

физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений величин, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов); III) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины	
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков: Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.). И (ИЛИ) В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги. И (ИЛИ) Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)	2
Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> из следующих случаев. 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, и получение ответа. ИЛИ 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. ИЛИ 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	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0

10

Снаряд массой $2m$ разрывается в полёте на две равные части, одна из которых продолжает движение по направлению движения снаряда, а другая – в противоположную сторону. В момент разрыва суммарная кинетическая энергия осколков увеличивается за счёт энергии взрыва на величину ΔE . Модуль скорости осколка, движущегося по направлению движения снаряда, равен v_1 , а модуль скорости второго осколка равен v_2 . Найдите ΔE .

Возможное решение	
<p>Введём обозначение: v_0 – модуль скорости снаряда до разрыва. Система уравнений для решения задачи:</p> $\begin{cases} 2mv_0 = mv_1 - mv_2; \\ mv_0^2 + \Delta E = \frac{mv_1^2}{2} + \frac{mv_2^2}{2}. \end{cases}$ <p>Выразим v_0 из первого уравнения: $v_0 = \frac{v_1 - v_2}{2}$ – и подставим во второе уравнение. Получим: $\frac{4\Delta E}{m} = (v_1 + v_2)^2$.</p> <p>Отсюда следует: $\Delta E = \frac{m}{4}(v_1 + v_2)^2$.</p> <p>Ответ: $\Delta E = \frac{m}{4}(v_1 + v_2)^2$</p>	
Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>закон сохранения импульса, закон сохранения энергии</i>); II) описаны все <u> вновь </u> вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (<i>за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений величин, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов</i>); III) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ</p>	3

<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p>И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.).</p> <p>И (ИЛИ)</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги.</p> <p>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 которых необходимо для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи, и получение ответа.</p> <p>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>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
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p>	0

РАЗДЕЛ 2

Ответом к заданиям 1–6 является одна цифра, а к заданиям 7–9 – последовательность двух цифр. Запишите одну или две цифры в поле ответа в тексте работы.

Ответом к заданиям 10–12 является целое число или конечная десятичная дробь. Запишите полученное число в поле ответа в тексте работы.

При выполнении заданий 13–15 с развёрнутым ответом используйте отдельный лист. Запишите сначала номер задания, а затем ответ на него.

1 Частицы газа находятся в среднем на таких расстояниях друг от друга, при которых силы притяжения между ними незначительны. Что из нижеследующего можно этим объяснить?

- 1) распространение звуковых волн в газе
- 2) значение скорости звука в газе
- 3) способность газов к неограниченному расширению
- 4) большую скорость частиц газа

Ответ:

2 Какой из приведённых ниже видов движения можно считать примером броуновского движения?

Движение

- 1) электронов в металлическом проводнике
- 2) бильярдных шаров по поверхности стола
- 3) мошкары в воздухе
- 4) частичек мела, взвешенных в воде

Ответ:

3 В воздушном насосе перекрыли выходное отверстие и быстро сжали воздух в цилиндре насоса. Какой процесс происходит с воздухом в цилиндре насоса?

- 1) изобарный
- 2) изохорный
- 3) изотермический
- 4) адиабатный

Ответ:

4 При сжатии идеального газа его объём уменьшился в 2 раза, а температура увеличилась в 2 раза. Как изменилось при этом давление газа?

- 1) увеличилось в 2 раза
- 2) уменьшилось в 2 раза
- 3) увеличилось в 4 раза
- 4) не изменилось

Ответ:

5 При 0°C вода кристаллизуется и переходит из жидкого состояния в твёрдое. Что происходит в процессе кристаллизации с её температурой и внутренней энергией?

- 1) уменьшается температура, возрастает внутренняя энергия.
- 2) уменьшаются и температура, и внутренняя энергия.
- 3) уменьшается внутренняя энергия, не изменяется температура.
- 4) уменьшается температура, не изменяется внутренняя энергия.

Ответ:

6 Газ в сосуде сжали, совершив работу 40 Дж. Внутренняя энергия газа при этом увеличилась на 15 Дж. Следовательно, газ

- 1) получил извне количество теплоты, равное 25 Дж
- 2) отдал окружающей среде количество теплоты, равное 25 Дж
- 3) получил извне количество теплоты, равное 55 Дж
- 4) отдал окружающей среде количество теплоты, равное 55 Дж

Ответ:

7 Объём сосуда с идеальным газом увеличили вдвое, выпустив половину газа и поддерживая температуру в сосуде постоянной. Как изменились при этом давление и внутренняя энергия газа в сосуде?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

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

Давление газа в сосуде	Внутренняя энергия газа в сосуде

8 В закрытом сосуде постоянного объёма при комнатной температуре находится воздух, содержащий ненасыщенный водяной пар. Температуру воздуха увеличили на 20 К. Как изменились при этом концентрация молекул воды и относительная влажность воздуха в сосуде?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

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

Концентрация молекул воды в сосуде	Относительная влажность воздуха в сосуде

9 Идеальный одноатомный газ изобарно расширяется при давлении p_0 . Первоначальный объём газа V_1 , конечный объём V_2 . Чему равны изменение внутренней энергии газа и полученное им количество теплоты в этом процессе?

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) изменение внутренней энергии в процессе изобарного расширения
- Б) количество теплоты, полученное в процессе изобарного расширения

ФОРМУЛЫ

- 1) $p_0(V_2 - V_1)$
- 2) $\frac{1}{2} p_0(V_2 - V_1)$
- 3) $\frac{3}{2} p_0(V_2 - V_1)$
- 4) $\frac{5}{2} p_0(V_2 - V_1)$

Ответ:

А	Б

10 При уменьшении абсолютной температуры на 600 К средняя кинетическая энергия теплового движения молекул неона уменьшилась в 4 раза. Какова начальная температура газа?

Ответ: _____ К.

11 При температуре 240 К и давлении $1,66 \cdot 10^5$ Па плотность газа равна 2 кг/м^3 . Какова молярная масса этого газа?

Ответ: _____ кг/моль.

12 Кусок льда опустили в термос с водой. Начальная температура льда $0 \text{ }^\circ\text{C}$, начальная температура воды $30 \text{ }^\circ\text{C}$. Теплоёмкостью термоса можно пренебречь. При переходе к тепловому равновесию часть льда массой 210 г растаяла. Чему равна исходная масса воды в термосе? Удельная теплоёмкость воды $4200 \text{ Дж/кг} \cdot \text{ }^\circ\text{C}$, удельная теплота плавления льда $3,3 \cdot 10^5 \text{ Дж/кг}$.

Ответ: _____ г.

13 Три одинаковых сосуда, содержащих разреженный газ, соединены друг с другом трубками малого диаметра: первый сосуд – со вторым; второй – с третьим. Первоначально давление газа в сосудах было равно соответственно p , $3p$ и p . В ходе опыта сначала открыли и закрыли кран, соединяющий второй и третий сосуды, а затем открыли и закрыли кран, соединяющий первый и второй сосуды. Как изменилось в итоге (уменьшилось, увеличилось или осталось неизменным) количество газа в первом сосуде? (Температура газа оставалась в течение всего опыта неизменной.)

14 Сферическую оболочку воздушного шара делают из материала, квадратный метр которого имеет массу 1 кг. Шар наполняют гелием. Атмосферное давление 10^5 Па равно давлению гелия в шаре. Определите минимальную массу оболочки, при которой шар оторвётся от Земли. Температура гелия и окружающего воздуха одинакова и равна $0 \text{ }^\circ\text{C}$. (Площадь сферы $S = 4\pi r^2$, объём шара $V = \frac{4}{3}\pi r^3$.)

15 Цикл тепловой машины, рабочим веществом которой является 1 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.

Ответы и критерии оценивания

№ задания	Ответ
1	3
2	4
3	4
4	3
5	3
6	2
7	22
8	32
9	34
10	800
11	0,024
12	550

13

Три одинаковых сосуда, содержащих разреженный газ, соединены друг с другом трубками малого диаметра: первый сосуд – со вторым, второй – с третьим. Первоначально давление газа в сосудах было равно соответственно p , $3p$ и p . В ходе опыта сначала открыли и закрыли кран, соединяющий второй и третий сосуды, а затем открыли и закрыли кран, соединяющий первый сосуд со вторым. Как изменилось в итоге (уменьшилось, увеличилось или осталось неизменным) количество газа в первом сосуде? (Температура газа оставалась в течение всего опыта неизменной.)

Возможное решение	
1. В итоге количество газа в первом сосуде увеличилось. 2. В соответствии с законами Дальтона и Бойля – Мариотта (применёнными к парциальным давлениям газов во втором и третьем сосудах) суммарное давление этих газов после закрывания второго крана $\frac{3p}{2} + \frac{p}{2} = 2p$. 3. Аналогично этому давление в первом и во втором сосудах после закрывания первого крана $\frac{p}{2} + \frac{2p}{2} = 1,5p$. Это означает согласно уравнению Клапейрона – Менделеева, что количество газа в первом сосуде в итоге увеличилось	
Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае: <i>увеличение количества газа в первом сосуде</i>) и исчерпывающие верные рассуждения с прямым указанием наблюдаемых явлений и законов (в данном случае: <i>законы</i>)	3

<p><i>Дальтона и Бойля – Мариотта, уравнение Клапейрона – Менделеева</i>)</p> <p>Дан правильный ответ, и приведено объяснение, но в решении имеются один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>В объяснении не указано или не используется 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.)</p> <p align="center">И (ИЛИ)</p> <p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но в них содержится один логический недочёт.</p> <p align="center">И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.).</p> <p align="center">И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеется неточность в указании на одно из физических явлений, свойств, определений, законов (формул), необходимых для полного верного объяснения</p>	2
<p>Представлено решение, соответствующее <u>одному</u> из следующих случаев.</p> <p>Дан правильный ответ на вопрос задания, и приведено объяснение, но в нём не указаны два явления или физических закона, необходимых для полного верного объяснения.</p> <p align="center">ИЛИ</p> <p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, направленные на получение ответа на вопрос задания, не доведены до конца.</p> <p align="center">ИЛИ</p> <p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, <u>приводящие к ответу</u>, содержат ошибки.</p> <p align="center">ИЛИ</p> <p>Указаны не все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеются верные рассуждения, направленные на решение задачи</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p>	0

Сферическую оболочку воздушного шара делают из материала, квадратный метр которого имеет массу 1 кг. Шар наполняют гелием. Атмосферное давление 10^5 Па равно давлению гелия в шаре. Определите минимальную массу оболочки, при которой шар оторвётся от земли. Температура гелия и окружающего воздуха одинакова и равна 0°C . (Площадь сферы $S = 4\pi r^2$, объём шара $V = \frac{4}{3}\pi r^3$.)

Возможное решение	
1. Запишем для шара второй закон Ньютона в проекциях на вертикальную ось в момент его отрыва от Земли: $F_A = m_{\text{He}}g + m_{\text{об}}g$, где F_A – сила Архимеда, действующая на шар.	
2. Выразим силы через радиус шара r : $\rho_{\text{в}}g \cdot \frac{4}{3}\pi r^3 = b \cdot 4\pi r^2 \cdot g + \rho_{\text{He}}g \cdot \frac{4}{3}\pi r^3$, где $\rho_{\text{в}}$ – плотность атмосферного воздуха, ρ_{He} – плотность гелия, $b = 1 \frac{\text{кг}}{\text{м}^2}$ – отношение массы одного квадратного метра оболочки шара к его площади. Отсюда найдём радиус шара: $r = \frac{3b}{\rho_{\text{в}} - \rho_{\text{He}}}$.	
3. Плотности гелия и воздуха найдём из уравнения Клапейрона – Менделеева: $pV = \frac{m}{M}RT \Rightarrow \rho = \frac{m}{V} = \frac{Mp}{RT}$, $\rho_{\text{He}} = \frac{M_{\text{He}}p}{RT}$, $\rho_{\text{в}} = \frac{M_{\text{в}}p}{RT}$.	
4. Объединяя полученные выражения, найдём радиус: $r = \frac{3bRT}{p(M_{\text{в}} - M_{\text{He}})} \approx 2,7 \text{ м,}$ а искомая масса оболочки $m = 4\pi r^2 \cdot b$. Ответ: $m \approx 92 \text{ кг}$	
Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>второй закон Ньютона, выражение для силы Архимеда, связь массы и плотности, уравнение Клапейрона – Менделеева</i>); II) описаны все <u>вновь</u> вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (<i>за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений величин, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов</i>); III) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины	3

Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.). И (ИЛИ) В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги. И (ИЛИ) Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)	2
Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> из следующих случаев. 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, и получение ответа. ИЛИ 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. ИЛИ 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	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0

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.

Возможное решение	
1. Коэффициент полезного действия тепловой машины	
$\eta = \frac{A_{ц}}{Q^+} = 1 - \frac{ Q^- }{Q^+},$	
<p>где $A_{ц}$ – работа, совершённая за цикл; Q^+ – количество теплоты, полученное за цикл рабочим веществом тепловой машины от нагревателя; Q^- – количество теплоты, отданное за цикл холодильнику.</p> <p>В рассматриваемом цикле газ получает количество теплоты в изотермическом процессе и отдаёт в изохорном.</p>	
2. В изотермическом процессе внутренняя энергия идеального газа не изменяется; следовательно, в соответствии с первым законом термодинамики количество теплоты, полученное газом, равно работе газа:	
$Q^+ = A.$	
3. Поскольку в изохорном процессе газ работу не совершает, количество теплоты, отданное газом (в соответствии с первым законом термодинамики), равно изменению его внутренней энергии:	
$ Q^- = \frac{3}{2} \nu R \Delta T .$	
Подставляя второе и третье соотношения в первое, получаем значение КПД тепловой машины.	
Ответ: $\eta = 1 - \frac{3\nu R \Delta T }{2A}$	
Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>первый закон термодинамики в применении к изотермическому и изохорному процессам и определение КПД тепловой машины</i>); II) описаны все <u>новы</u> вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений величин, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов);	3

III) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ	
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.). И (ИЛИ) В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги. И (ИЛИ) Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)	2
Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> из следующих случаев. 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, и получение ответа. ИЛИ 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. ИЛИ 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	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0

РАЗДЕЛ 3

Ответом к заданиям 1, 5 и 8 является одна цифра, а к заданиям 9, 10 и 11 – последовательность двух цифр. Запишите одну или две цифры в поле ответа в тексте работы.

Ответом к заданиям 2–4, 6, 7 и 12–14 является целое число или конечная десятичная дробь. Запишите полученное число в поле ответа в тексте работы.

При выполнении заданий 15–17 с развёрнутым ответом используйте отдельный лист. Запишите сначала номер задания, а затем ответ на него.

1 К стержню отрицательно заряженного электроскопа поднесли, не касаясь его, стеклянную палочку. Листочки электроскопа опали, образуя гораздо меньший угол. Такой эффект может наблюдаться, если палочка

- 1) заряжена положительно
- 2) заряжена отрицательно
- 3) имеет заряд любого знака
- 4) не заряжена

Ответ:

2 Два неподвижных точечных заряда действуют друг на друга с силами, модуль которых равен F . Во сколько раз увеличится модуль этих сил, если один заряд увеличить в 3 раза, другой заряд уменьшить в 2 раза, а расстояние между ними оставить прежним?

Ответ: в _____ раз(а).

3 Два небольших одинаковых металлических шарика, имеющих заряды $q_1 = -6$ нКл и $q_2 = +2$ нКл, привели в соприкосновение и раздвинули на прежнее расстояние. Каким стал заряд первого шарика в результате взаимодействия?

Ответ: _____ нКл.

4 Отрезок медной проволоки имеет электрическое сопротивление 9 Ом. Какое электрическое сопротивление имеет другой отрезок медной проволоки, у которого в 2 раза больше длина и в 3 раза больше площадь поперечного сечения?

Ответ: _____ Ом.

5

Как взаимодействуют два параллельных друг другу проводника, если электрический ток в них протекает в противоположных направлениях?

- 1) Силы взаимодействия равны нулю.
- 2) Проводники отталкиваются друг от друга.
- 3) Проводники притягиваются друг к другу.
- 4) Проводники поворачиваются в одинаковом направлении.

Ответ:

6

Прямолинейный проводник длиной L с током I помещён в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям индукции \vec{B} . Во сколько раз уменьшится сила Ампера, действующая на проводник, если его длину увеличить в 2 раза, а силу тока в проводнике уменьшить в 4 раза?

Ответ: в _____ раз(-а).

7

Индуктивность катушки увеличили в 2 раза, а силу тока в ней уменьшили в 2 раза. Определите величину магнитного поля катушки с током в этом случае, если первоначально она была равна 0,5 Дж.

Ответ: _____ Дж.

8

В наборе радиодеталей для изготовления простого колебательного контура имеется две катушки с индуктивностями $L_1 = 1$ мкГн и $L_2 = 2$ мкГн, а также два конденсатора, ёмкости которых $C_1 = 30$ пФ и $C_2 = 40$ пФ. При каком выборе двух элементов из этого набора период собственных колебаний контура T будет наименьшим?

- 1) L_1 и C_1
- 2) L_2 и C_2
- 3) L_1 и C_2
- 4) L_2 и C_1

Ответ:

- 9 Установите соответствие между физическими величинами и их единицами измерения в системе СИ.
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

ЕДИНИЦЫ
ИЗМЕРЕНИЯ

- | | |
|---|----------|
| А) сила тока | 1) 1 Тл |
| Б) напряжённость электростатического поля | 2) 1 В |
| | 3) 1 В/м |
| | 4) 1 А |

Ответ:

А	Б

- 10 Протон в однородном магнитном поле движется по окружности. Как изменятся радиус окружности и период обращения протона, если его скорость увеличится?
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Радиус окружности	Период обращения

- 11 При настройке колебательного контура радиопередатчика его индуктивность уменьшили. Как при этом изменились период колебаний тока в контуре и длина волны излучения?
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

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

Период колебаний тока в контуре	Длина волны излучения

- 12 Каково внутреннее сопротивление источника тока с ЭДС, равной 10 В, если при подключении к нему резистора с сопротивлением 4 Ом в электрической цепи течёт ток 2 А?

Ответ: _____ Ом.

- 13 Проводящий стержень длиной $l = 20$ см движется поступательно по горизонтальной плоскости в вертикальном однородном магнитном поле со скоростью $v = 1$ м/с так, что угол между стержнем и вектором скорости $\alpha = 30^\circ$. ЭДС индукции в стержне равна 0,05 В. Какова индукция магнитного поля?

Ответ: _____ Тл.

- 14 Ёмкость конденсатора в цепи переменного тока равна 50 мкФ. Уравнение изменения напряжения на конденсаторе имеет вид: $U = a \sin(bt)$, где $a = 60$ В и $b = 500 \text{ с}^{-1}$. Найдите амплитуду колебаний силы тока.

Ответ: _____ А.

- 15 Маленький незаряженный шарик, подвешенный на непроводящей нити, помещён над горизонтальной металлической пластиной, равномерно заряженной положительным зарядом. Размеры пластины во много раз превышают длину нити. Опираясь на законы механики и электродинамики, объясните, как изменится частота малых свободных колебаний шарика, если ему сообщить отрицательный заряд.

- 16 Какую разность потенциалов приложили к однородному медному цилиндрическому проводнику длиной 10 м, если за 15 с его температура повысилась на 10 К? Изменением сопротивления проводника и рассеянием тепла при его нагревании пренебречь. (Удельное сопротивление меди $1,7 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}$, плотность меди 8900 кг/м^3 .)

- 17 Плоская горизонтальная фигура площадью $S = 0,1 \text{ м}^2$, ограниченная проводящим контуром сопротивлением 5 Ом, находится в однородном магнитном поле. Проекция вектора магнитной индукции на вертикальную ось O_z медленно и равномерно возрастает от начального значения $B_{1z} = 0,7$ Тл до конечного значения $B_{2z} = 4,7$ Тл. Какой заряд за это время протекает по контуру?

Ответы и критерии оценивания

№ задания	Ответ
1	1
2	1,5
3	-2
4	6
5	2
6	2
7	0,25
8	1
9	43
10	13
11	22
12	4
13	0,5
14	1,5

15

Маленький незаряженный шарик, подвешенный на непроводящей нити, помещён над горизонтальной металлической пластиной, равномерно заряженной положительным зарядом. Размеры пластины во много раз превышают длину нити. Опираясь на законы механики и электродинамики, объясните, как изменится частота малых свободных колебаний шарика, если ему сообщить отрицательный заряд.

Возможное решение
<p>1. Колеблющийся шарик на нити можно считать математическим маятником. Первоначально, когда шарик не заряжен, электрическое поле пластины не оказывает влияния на колебательное движение, колебания происходят только за счёт периодически изменяющейся касательной составляющей силы тяжести. Поэтому частота свободных колебаний зависит только от длины нити l и ускорения свободного падения g ($v_1 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{l}}$).</p> <p>2. Протяжённая равномерно заряженная пластина создаёт однородное электрическое поле \vec{E}. Если шарiku сообщить отрицательный заряд, то со стороны электрического поля пластины на него начнёт действовать постоянная сила Кулона $F_K = Eq$, направленная вертикально вниз.</p> <p>3. В этом случае равнодействующая сил тяжести и Кулона, которая будет определять частоту свободных колебаний маятника, сообщит шарiku ускорение $a = g + F_K / m = g + Eq / m$, которое больше ускорения свободного</p>

падения ($a > g$). Возвращающая сила, действующая на шарик, увеличится, шарик быстрее будет возвращаться к положению равновесия, а значит, частота свободных колебаний маятника увеличится

$$(v_2 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{a}{l}} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g + Eq / m}{l}}, \text{ т.е. } v_2 > v_1)$$

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае: <i>увеличение частоты колебаний маятника</i>, п. 1), и полное верное объяснение (в данном случае: п. 2–4) с указанием наблюдаемых явлений и законов (в данном случае: <i>взаимодействие заряженных тел, частота колебаний математического маятника, увеличение ускорения тела</i>)</p>	3
<p>Дан правильный ответ, и приведено объяснение, но в решении имеются один или несколько из следующих недостатков. В объяснении не указано или не используется 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 (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.). И (ИЛИ) В решении имеется неточность в указании на одно из физических явлений, свойств, определений, законов (формул), необходимых для полного верного объяснения</p>	2
<p>Представлено решение, соответствующее одному 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</p>	1

Указаны не все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеются верные рассуждения, направленные на решение задачи	
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0

16

Какую разность потенциалов приложили к однородному медному цилиндрическому проводнику длиной 10 м, если за 15 с его температура повысилась на 10 К? Изменением сопротивления проводника и рассеянием тепла при его нагревании пренебречь. (Удельное сопротивление меди $1,7 \cdot 10^{-8}$ Ом · м, плотность меди 8900 кг/м³.)

Возможное решение	
Количество теплоты согласно закону Джоуля – Ленца	
$Q = \frac{U^2}{R} \cdot t.$	(1)
Это количество теплоты затратится на нагревание проводника:	
$Q = cm\Delta T,$	(2)
где масса проводника $m = \rho l S,$	(3)
c – удельная теплоёмкость меди, S – площадь поперечного сечения, l – длина проводника.	
Сопротивление проводника $R = \frac{\rho_{\text{эл}} l}{S}.$	(4)
Из (1)–(4) получаем: $U = \sqrt{\frac{\Delta T c \rho l^2 \rho_{\text{эл}}}{t}} = \sqrt{\frac{10 \cdot 380 \cdot 8900 \cdot 10^2 \cdot 1,7 \cdot 10^{-8}}{15}} \approx 2 \text{ В}.$	
Ответ: $U \approx 2 \text{ В}$	
Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: закон Джоуля – Ленца; формула для определения количества теплоты, затрачиваемой на нагревание; формулы, определяющие массу и сопротивление проводника через его параметры); II) описаны все <u>вновь</u> вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений величин, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов); III) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными	3

вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины	
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.). И (ИЛИ) В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги. И (ИЛИ) Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)	2
Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> из следующих случаев. 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, и получение ответа. ИЛИ 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. ИЛИ 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	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0

Плоская горизонтальная фигура площадью $S = 0,1 \text{ м}^2$, ограниченная проводящим контуром сопротивлением 5 Ом , находится в однородном магнитном поле. Проекция вектора магнитной индукции на вертикальную ось O_z медленно и равномерно возрастает от начального значения $B_{1z} = 0,7 \text{ Тл}$ до конечного значения $B_{2z} = 4,7 \text{ Тл}$. Какой заряд за это время протекает по контуру?

Возможное решение	
<p>Выражение для модуля ЭДС индукции в случае однородного поля: $\mathcal{E} = \left \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \right = \frac{S\Delta B_z}{\Delta t}$, где S – площадь фигуры; $\Delta B_z = B_{2z} - B_{1z}$.</p> <p>Закон Ома: $\mathcal{E} = IR$, где R – сопротивление контура; $I = \frac{\Delta q}{\Delta t}$ – ток в контуре за время Δt изменения магнитного поля.</p> <p>Выражение для заряда, протекающего по цепи: $\Delta q = I\Delta t = \frac{S}{R}(B_{2z} - B_{1z}) = \frac{0,1(4,7 - 0,7)}{5} = 0,08 \text{ Кл}$.</p> <p>Ответ: $\Delta q = 0,08 \text{ Кл}$</p>	
Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>формулы для ЭДС индукции, заряда, протекающего в цепи, и закон Ома</i>); II) описаны все <u>вновь</u> вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (<i>за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений величин, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов</i>); III) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); 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 имеются 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>	2

<p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.).</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>	
<p>Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> 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, и получение ответа.</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
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p>	0

РАЗДЕЛ 4

Ответом к заданиям 1, 3, 4 и 7 является одна цифра, а к заданиям 9, 10 и 11 – последовательность двух цифр. Запишите одну или две цифры в поле ответа в тексте работы.

Ответом к заданиям 2, 5, 6 и 8 является целое число или конечная десятичная дробь. Запишите полученное число в поле ответа в тексте работы.

При выполнении заданий 13 и 14 с развёрнутым ответом используйте отдельный лист. Запишите сначала номер задания, а затем ответ на него.

1 Скорость света в вакууме во всех инерциальных системах отсчёта

- 1) зависит только от скорости движения источника света
- 2) не зависит ни от скорости приёмника света, ни от скорости источника света
- 3) зависит только от скорости приёмника света
- 4) зависит как от скорости приёмника света, так и от скорости источника света

Ответ:

2 Модуль импульса фотона в первом пучке света в 2 раза больше модуля импульса фотона во втором пучке. Определите отношение длины волны в первом пучке света к длине волны во втором пучке.

Ответ: _____.

3 Какое представление о строении атома соответствует модели атома Резерфорда?

- 1) Заряд ядра положителен, большая часть массы атома сосредоточена в электронах.
- 2) Заряд ядра отрицателен, большая часть массы атома сосредоточена в электронной оболочке.
- 3) Заряд ядра положителен, большая часть массы атома сосредоточена в ядре.
- 4) Заряд ядра отрицателен, большая часть массы атома сосредоточена в ядре.

Ответ:

4 Связанная система элементарных частиц содержит 2 электрона, 3 нейтрона и 4 протона. Чем может являться эта система?

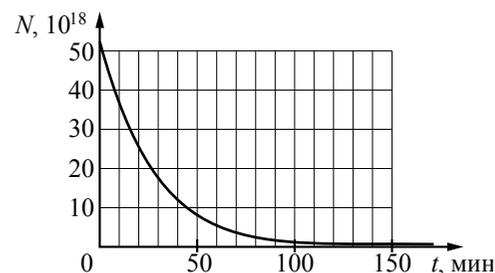
- 1) нейтральным атомом гелия ${}^4_2\text{He}$
- 2) ионом лития ${}^9_3\text{Li}$
- 3) ионом бериллия ${}^7_4\text{Be}$
- 4) нейтральным атомом углерода ${}^9_6\text{C}$

Ответ:

5 Период полураспада некоторого радиоактивного изотопа равен одному месяцу. За какое время число ядер этого изотопа уменьшится в 32 раза?

Ответ: _____ месяца(-ев).

6 Дан график зависимости числа нераспавшихся ядер ртути ${}^{190}_{80}\text{Hg}$ от времени. Чему равен период полураспада этого изотопа ртути?



Ответ: _____ мин.

7 Соответствует ли уравнение ${}^9_4\text{Be} + {}^2_1\text{H} \rightarrow {}^{10}_5\text{B} + {}^1_0\text{n}$ законам сохранения массового числа и заряда в ядерных реакциях?

- 1) для массового числа соответствует, для заряда нет
- 2) для массового числа нет, для заряда соответствует
- 3) соответствует обоим законам сохранения
- 4) не соответствует обоим законам сохранения

Ответ:

8 Ядро ${}^{216}_{84}\text{Po}$ образуется из ядра ${}^{224}_{88}\text{Ra}$ в результате последовательных α -распадов. Сколько α -распадов требуется для этого?

Ответ: _____.

9 Установите соответствие между физическими явлениями и приборами, в которых используются или наблюдаются эти явления. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ	ПРИБОР
А) ионизация газа	1) вакуумный фотоэлемент
Б) фотоэффект	2) дифракционная решётка
	3) счётчик Гейгера
	4) лупа

Ответ:

А	Б

10 Фотокатод с работой выхода A_1 освещают монохроматическим светом с длиной волны λ и наблюдают фотоэффект. Затем тем же светом освещают фотокатод с работой выхода $A_2 < A_1$. Как изменяются при переходе от первого опыта ко второму «красная граница» фотоэффекта $\nu_{кр}$ и запирающее напряжение $U_{зап}$? 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.

«Красная граница» фотоэффекта $\nu_{кр}$	Запирающее напряжение $U_{зап}$

11 Одним из примеров ядерных превращений является захват ядром одного из ближайших к нему электронов из электронной оболочки атома. Как меняются при этом число нейтронов и число протонов в ядре? 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.

Число нейтронов в ядре	Число протонов в ядре

12 На металлическую пластинку падает монохроматическая электромагнитная волна, выбивающая из неё электроны. Максимальная кинетическая энергия электронов, вылетевших из пластинки в результате фотоэффекта, составляет 6 эВ, а энергия падающих фотонов в 3 раза больше работы выхода из металла. Чему равна работа выхода электронов из металла?

Ответ: _____ эВ.

13 Значения энергии электрона в атоме водорода задаются формулой $E_n = -\frac{13,6 \text{ эВ}}{n^2}$, $n = 1, 2, 3, \dots$. При переходах с верхних уровней энергии на нижние атом излучает фотон. Переходы с верхних уровней на уровень с $n = 1$ образуют серию Лаймана; на уровень с $n = 2$ – серию Бальмера; на уровень с $n = 3$ – серию Пашена и т.д. Найдите отношение β максимальной частоты фотона в серии Лаймана к максимальной частоте фотона в серии Бальмера.

14 Определите коэффициент полезного действия атомной электростанции, расходующей за неделю уран-235 ${}_{92}^{235}\text{U}$ массой 1,4 кг, если её мощность равна 38 МВт. При делении одного ядра урана-235 выделяется энергия 200 МэВ.

Ответы и критерии оценивания

№ задания	Ответ
1	2
2	0,5
3	3
4	3
5	5
6	20
7	2
8	2
9	31
10	21
11	12
12	3

13

Значения энергии электрона в атоме водорода задаются формулой $E_n = -\frac{13,6 \text{ эВ}}{n^2}$, $n = 1, 2, 3, \dots$. При переходах с верхних уровней энергии на нижние атом излучает фотон. Переходы с верхних уровней на уровень с $n = 1$ образуют серию Лаймана; на уровень с $n = 2$ – серию Бальмера; на уровень с $n = 3$ – серию Пашена и т.д. Найдите отношение β максимальной частоты фотона в серии Лаймана к максимальной частоте фотона в серии Бальмера.

Возможное решение	
<p>В серии Лаймана энергия фотона равна $E_n - E_1$, где $n = 2, 3, \dots$. Аналогично в серии Бальмера энергия фотона равна $E_n - E_2$, где $n = 3, 4, \dots$. Частота фотона связана с его энергией равенством $h\nu = E$, где h – постоянная Планка. Поэтому</p> $\beta = \frac{E_\infty - E_1}{E_\infty - E_2} = \frac{1 - 0}{\frac{1}{2^2} - 0} = 4.$ <p>Ответ: $\beta = 4$</p>	
Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>формула для энергии фотона, постулаты Бора</i>); II) описаны все <u>вновь</u> вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (<i>за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений величин, используемых в</i></p>	3

<p><i>условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов</i>); III) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ</p>	2
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p align="center">И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.).</p> <p 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 align="center">И (ИЛИ)</p> <p>Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)</p>	1
<p>Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> 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, и получение ответа.</p> <p 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 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>	0
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p>	0

Определите коэффициент полезного действия атомной электростанции, расходующей за неделю уран-235 ${}^{235}_{92}\text{U}$ массой 1,4 кг, если её мощность равна 38 МВт. При делении одного ядра урана-235 выделяется энергия 200 МэВ.

Возможное решение	
<p>Коэффициент полезного действия электростанции $\eta = \frac{E_1}{E_2}$, где E_1 – энергия, вырабатываемая электростанцией, E_2 – энергия, выделяющаяся в результате ядерных реакций деления урана. В свою очередь, $E_1 = Pt$, где P – мощность электростанции, t – время её работы, а $E_2 = NE_0$, где E_0 – энергия, выделяющаяся в результате деления одного ядра урана, N – количество распавшихся ядер урана. Молярная масса урана-235 $\mu = 0,235$ кг/моль, следовательно, число распавшихся атомов можно связать с массой урана соотношением $N = \frac{m}{\mu} N_A$. В итоге, получаем:</p> $\eta = \frac{Pt\mu}{mN_A E_0} = \frac{38 \cdot 10^6 \cdot 7 \cdot 24 \cdot 3600 \cdot 0,235}{1,4 \cdot 6 \cdot 10^{23} \cdot 200 \cdot 1,6 \cdot 10^{-13}} \approx 0,2 = 20\%.$ <p>Ответ: $\eta \approx 20\%$</p>	
Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>выражения для КПД; энергии, выделяющейся при ядерных реакциях; количества распавшихся ядер</i>); II) описаны все <u>вновь</u> вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений величин, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов); III) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); 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 имеются один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном</p>	2

<p>объёме или отсутствуют.</p> <p>И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.).</p> <p>И (ИЛИ)</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги.</p> <p>И (ИЛИ)</p> <p>Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)</p>	
<p>Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> 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, и получение ответа.</p> <p>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>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
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p>	0