

Тренировочный вариант №5 ЕГЭ по ФИЗИКЕ

Инструкция по выполнению работы

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 4 часа (240 минут). Работа состоит из 3 частей, включающих 35 заданий.

Часть 1 содержит 25 заданий (А1–А25). К каждому заданию дается 4 варианта ответа, из которых правильный только один.

Часть 2 содержит 4 задания (В1–В4), в которых ответ необходимо записать в виде набора цифр.

Часть 3 состоит из 6 задач (С1–С6), для которых требуется дать развернутые решения.

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Внимательно прочитайте каждое задание и предлагаемые варианты ответа, если они имеются. Отвечайте только после того, как вы поняли вопрос и проанализировали все варианты ответа.

Выполняйте задания в том порядке, в котором они даны. Если какое-то задание вызывает у вас затруднение, пропустите его. К пропущенным заданиям можно будет вернуться, если у вас останется время.

Баллы, полученные вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

Желаем успеха!

Ниже приведены справочные данные, которые могут понадобиться вам при выполнении работы.

Десятичные приставки

Наименование	Обозначение	Множитель	Наименование	Обозначение	Множитель
гига	Г	10^9	санци	с	10^{-2}
мега	М	10^6	милли	м	10^{-3}
кило	к	10^3	микро	мк	10^{-6}
гекто	г	10^2	нано	н	10^{-9}
деци	д	10^{-1}	пико	п	10^{-12}

Константы

число π	$\pi = 3,14$
ускорение свободного падения на Земле	$g = 10 \text{ м/с}^2$
гравитационная постоянная	$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{кг}^2$
универсальная газовая постоянная	$R = 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$
постоянная Больцмана	$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$
постоянная Авогадро	$N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
скорость света в вакууме	$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
коэффициент пропорциональности в законе Кулона	$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{Кл}^2$
модуль заряда электрона (элементарный электрический заряд)	$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
постоянная Планка	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$

Соотношение между различными единицами

температура	$0 \text{ К} = -273^\circ\text{С}$
атомная единица массы	$1 \text{ а.е.м.} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
1 атомная единица массы эквивалентна	$931,5 \text{ МэВ}$
1 электронвольт	$1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$

Масса частиц

электрона	$9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг} \approx 5,5 \cdot 10^{-4} \text{ а.е.м.}$
протона	$1,673 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,007 \text{ а.е.м.}$
нейтрона	$1,675 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,008 \text{ а.е.м.}$

Плотность

воды	1000 кг/м^3	подсолнечного масла	900 кг/м^3
древесины (сосна)	400 кг/м^3	алюминия	2700 кг/м^3
керосина	800 кг/м^3	железа	7800 кг/м^3
		ртути	13600 кг/м^3

Удельная теплоемкость

воды	$4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$	алюминия	$900 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$
льда	$2,1 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$	меди	$380 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$
железа	$460 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$	чугуна	$500 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$
свинца	$130 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$		

Удельная теплота

парообразования воды	$2,3 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$
плавления свинца	$2,5 \cdot 10^4 \text{ Дж/кг}$
плавления льда	$3,3 \cdot 10^5 \text{ Дж/кг}$

Нормальные условия: давление 10^5 Па , температура 0°С **Молярная масса**

азота	$28 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	кислорода	$32 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
аргона	$40 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	лития	$6 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
водорода	$2 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	молибдена	$96 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
воздуха	$29 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	неона	$20 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
гелия	$4 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	углекислого газа	$44 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$

Часть 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания (A1–A25) поставьте знак «X» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

A1

Тело брошено вертикально вверх с начальной скоростью 20 м/с. Каков модуль скорости тела через 0,5 с после начала движения? Сопротивление воздуха не учитывать.

- 1) 5 м/с 2) 10 м/с 3) 15 м/с 4) 20 м/с

A2

В инерциальной системе отсчета сила \vec{F} сообщает телу массой m ускорение \vec{a} . Как надо изменить величину силы, чтобы при уменьшении массы тела вдвое его ускорение стало в 4 раза больше?

- 1) увеличить в 2 раза
2) увеличить в 4 раза
3) уменьшить в 2 раза
4) оставить неизменной

A3

Девочка кидает мяч с балкона дома под углом к горизонту. Сила тяжести действует на мяч

- 1) только в момент броска
2) только в момент наивысшего подъема
3) только когда мяч начинает падать вниз после подъема
4) во всех этих трех случаях

A4

Отношение массы грузовика к массе легкового автомобиля $\frac{m_1}{m_2} = 3$. Каково

отношение их скоростей $\frac{v_1}{v_2}$, если отношение импульса грузовика к импульсу

легкового автомобиля равно 3?

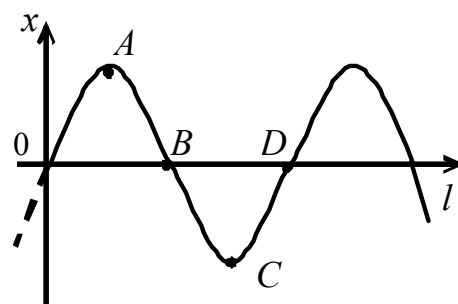
- 1) 1 2) 2 3) 3 4) 5

A5 Товарный вагон, движущийся по горизонтальному пути с небольшой скоростью, сталкивается с другим вагоном и останавливается. При этом пружина буфера сжимается. Какое из перечисленных ниже преобразований энергии происходит в этом процессе?

- 1) Кинетическая энергия вагона преобразуется в потенциальную энергию пружины.
- 2) Кинетическая энергия вагона преобразуется в его потенциальную энергию.
- 3) Потенциальная энергия пружины преобразуется в её кинетическую энергию.
- 4) Внутренняя энергия пружины преобразуется в кинетическую энергию вагона.

A6 На рисунке изображена поперечная волна, распространяющаяся по шнуру, в некоторый момент времени. Разность фаз колебаний точек А и С равна

- 1) $\pi/4$
- 2) $\pi/2$
- 3) π
- 4) 2π



A7 Подвешенный на нити грузик совершает гармонические колебания. В таблице представлены координаты грузика через одинаковые промежутки времени. Какова, примерно, максимальная скорость грузика?

$t, \text{ с}$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7
$x, \text{ см}$	6	3	0	3	6	3	0	3

- 1) 1,24 м/с
- 2) 0,47 м/с
- 3) 0,62 м/с
- 4) 0,16 м/с

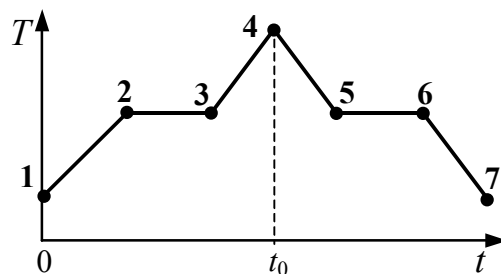
A8 Броуновским движением называется

- 1) упорядоченное движение слоев жидкости (или газа)
- 2) упорядоченное движение твердых частиц вещества, взвешенных в жидкости (или газе)
- 3) конвекционное движение слоев жидкости при ее нагревании
- 4) хаотическое движение видимых твердых частиц вещества, взвешенных в жидкости (или газе)

A9 Концентрация молекул газа в сосуде снизилась в 3 раза, а давление газа возросло в 2 раза. Следовательно, средняя кинетическая энергия теплового движения молекул газа

- 1) увеличилась в 2 раза
- 2) увеличилась в 6 раз
- 3) уменьшилась в 1,5 раза
- 4) уменьшилась в 3 раза

A10 Кристаллическое вещество с помощью нагревателя равномерно нагревали от 0 до момента t_0 . Потом нагреватель выключили. На графике представлена зависимость температуры T вещества от времени t . Какой участок соответствует процессу нагревания вещества в жидком состоянии?



- 1) 5–6
- 2) 2–3
- 3) 3–4
- 4) 4–5

A11 В каком случае внутренняя энергия воды не изменяется?

- 1) при ее переходе из жидкого состояния в твердое
- 2) при увеличении скорости сосуда с водой
- 3) при увеличении количества воды в сосуде
- 4) при сжатии воды в сосуде

A12 Чтобы нагреть 96 г молибдена на 1 К, нужно передать ему количество теплоты, равное 24 Дж. Чему равна удельная теплоемкость этого вещества?

- 1) 0,92 кДж/(кг·К)
- 2) 24 Дж/(кг·К)
- 3) $4 \cdot 10^{-3}$ Дж/(кг·К)
- 4) 250 Дж/(кг·К)

A13 Расстояние между двумя точечными электрическими зарядами увеличили в 2 раза, а один из зарядов уменьшили в 2 раза. Сила электрического взаимодействия между ними

- 1) не изменилась
- 2) уменьшилась в 2 раза
- 3) увеличилась в 2 раза
- 4) уменьшилась в 8 раз

A14

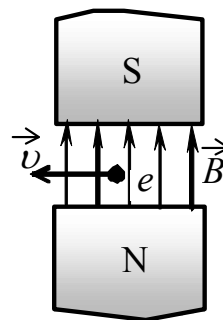
В цепи, схема которой изображена на рисунке, сопротивление каждого резистора равно 3 Ом. Полное сопротивление цепи равно



- 1) 12 Ом 2) 7,5 Ом 3) 5 Ом 4) 4 Ом

A15

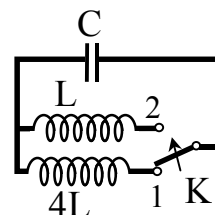
Электрон e , влетевший в зазор между полюсами электромагнита, имеет скорость \vec{v} , перпендикулярную вектору индукции \vec{B} магнитного поля, направленному вертикально (см. рисунок). Куда направлена действующая на него сила Лоренца \vec{F} ?



- 1) от наблюдателя \otimes
 2) к наблюдателю \odot
 3) горизонтально вправо \rightarrow
 4) вертикально вниз \downarrow

A16

Как изменится частота собственных электромагнитных колебаний в контуре (см. рисунок), если ключ К перевести из положения 1 в положение 2?



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

A17

Разложение пучка солнечного света в спектр при прохождении его через призму объясняется тем, что свет состоит из набора электромагнитных волн разной длины, которые, попадая в призму,

- 1) движутся с разной скоростью
 2) имеют одинаковую частоту
 3) поглощаются в разной степени
 4) имеют одинаковую длину волны

A18

Согласно специальной теории относительности, скорость света в вакууме **А.** всегда больше скорости движения массивных объектов в любой инерциальной системе отсчета.

Б. не зависит от скорости движения источника света.

Какое из утверждений правильно?

- 1) только А 2) только Б 3) и А, и Б 4) ни А, ни Б

A19

Колебания силы тока в цепи, содержащей идеальную катушку, описываются уравнением: $I = 0,8 \cdot \sin\left(\frac{25}{2}\pi t\right)$, где все величины выражены в СИ.

Индуктивность катушки равна 0,5 Гн. Определите амплитуду напряжения на катушке.

- 1) 10 В 2) 5π В 3) $0,5\pi$ В 4) 0,5 В

A20

Один лазер излучает монохроматический свет с длиной волны $\lambda_1 = 400$ нм, другой – с длиной волны $\lambda_2 = 600$ нм. Отношение импульсов $\frac{p_1}{p_2}$ фотонов, излучаемых лазерами, равно

- 1) $\frac{3}{2}$ 2) $\frac{2}{3}$ 3) $\sqrt{\frac{3}{2}}$ 4) $\sqrt{\frac{2}{3}}$

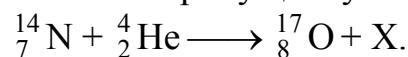
A21

Какая из строчек таблицы правильно отражает структуру ядра ${}_{50}^{132}\text{Sn}$?

	p – число протонов	n – число нейтронов
1)	132	182
2)	132	50
3)	50	132
4)	50	82

A22

Укажите пропущенную частицу X в ядерной реакции



- 1) α -частица
 2) протон
 3) нейтрон
 4) β -частица

A23

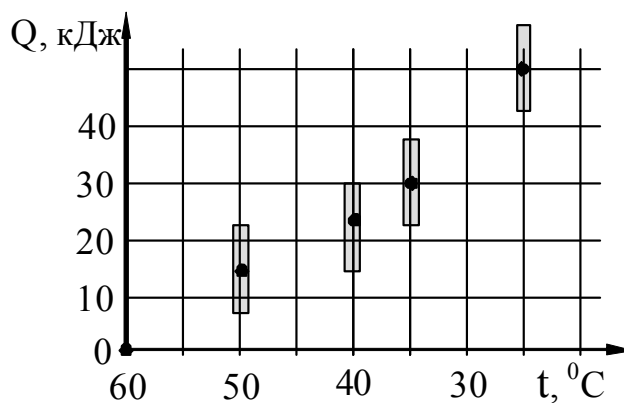
Красная граница фотоэффекта исследуемого металла соответствует длине волны $\lambda_{\text{кр}} = 600$ нм. При освещении этого металла светом длиной волны λ максимальная кинетическая энергия выбитых из него фотоэлектронов в 3 раза меньше энергии падающего света. Какова длина волны λ падающего света?

- 1) 133 нм 2) 300 нм 3) 400 нм 4) 1200 нм

A24 Ученик изучал в школьной лаборатории колебания математического маятника. Результаты измерений каких величин дадут ему возможность рассчитать период колебаний маятника?

- 1) массы маятника m и знание табличного значения ускорения свободного падения g
- 2) длины нити маятника l и знание табличного значения ускорения свободного падения g
- 3) амплитуды колебаний маятника A и его массы m
- 4) амплитуды колебаний маятника A и знание табличного значения ускорения свободного падения g

A25 Измеряли, какое количество теплоты Q , кДж отдает 1 кг изучаемого вещества при остывании до той или иной температуры. Погрешности измерения количества теплоты и температуры составляли соответственно 8 кДж и $0,5^\circ\text{C}$. Результаты измерений с учетом их погрешности представлены на рисунке. Чему примерно равна удельная теплоемкость данного вещества?

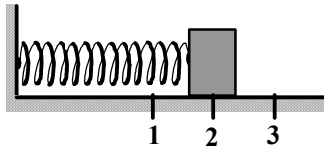


- 1) $2,7 \text{ кДж}/(\text{кг}\cdot\text{К})$
- 2) $2,0 \text{ кДж}/(\text{кг}\cdot\text{К})$
- 3) $0,4 \text{ кДж}/(\text{кг}\cdot\text{К})$
- 4) $1,4 \text{ кДж}/(\text{кг}\cdot\text{К})$

Часть 2

Ответом к заданиям этой части (В1–В4) является последовательность цифр. Впишите ответы сначала в текст работы, а затем перенесите их в бланк ответов № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки, без пробелов и каких-либо дополнительных символов. Каждую цифру пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами.

В1



Груз изображенного на рисунке пружинного маятника совершает гармонические колебания между точками 1 и 3. Пружину маятника заменили на другую с меньшей жесткостью, а амплитуду колебаний оставили прежней.

Как изменятся при этом период колебаний, максимальная потенциальная энергия маятника и его максимальная кинетическая энергия?

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.

Период колебаний	Максимальная потенциальная энергия маятника	Максимальная кинетическая энергия маятника

В2

Частица массой m , несущая заряд q , движется в однородном магнитном поле с индукцией B по окружности радиуса R со скоростью v .

Как изменится радиус траектории, период обращения и кинетическая энергия частицы, если в том же магнитном поле с той же скоростью будет двигаться частица массой m , но имеющая больший заряд?

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.

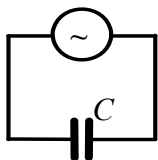
Радиус траектории	Период обращения	Кинетическая энергия

В3

Установите соответствие между физическими величинами и приборами, при помощи которых их можно измерить. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

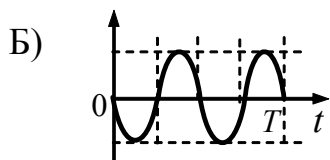
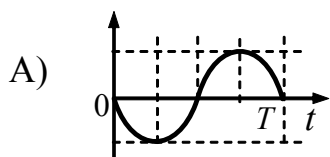
ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА	ПРИБОР
А) Атмосферное давление у подножия горы	1) психрометр
Б) Давление воздуха в шине автомобиля	2) барометр
	3) гигрометр
	4) манометр

А	Б

В4

Конденсатор включен в цепь переменного тока (см. рисунок). В момент времени $t = 0$ заряд левой обкладки конденсатора максимален. Графики А и Б представляют изменения физических величин, характеризующих колебания в цепи переменного тока.

Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ**ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ**

- 1) емкостное сопротивление X_C
- 2) напряжение на конденсаторе U_C
- 3) сила тока в цепи I
- 4) мощность тока на конденсаторе IU_C

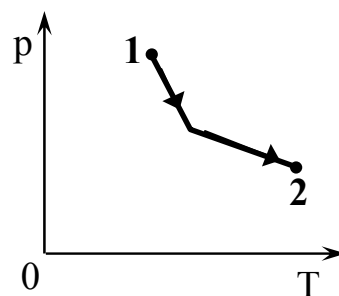
А	Б

Часть 3

Задания С1–С6 представляют собой задачи, полное решение которых необходимо записать в бланке ответов № 2. Рекомендуется провести предварительное решение на черновике. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (С1, С2 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.

С1

На диаграмме (см. рисунок) показан процесс изменения состояния идеального одноатомного газа. Опираясь на свои знания по молекулярной физике, объясните, как меняется объем газа по мере его перехода из состояния 1 в состояние 2.



Полное правильное решение каждой из задач С2–С6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

С2

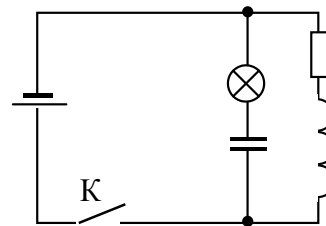
Грузовой автомобиль с двумя ведущими осями массой $M = 4$ т тянет за нерастяжимый трос вверх по уклону легковой автомобиль массой $m = 1$ т, у которого выключен двигатель. С каким максимальным ускорением могут двигаться автомобили, если угол уклона составляет $\alpha = \arcsin 0,1$, а коэффициент трения между шинами грузового автомобиля и дорогой $\mu = 0,2$? Силой трения качения, действующей на легковой автомобиль, пренебречь. Массой колес пренебречь.

С3

Воздушный шар объемом 2500 м^3 и массой оболочки 400 кг имеет внизу отверстие, через которое воздух в шаре нагревается горелкой. До какой минимальной температуры нужно нагреть воздух в шаре, чтобы он взлетел вместе с грузом (корзиной и воздухоплавателем) массой 200 кг ? Температура окружающего воздуха 7°C , его плотность $1,2 \text{ кг/м}^3$. Оболочку шара считать нерастяжимой.

C4

В электрической цепи, показанной на рисунке, ЭДС источника тока равна 12 В; емкость конденсатора 2 мФ; индуктивность катушки 5 мГн, сопротивление лампы 5 Ом и сопротивление резистора 3 Ом. В начальный момент времени ключ К замкнут. Какая энергия выделится в лампе после размыкания ключа? Внутренним сопротивлением источника тока пренебречь. Сопротивлением катушки и проводов пренебречь.

**C5**

Медное кольцо, диаметр которого 20 см, а диаметр провода кольца 2 мм, расположено в однородном магнитном поле. Плоскость кольца перпендикулярна вектору магнитной индукции. Определите модуль скорости изменения магнитной индукции поля со временем, если при этом в кольце возникает индукционный ток 10 А. Удельное сопротивление меди $\rho_{\text{Cu}} = 1,72 \cdot 10^{-8}$ Ом·м.

C6

Фотон с длиной волны, соответствующей красной границе фотоэффекта, выбивает электрон из металлической пластинки (катода) сосуда, из которого откачан воздух. Электрон разгоняется однородным электрическим полем напряженностью E . Пролетев путь $S = 5 \cdot 10^{-4}$ м, он приобретает скорость $v = 3 \cdot 10^6$ м/с. Какова напряженность электрического поля? Релятивистские эффекты не учитывать.

Инструкция по проверке и оценке работ учащихся по физике

Вариант 5

Часть 1

За правильный ответ на каждое задание части 1 ставится 1 балл.

Если указаны два и более ответов (в том числе правильный), неверный ответ или ответ отсутствует – 0 баллов.

Вариант 5	
Номер задания	Правильный ответ
1	3
2	1
3	4
4	1
5	1
6	3
7	2
8	4
9	2
10	3
11	2
12	4
13	4
14	3
15	2
16	2
17	1
18	3
19	2
20	1
21	4
22	2
23	3
24	2
25	4

Часть 2

Задание с кратким ответом считается выполненным верно, если в заданиях В1–В4 правильно указана последовательность цифр.

За полный правильный ответ ставится 2 балла, 1 балл – допущена одна ошибка; за неверный ответ (более одной ошибки) или его отсутствие – 0 баллов.

Номер задания	Правильный ответ
В1	122
В2	223
В3	24
В4	34

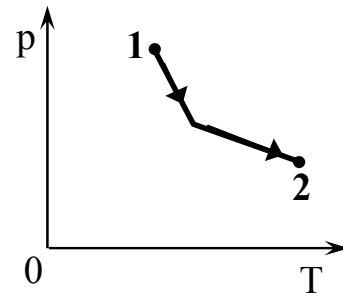
Часть 3

КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЙ С РАЗВЕРНУТЫМ ОТВЕТОМ

Решения заданий С1–С6 части 3 (с развернутым ответом) оцениваются экспертной комиссией. На основе критериев, представленных в приведенных ниже таблицах, за выполнение каждого задания в зависимости от полноты и правильности данного учащимся ответа выставляется от 0 до 3 баллов.

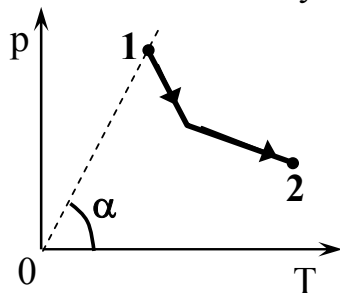
С1

На диаграмме (см. рисунок) показан процесс изменения состояния идеального одноатомного газа. Опираясь на свои знания по молекулярной физике, объясните, как меняется объем газа по мере его перехода из состояния 1 в состояние 2.



Образец возможного решения

1. Объем газа будет постоянно увеличиваться.



2. Согласно закону Клапейрона-Менделеева, объем идеального газа обратно пропорционален его давлению и прямо пропорционален

температуре: $V = \nu R \frac{1}{p} T$, где ν — количество вещества (газа).

Поскольку p/T , например, в состоянии 1, равен тангенсу угла наклона проведенной пунктиром изохоры (прямой, соединяющей точку 1 на диаграмме с началом координат), то объем газа в состоянии 1 $V = \nu R \frac{1}{\operatorname{tg}\alpha}$.

3. По мере перемещения вправо и вниз вдоль диаграммы точки, показывающей состояние газа, тангенс угла наклона проходящей через эту точку изохоры монотонно уменьшается. Следовательно, в данном процессе объем газа монотонно возрастает.

Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае <i>n.1</i>), и полное верное объяснение (в данном случае – <i>n.2–3</i>) с указанием наблюдаемых явлений и законов (в данном случае – уравнение Менделеева-Клапейрона)	3
Приведено решение и дан верный ответ, но имеется <u>один</u> из следующих недостатков: — В объяснении содержатся лишь общие рассуждения без привязки к конкретной ситуации задачи, хотя указаны все необходимые физические явления и законы. ИЛИ — Рассуждения, приводящие к ответу, представлены не в полном объеме или в них содержатся логические недочеты. ИЛИ — Указаны не все физические явления и законы, необходимые для полного правильного решения.	2
Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> из следующих случаев: — Приведены рассуждения с указанием на физические явления и законы, но дан неверный или неполный ответ. ИЛИ — Приведены рассуждения с указанием на физические явления и законы, но ответ не дан. ИЛИ — Представлен только правильный ответ без обоснований.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.	0

C2

Грузовой автомобиль с двумя ведущими осями массой $M = 4$ т тянет за нерастяжимый трос вверх по уклону легковой автомобиль массой $m = 1$ т, у которого выключен двигатель. С каким максимальным ускорением могут двигаться автомобили, если угол уклона составляет $\alpha = \arcsin 0,1$, а коэффициент трения между шинами грузового автомобиля и дорогой $\mu = 0,2$? Силой трения качения, действующей на легковой автомобиль, пренебречь. Массой колес пренебречь.

Образец возможного решения	
<p>Максимальная сила тяги, действующая на систему из двух автомобилей в направлении их движения, составляет $\mu Mg \cos \alpha$, где $\cos \alpha = \sqrt{0,99} \approx 1$.</p> <p>Проекция равнодействующей сил, действующих на систему из двух автомобилей, на направление их движения:</p> $F = \mu Mg \cos \alpha - Mg \sin \alpha - mg \sin \alpha;$ <p>Второй закон Ньютона:</p> $a = \frac{F}{M + m} = g \left(\frac{M}{M + m} \cdot \mu \cos \alpha - \sin \alpha \right).$ <p>Численное значение ускорения: $a = 0,6 \text{ м/с}^2$.</p>	
Критерии оценки выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>1) правильно записаны формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном решении – <i>II закон Ньютона, формула расчёта силы трения скольжения</i>);</p> <p>2) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ; при этом допускается решение «по частям» (с промежуточными вычислениями).</p>	3
<p>Представленное решение содержит п.1 полного решения, но и имеет один из следующих недостатков:</p> <p>– в необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка;</p> <p>ИЛИ</p> <p>– необходимые математические преобразования и вычисления логически верны, не содержат ошибок, но не закончены;</p> <p>ИЛИ</p> <p>– не представлены преобразования, приводящие к ответу, но записан правильный числовой ответ или ответ в общем виде;</p> <p>ИЛИ</p> <p>– решение содержит ошибку в необходимых математических преобразованиях и не доведено до числового ответа.</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 задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи, и ответа;</p> <p>ИЛИ</p> <p>– в решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения 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 задачи (или 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

С3

Воздушный шар объемом 2500 м^3 и массой оболочки 400 кг имеет внизу отверстие, через которое воздух в шаре нагревается горелкой. До какой минимальной температуры нужно нагреть воздух в шаре, чтобы он взлетел вместе с грузом (корзиной и воздухоплавателем) массой 200 кг ? Температура окружающего воздуха 7°C , его плотность $1,2 \text{ кг/м}^3$. Оболочку шара считать нерастяжимой.

Образец возможного решения

Шар поднимет груз при условии: $(M + m)g + m_{\text{ш}}g = m_a g$, где M и m — масса оболочки шара и груза, $m_{\text{ш}}$ и m_a — масса воздуха в шаре и такого же по объему воздуха вне шара. Сокращая на g , имеем: $M + m = m_a - m_{\text{ш}}$.

При нагревании воздуха в шаре его давление p и объем не меняются. Следовательно, согласно уравнению Клапейрона-Менделеева,

$$\rho V = \frac{m_{\text{ш}}}{\mu} R T_{\text{ш}} = \frac{m_a}{\mu} R T_a, \text{ где } \mu \text{ — средняя молярная масса воздуха, } T_{\text{ш}} \text{ и } T_a$$

— его температура внутри и вне шара. Отсюда: $m_{\text{ш}} = m_a \frac{T_a}{T_{\text{ш}}} = \rho V \frac{T_a}{T_{\text{ш}}}$;

$$m_a - m_{\text{ш}} = \rho V \left(1 - \frac{T_a}{T_{\text{ш}}}\right); \quad M + m = \rho V \left(1 - \frac{T_a}{T_{\text{ш}}}\right). \text{ Следовательно,}$$

$$\left(1 - \frac{T_a}{T_{\text{ш}}}\right) = \frac{M + m}{\rho V} = \frac{200 + 400}{1,2 \cdot 2500} = 0,2; \quad \frac{T_a}{T_{\text{ш}}} = 1 - 0,2 = 0,8;$$

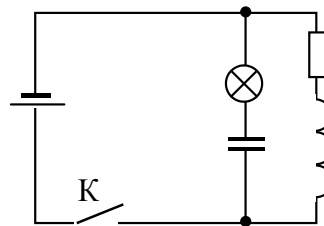
$$T_{\text{ш}} = \frac{T_a}{0,8} = \frac{280}{0,8} = 350 \text{ К.}$$

Ответ: $T_{\text{ш}} = 77^\circ\text{C}$.

Критерии оценки выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>1) правильно записаны формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном решении – <i>второй закон Ньютона, уравнение Менделеева-Клапейрона</i>);</p> <p>2) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ; при этом допускается решение «по частям» (с промежуточными вычислениями).</p>	3
<p>Представленное решение содержит п.1 полного решения, но и имеет один из следующих недостатков:</p> <p>– в необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка;</p> <p>ИЛИ</p> <p>– необходимые математические преобразования и вычисления логически верны, не содержат ошибок, но не закончены;</p> <p>ИЛИ</p> <p>– не представлены преобразования, приводящие к ответу, но записан правильный числовой ответ или ответ в общем виде;</p> <p>ИЛИ</p> <p>– решение содержит ошибку в необходимых математических преобразованиях и не доведено до числового ответа.</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 задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи, и ответа;</p> <p>ИЛИ</p> <p>– в решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения 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 задачи (или 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

С4

В электрической цепи, показанной на рисунке, ЭДС источника тока равна 12 В; емкость конденсатора 2 мФ; индуктивность катушки 5 мГн, сопротивление лампы 5 Ом и сопротивление резистора 3 Ом. В начальный момент времени ключ К замкнут. Какая энергия выделится в лампе после размыкания ключа? Внутренним сопротивлением источника тока пренебречь. Сопротивлением катушки и проводов пренебречь.



Образец возможного решения

Пока ключ замкнут, через катушку L течет ток I , определяемый сопротивлением резистора: $I = \frac{\varepsilon}{R}$, конденсатор заряжен до напряжения: $U = \varepsilon$.

Энергия электромагнитного поля в катушке L : $\frac{LI^2}{2}$.

Энергия электромагнитного поля в конденсаторе $\frac{C\varepsilon^2}{2}$.

После размыкания ключа начинаются затухающие электромагнитные колебания, и вся энергия, запасенная в конденсаторе и катушке, выделится в лампе и резисторе:

$$E = \frac{C\varepsilon^2}{2} + \frac{LI^2}{2} = \frac{C\varepsilon^2}{2} + \frac{\varepsilon^2}{2R^2}L = 0,184 \text{ Дж.}$$

Согласно закону Джоуля–Ленца, выделяемая в резисторе мощность пропорциональна его сопротивлению. Следовательно, энергия 0,184 Дж распределится в лампе и резисторе пропорционально их сопротивлениям, и на лампу приходится $E_L = \frac{5}{8}E = 0,115 \text{ Дж}$.

Ответ: $E_L = 0,115 \text{ Дж}$.

Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы: 1) правильно записаны формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном решении – закон сохранения энергии, закон Джоуля-Ленца, закон Ома); 2) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ; при этом допускается решение «по частям» (с промежуточными вычислениями).	3
Представленное решение содержит п.1 полного решения, но и имеет один из следующих недостатков:	2

<p>– в необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка;</p> <p>ИЛИ</p> <p>– необходимые математические преобразования и вычисления логически верны, не содержат ошибок, но не закончены;</p> <p>ИЛИ</p> <p>– не представлены преобразования, приводящие к ответу, но записан правильный числовой ответ или ответ в общем виде;</p> <p>ИЛИ</p> <p>– решение содержит ошибку в необходимых математических преобразованиях и не доведено до числового ответа.</p>	
<p>Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев:</p> <p>– представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи, и ответа;</p> <p>ИЛИ</p> <p>– в решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения 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 задачи (или 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

C5 Медное кольцо, диаметр которого 20 см, а диаметр провода кольца 2 мм, расположено в однородном магнитном поле. Плоскость кольца перпендикулярна вектору магнитной индукции. Определите модуль скорости изменения магнитной индукции поля со временем, если при этом в кольце возникает индукционный ток 10 А. Удельное сопротивление меди $\rho_{\text{Cu}} = 1,72 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}$.

<p>Образец возможного решения</p> <p>ЭДС индукции в кольце $\varepsilon = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$.</p> <p>Изменение магнитного потока за время Δt равно $\Delta\Phi = \Delta(BS)$, где S (площадь кольца) постоянна и равна $S = \frac{\pi D^2}{4}$.</p>

Следовательно, $|\varepsilon| = S \left| \frac{\Delta B}{\Delta t} \right|$, откуда $\left| \frac{\Delta B}{\Delta t} \right| = \frac{\varepsilon}{S}$.

С другой стороны, по закону Ома $\varepsilon = IR = I \frac{\rho l}{S_{\text{пр}}}$, где $S_{\text{пр}}$ – площадь поперечного сечения медного провода $S_{\text{пр}} = \frac{\pi d^2}{4}$, длина кольца $l = \pi D$.

Отсюда $\left| \frac{\Delta B}{\Delta t} \right| = \frac{16I\rho}{\pi d^2 D} \approx 1 \text{ Тл/с}$. Ответ: $\left| \frac{\Delta B}{\Delta t} \right| \approx 1 \text{ Тл/с}$.

Критерии оценки выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>1) верно записаны формулы, выражающие физические законы, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном решении — <i>закон Фарадея, закон Ома, формула для сопротивления длинного тонкого проводника, формула для магнитного потока</i>);</p> <p>2) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ. При этом допускается решение "по частям" (с промежуточными вычислениями).</p>	3
<p>— Представлено правильное решение только в общем виде, без каких-либо числовых расчетов.</p> <p>ИЛИ</p> <p>— Правильно записаны необходимые формулы, записан правильный ответ, но не представлены преобразования, приводящие к ответу.</p> <p>ИЛИ</p> <p>— В математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка, которая привела к неверному ответу.</p>	2
<p>– В решении содержится ошибка в <u>необходимых</u> математических преобразованиях и отсутствуют какие-либо числовые расчеты.</p> <p>ИЛИ</p> <p>– Записаны все исходные формулы, необходимые для решения задачи, но в ОДНОЙ из них допущена ошибка.</p> <p>ИЛИ</p> <p>– Отсутствует одна из формул, необходимых для решения задачи.</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла (использование неприменимого закона, отсутствие более одного исходного уравнения, разрозненные записи и т.п.).</p>	0

Радиоактивный препарат помещен в медный контейнер массой 0,5 кг. За 2 ч температура контейнера повысилась на 5,2 К. Известно, что данный препарат испускает α -частицы с энергией 5,3 МэВ, причем энергия всех α -частиц полностью переходит во внутреннюю энергию. Найдите активность препарата A , т.е. количество α -частиц, рождающихся в нем за 1 с. Теплоемкостью препарата и теплообменом с окружающей средой пренебречь.

Образец возможного решения	
<p>За время Δt в препарате выделяется количество теплоты $Q = A \cdot \varepsilon \cdot \Delta t$, где A – активность препарата, ε – энергия α-частицы.</p> <p>Изменение температуры контейнера ΔT определяется равенством $Q = c \cdot m \cdot \Delta T$, где c – удельная теплоемкость меди, m – масса контейнера.</p> <p>Выделившееся количество теплоты идет на нагревание контейнера. Отсюда $A = \frac{cm \Delta T}{\varepsilon \Delta t}$. Ответ: $A \approx 1,7 \cdot 10^{11} \text{ с}^{-1}$.</p>	
Критерии оценки выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>1) правильно записаны формулы, выражающие физические законы, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном решении — <i>формулы для количества теплоты</i>);</p> <p>2) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ. При этом допускается решение "по частям" (с промежуточными вычислениями).</p>	3
<p>Представленное решение содержит п.1 полного решения, но и имеет один из следующих недостатков:</p> <p>– в необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка;</p> <p>ИЛИ</p> <p>– необходимые математические преобразования и вычисления логически верны, не содержат ошибок, но не закончены;</p> <p>ИЛИ</p> <p>– не представлены преобразования, приводящие к ответу, но записан правильный числовой ответ или ответ в общем виде;</p> <p>ИЛИ</p> <p>– решение содержит ошибку в необходимых математических преобразованиях и не доведено до числового ответа.</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 задачи, без каких-либо преобразований с их использованием,</p>	1

<p>направленных на решение задачи, и ответа; ИЛИ – в решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения 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 задачи (или утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p>	
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.</p>	0