

Диагностическая работа № 1**по ФИЗИКЕ****17 декабря 2012 года****11 класс****Вариант 1****Инструкция по выполнению работы**

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 235 минут. Работа состоит из 3 частей, включающих в себя 35 заданий.

Часть 1 содержит 21 задание (A1–A21). К каждому заданию даётся четыре варианта ответа, из которых только один правильный.

Часть 2 содержит 4 задания (B1–B4), на которые надо дать краткий ответ в виде последовательности цифр

Часть 3 содержит 10 задач: A22–A25 с выбором одного верного ответа и C1–C6, для которых требуется дать развёрнутые решения.

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор

Все бланки ЕГЭ заполняются яркими чёрными чернилами. Допускается использование гелевой, капиллярной или перьевой ручек.

При выполнении заданий Вы можете пользоваться черновиком. Обращаем Ваше внимание на то, что записи в черновике не будут учитываться при оценивании работы.

Советуем выполнять задания в том порядке, в котором они даны. Для экономии времени пропускайте задание, которое не удаётся выполнить сразу, и переходите к следующему. Если после выполнения всей работы у Вас останется время, Вы сможете вернуться к пропущенным заданиям.

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

Желаем успеха!**Район.****Город (населённый пункт)****Школа.****Класс****Фамилия****Имя.****Отчество**

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

Десятичные приставки

Наименование	Обозначение	Множитель	Наименование	Обозначение	Множитель
гига	Г	10 ⁹	санти	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	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$

Соотношения между различными единицами

температура	0 К = − 273°С
атомная единица массы	1 а. е. м. = 1,66·10 ⁻²⁷ кг
1 атомная единица массы эквивалентна	931,5 МэВ
1 электронвольт	1 эВ = 1,6·10 ⁻¹⁹ Дж

Массы 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	13 600 кг/м ³

Удельная теплоёмкость

воды	4,2·10 ³ Дж/(кг·К)	алюминия	900 Дж/(кг·К)
льда	2,1·10 ³ Дж/(кг·К)	меди	380 Дж/(кг·К)
железа	640 Дж/(кг·К)	чугуна	500 Дж/(кг·К)
свинца	130 Дж/(кг·К)		

Удельная теплота

парообразования воды	2,3·10 ⁶ Дж/кг
плавления свинца	2,5·10 ⁴ Дж/кг
плавления льда	3,3·10 ⁵ Дж/кг

Нормальные условия

давление: 10 ⁵ Па, температура: 0 °С

Молярная масса

азота	28·10 ⁻³ кг/моль	гелия	4·10 ⁻³ кг/моль
аргона	40·10 ⁻³ кг/моль	кислорода	32·10 ⁻³ кг/моль
водорода	2·10 ⁻³ кг/моль	лития	6·10 ⁻³ кг/моль
воздуха	29·10 ⁻³ кг/моль	неона	20·10 ⁻³ кг/моль
воды	18·10 ⁻³ кг/моль	углекислого газа	44·10 ⁻³ кг/моль

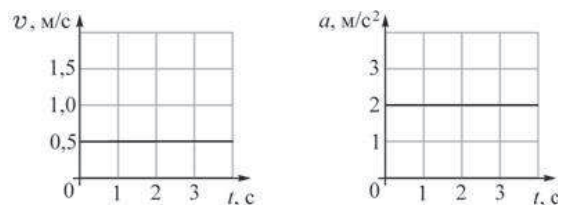
Часть 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого Вами задания (A1–A21) поставьте знак «х» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного Вами ответа.

- A1** Автобус везёт пассажиров по прямой дороге со скоростью 10 м/с. Пассажир равномерно идёт по салону автобуса со скоростью 1 м/с относительно автобуса, двигаясь от задней двери к кабине водителя. Чему равен модуль скорости пассажира относительно дороги?

1) 11 м/с 2) 10 м/с 3) 9 м/с 4) 1 м/с

- A2** На материальную точку массой $m = 2$ кг, находящуюся на гладкой горизонтальной поверхности, начинает действовать сила $F = 1$ Н, направленная вдоль горизонтальной оси OX . На рисунке изображены графики зависимостей проекций скорости v и ускорения a на ось OX от времени t .



Какое из следующих утверждений справедливо?
Для данной материальной точки правильно изображён
А. график зависимости проекции скорости от времени;
Б. график зависимости проекции ускорения от времени.

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

- A3** Сила трения скольжения бруска о поверхность стола зависит

1) от площади соприкосновения бруска и стола
2) от скорости движения бруска по столу
3) от силы нормальной реакции, действующей со стороны стола на брусок
4) от площади соприкосновения бруска и стола и от скорости движения бруска по столу

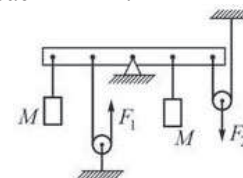
- A4** На корме лодки, покоящейся на воде, стоит человек. Масса лодки M , масса человека m . Человек начинает равномерно двигаться с кормы на нос лодки со скоростью u относительно лодки. Модуль скорости V лодки относительно воды можно вычислить по формуле

$$1) V = \frac{m}{m+M}u \quad 2) V = \frac{M}{m+M}u \quad 3) V = \frac{m}{M}u \quad 4) V = \frac{m+M}{M}u$$

- A5** Искусственный спутник летает вокруг Земли по круговой орбите. Если на очень большом расстоянии от Земли потенциальная энергия спутника равна нулю, то полная механическая энергия этого спутника на данной орбите

1) положительна
2) отрицательна
3) равна нулю
4) может быть любой – в зависимости от скорости спутника

- A6** Чтобы уравновесить на лёгкой рейке с помощью двух невесомых блоков одинаковые грузы массой M каждый, к нити, перекинутой через левый блок, и к оси правого блока необходимо приложить вертикальные силы F_1 и F_2 (см. рисунок). Расстояния между чёрными точками на рейке одинаковы, трение отсутствует, нити нерастяжимы.



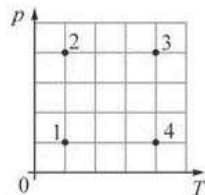
Можно утверждать, что

1) $F_1 = 2F_2$ 2) $F_2 = 2F_1$
3) $F_1 = F_2 = Mg$ 4) $F_2 - F_1 = Mg$

- A7** Аморфными называют тела, которые

1) находятся в твёрдом состоянии и не имеют никакой упорядоченной структуры
2) находятся в твёрдом состоянии и представляют собой один большой кристалл
3) находятся в твёрдом состоянии и состоят из большого числа хаотически расположенных мелких кристаллов
4) находятся в жидком состоянии

- A8** На диаграмме зависимости давления p идеального газа неизменной массы от его температуры T изображены четыре состояния этого газа. Максимальный объём газ занимает в состоянии

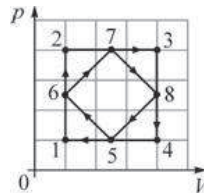


- 1) 1 2) 2 3) 3 4) 4

- A9** Если жидкость находится в равновесии со своим насыщенным паром, то скорость испарения жидкости

- 1) больше скорости конденсации пара
- 2) меньше скорости конденсации пара
- 3) равна скорости конденсации пара
- 4) равна нулю

- A10** На рисунке изображены два циклических процесса $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 4 \rightarrow 1$ и $5 \rightarrow 6 \rightarrow 7 \rightarrow 8 \rightarrow 5$.



Какое из следующих утверждений справедливо?

A. Работа газа в случае циклического процесса $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 4 \rightarrow 1$ больше, чем работа газа в случае циклического процесса $5 \rightarrow 6 \rightarrow 7 \rightarrow 8 \rightarrow 5$.

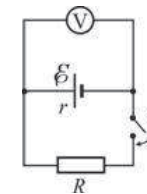
Б. Изменение внутренней энергии газа в результате циклического процесса $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 4 \rightarrow 1$ больше, чем изменение внутренней энергии газа в результате циклического процесса $5 \rightarrow 6 \rightarrow 7 \rightarrow 8 \rightarrow 5$.

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

- A11** Для того чтобы увеличить электрическую ёмкость плоского воздушного конденсатора, нужно

- 1) уменьшить расстояние между его пластинами
- 2) увеличить площадь пластин
- 3) заполнить пространство между пластинами диэлектриком
- 4) проделать любую из перечисленных выше операций

- A12** На рисунке изображена схема электрической цепи, включающей источник постоянного тока, идеальный вольтметр, ключ и резистор. Показание вольтметра при замкнутом ключе в 3 раза меньше, чем показание вольтметра при разомкнутом ключе.



Можно утверждать, что внутреннее сопротивление источника тока

- 1) в 3 раза больше сопротивления резистора
- 2) в 3 раза меньше сопротивления резистора
- 3) в 2 раза больше сопротивления резистора
- 4) в 2 раза меньше сопротивления резистора

- A13** Первое кольцо сделано из медной проволоки, а второе – из стальной. Радиусы колец одинаковы. Магнитный поток через каждое из колец равномерно изменяется на 2 Вб за 1 с. Можно утверждать, что

- 1) через кольца протекут одинаковые электрические заряды
- 2) в кольцах будет протекать одинаковый индукционный ток
- 3) в кольцах будет наводиться одинаковая ЭДС индукции
- 4) все три приведённых выше утверждения будут истинны

- A14** В колебательном контуре, ёмкость конденсатора которого равна 20 мкФ, происходят собственные электромагнитные колебания. Зависимость напряжения на конденсаторе от времени для этого колебательного контура имеет вид $U = U_0 \cos(500t)$, где все величины выражены в единицах СИ. Индуктивность катушки в этом колебательном контуре равна

- 1) 12,5 мГн 2) 0,2 Гн 3) 25 Гн 4) 100 Гн

- A15** Получить мнимое прямое увеличенное изображение можно с помощью

- 1) плоского зеркала
- 2) рассеивающей линзы
- 3) собирающей линзы
- 4) любого из перечисленных оптических приборов

A16 Абсолютный показатель преломления вещества

- 1) всегда больше единицы
- 2) всегда меньше единицы
- 3) может быть равен единице
- 4) может быть равен нулю

A17 Скорость распространения фотонов в веществе

- 1) больше скорости света в этом веществе
- 2) меньше скорости света в этом веществе
- 3) равна скорости света в этом веществе
- 4) больше скорости света в вакууме

A18 Вокруг ядра атома обращаются 12 электронов с зарядом $-e$ каждый. Можно утверждать, что электрический заряд ядра этого атома

- 1) $-12e$
- 2) $+12e$
- 3) по модулю больше $+12e$
- 4) по модулю меньше $+12e$

A19 Ядро атома состоит из

- 1) электронов и протонов
- 2) электронов и нейтронов
- 3) протонов и нейтронов
- 4) электронов, протонов и нейтронов

A20 Брусек лежит на горизонтальной деревянной доске. Доску начали медленно наклонять и заметили, что брусок начал соскальзывать с неё в момент, когда доска составляла с горизонтом угол 30° . Точность измерения угла составляет $\pm 2^\circ$. Этот опыт свидетельствует о том, что коэффициент трения бруска о доску

- 1) $\approx 0,58$
- 2) лежит в диапазоне от $\approx 0,57$ до $\approx 0,59$
- 3) лежит в диапазоне от $\approx 0,45$ до $\approx 0,71$
- 4) лежит в диапазоне от $\approx 0,53$ до $\approx 0,62$

A21 Школьник экспериментирует с лампой накаливания для карманного фонаря – подаёт на неё различные напряжения и измеряет силу протекающего через лампу постоянного электрического тока. Результаты его измерений приведены в таблице.

Напряжение U , В	1	2	3	4	5
Сила тока I , мА.	33	51	67	83	100

Какой вывод может сделать школьник из своих наблюдений?

- 1) сопротивление нити лампочки с ростом напряжения увеличивается
- 2) сопротивление нити лампочки с ростом напряжения уменьшается
- 3) сопротивление нити лампочки с ростом напряжения не изменяется
- 4) связь между сопротивлением нити лампочки и напряжением на ней отсутствует

Часть 2

Ответом к заданиям этой части (B1–B4) 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 запятых, пробелов и каких-либо дополнительных символов. Каждую цифру пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами.

B1 Отец посадил на качели младшую дочь и раскачал качели до амплитуды 30° . Затем он остановил качели, посадил на них вместо дочери старшего сына, масса которого больше массы дочери, и снова раскачал качели до той же амплитуды. Как при этом изменились следующие физические величины: максимальная потенциальная энергия качающегося ребёнка относительно поверхности земли, скорость качелей при прохождении ими положения равновесия, максимальная сила давления качающегося ребёнка на сиденье качелей?

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.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) максимальная потенциальная энергия качающегося ребёнка относительно поверхности земли
- Б) скорость качелей при прохождении ими положения равновесия
- В) максимальная сила давления качающегося ребёнка на сиденье качелей

ИХ ИЗМЕНЕНИЕ

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

Ответ:

А	Б	В

В2 В вертикальном цилиндрическом сосуде под подвижным поршнем массой M , способным скользить без трения вдоль стенок сосуда, находится идеальный газ. Газу сообщают некоторое количество теплоты. Как в этом процессе изменяются следующие физические величины: внутренняя энергия газа, средняя кинетическая энергия хаотического движения молекул газа, концентрация молекул?

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.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

ИХ ИЗМЕНЕНИЕ

- | | |
|--|------------------|
| А) внутренняя энергия газа | 1) увеличивается |
| Б) средняя кинетическая энергия хаотического движения молекул газа | 2) уменьшается |
| В) концентрация молекул | 3) не изменяется |

Ответ:

А	Б	В
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

В3 Двум металлическим пластинам площадью S каждая сообщили равные по модулю, но противоположные по знаку заряды $+Q$ и $-Q$. Пластины расположили на малом расстоянии d друг от друга. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФОРМУЛЫ

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- | | |
|-------------------------------------|---|
| А) $\frac{Qd}{\varepsilon_0 S}$ | 1) напряжённость электрического поля между пластинами |
| | 2) разность потенциалов между пластинами |
| | 3) ёмкость системы, состоящей из двух таких пластин |
| Б) $\frac{Q^2 d}{2\varepsilon_0 S}$ | 4) энергия электрического поля, заключённого между этими пластинами |

Ответ:

А	Б
<input type="text"/>	<input type="text"/>

В4 Школьник проводит эксперименты с конденсатором, между пластинами которого имеется диэлектрик. Установите соответствие между физическими экспериментами и сопровождающими их физическими явлениями. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ПРОЦЕСС

ЯВЛЕНИЕ

- | | |
|---|--|
| А) подсоединение обкладок заряженного конденсатора к выводам катушки индуктивности | 1) возникновение постоянного однородного электрического поля |
| Б) подсоединение обкладок незаряженного конденсатора к полюсам источника постоянного напряжения | 2) возникновение постоянного гравитационного поля |
| | 3) возникновение постоянного магнитного поля |
| | 4) возникновение электромагнитных колебаний |

Ответ:

А	Б
<input type="text"/>	<input type="text"/>

Часть 3

Задания части 3 представляют собой задачи. Рекомендуется провести их предварительное решение на черновике. При выполнении заданий A22–A25 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого Вами задания поставьте знак «×» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного Вами ответа.

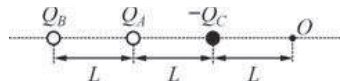
A22 Шарик, закреплённый на лёгкой нерастяжимой нити длиной $l = 60$ см, равномерно движется по окружности, лежащей в горизонтальной плоскости. При этом нить образует с вертикалью угол $\alpha = 60^\circ$. Определите модуль скорости шарика.

- 1) 12 м/с 2) $\approx 3,5$ м/с 3) 3 м/с 4) $\approx 2,6$ м/с

A23 В сосуде объёмом 1 л находится одноатомный идеальный газ при давлении 2 кПа. Средняя кинетическая энергия теплового движения молекулы газа равна $6 \cdot 10^{-21}$ Дж. Сколько молекул газа содержится в этом сосуде?

- 1) $1,55 \cdot 10^{22}$ 2) $6,02 \cdot 10^{23}$ 3) $0,33 \cdot 10^{21}$ 4) $0,5 \cdot 10^{21}$

- A24** На одной прямой на одинаковом расстоянии друг от друга расположены точечные положительные заряды $+Q_A$, $+Q_B$ и точечный отрицательный заряд $-Q_C$ (см. рисунок), причём заряды Q_A и Q_C равны по модулю. При таком расположении зарядов напряжённость электрического поля в точке O равна нулю. Определите отношение модуля заряда Q_B к модулю заряда Q_A .



- 1) 1,5 2) 4,5 3) 6,75 4) 11,25

- A25** Предмет расположен на расстоянии 9 см от собирающей линзы с фокусным расстоянием 6 см. Линзу заменили на другую собирающую линзу с фокусным расстоянием 8 см. На каком расстоянии от новой линзы нужно расположить предмет для того, чтобы увеличения в обоих случаях были одинаковыми?

- 1) 12 см 2) 3 см 3) 2 см 4) 1 см

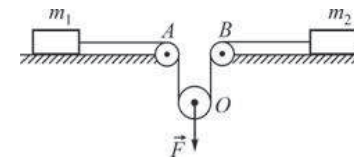
Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов №1.

Полное решение задач C1–C6 необходимо записать в бланке ответов № 2. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (C1, C2 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

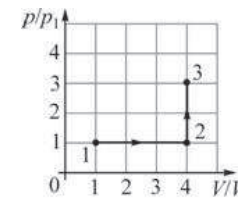
- C1** Известно, что сжиженные газы с низкими температурами кипения при нормальном давлении (например, метан, азот, кислород, водород, гелий) нельзя хранить в герметично закрытых сосудах, даже если они имеют хорошую теплоизоляцию. При хранении в открытых теплоизолированных сосудах, сообщающихся с атмосферой, потери таких газов на испарение, отнесённые к единице объёма жидкости, тем меньше, чем больше объём сосуда. Объясните причины вышеизложенного, основываясь на известных физических законах и закономерностях.

Полное правильное решение каждой из задач C2–C6 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

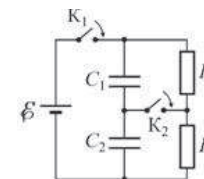
- C2** На гладкой горизонтальной плоскости лежат два груза массами $m_1 = 0,5$ кг и $m_2 = 2$ кг, соединённые невесомой нерастяжимой нитью, перекинутой через два неподвижных (A и B) и один подвижный (O) невесомые блоки, как показано на рисунке. Оси блоков горизонтальны, трения в осях блоков нет. К оси O подвижного блока приложена направленная вертикально вниз сила $F = 4$ Н. Найдите ускорение этой оси. Сделайте схематический рисунок с указанием сил, действующих на грузы и блок.



- C3** Над одним моле идеального одноатомного газа провели процесс 1–2–3, график которого приведён на рисунке в координатах V/V_1 и p/p_1 , где $V_1 = 1$ м³ и $p_1 = 2 \cdot 10^5$ Па – объём и давление газа в состоянии 1. Найдите количество теплоты, сообщённое газу в данном процессе 1–2–3.



- C4** В цепи, схема которой изображена на рисунке, вначале замыкают ключ K_1 , а затем, спустя длительное время, ключ K_2 . Какой заряд и в каком направлении протечёт после этого через ключ K_2 , если $R_1 = 2$ Ом, $R_2 = 3$ Ом, $C_1 = 1$ мкФ, $C_2 = 2$ мкФ, $\mathcal{E} = 10$ В? Источник считайте идеальным.



С5 В домашнем радиоприёмнике, принимающем сигнал в диапазонах длинных, средних и коротких волн (длины волн λ от 13 м до 2600 м), переменный конденсатор входного колебательного контура может изменять свою ёмкость C от 50 пФ до 500 пФ. В каких минимальных пределах при этом должны меняться индуктивности L катушек этого контура?

С6 При малых колебаниях вблизи положения равновесия математического маятника длиной $l = 1$ м модуль силы натяжения нити, на которой подвешен грузик массой $m = 100$ г, меняется в пределах от T до $T + \Delta T$, где $\Delta T = 15$ мН и $\Delta T \ll T$. Найдите амплитуду A колебаний этого маятника. Трение не учитывайте. При решении задачи учтите, что для малых углов α справедливо приближённое равенство $\sin \alpha \approx \alpha$. Сделайте схематический рисунок с указанием сил, действующих на грузик.

Инструкция по выполнению работы**Диагностическая работа № 1****по ФИЗИКЕ****17 декабря 2012 года****11 класс****Вариант 2**

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 235 минут. Работа состоит из 3 частей, включающих в себя 35 заданий.

Часть 1 содержит 21 задание (A1–A21). К каждому заданию даётся четыре варианта ответа, из которых только один правильный.

Часть 2 содержит 4 задания (B1–B4), на которые надо дать краткий ответ в виде последовательности цифр

Часть 3 содержит 10 задач: A22–A25 с выбором одного верного ответа и C1–C6, для которых требуется дать развёрнутые решения.

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор

Все бланки ЕГЭ заполняются яркими чёрными чернилами. Допускается использование гелевой, капиллярной или перьевой ручек.

При выполнении заданий Вы можете пользоваться черновиком. Обращаем Ваше внимание на то, что записи в черновике не будут учитываться при оценивании работы.

Советуем выполнять задания в том порядке, в котором они даны. Для экономии времени пропускайте задание, которое не удаётся выполнить сразу, и переходите к следующему. Если после выполнения всей работы у Вас останется время, Вы сможете вернуться к пропущенным заданиям.

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

Желаем успеха!**Район.****Город (населённый пункт)****Школа.****Класс****Фамилия****Имя.****Отчество**

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

Десятичные приставки

Наименование	Обозначение	Множитель	Наименование	Обозначение	Множитель
гига	Г	10^9	санти	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	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$

Соотношения 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	$1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$

Массы 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	$13\,600 \text{ кг/м}^3$

Удельная теплоёмкость

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	$640 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$	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	$28 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	гелия	$4 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
аргона	$40 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	кислорода	$32 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
водорода	$2 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	лития	$6 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
воздуха	$29 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	неона	$20 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
воды	$18 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	углекислого газа	$44 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$

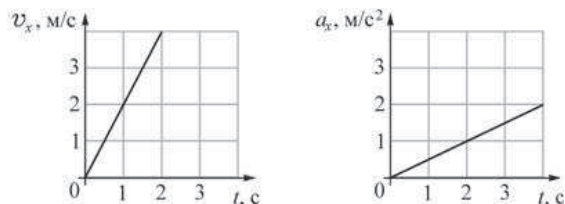
Часть 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого Вами задания (A1–A21) поставьте знак «х» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного Вами ответа.

- A1** Автобус везёт пассажиров по прямой дороге со скоростью 10 м/с. Пассажир равномерно идет по салону автобуса со скоростью 1 м/с относительно автобуса, двигаясь от кабины водителя к задней двери. Чему равен модуль скорости пассажира относительно дороги?

1) 11 м/с 2) 10 м/с 3) 9 м/с 4) 1 м/с

- A2** На материальную точку массой $m = 1$ кг, находящуюся на гладкой горизонтальной поверхности, начинает действовать сила $F = 2$ Н, направленная вдоль горизонтальной оси OX . На рисунке изображены графики зависимостей проекций скорости v_x и ускорения a_x на ось OX от времени t .



Какое из следующих утверждений справедливо?
Для данной материальной точки правильно изображён
А. график зависимости проекции скорости от времени;
Б. график зависимости проекции ускорения от времени.

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

- A3** Сила трения скольжения бруска о поверхность стола не зависит

1) от площади соприкосновения бруска и стола
2) от материала бруска и поверхности стола
3) от силы нормальной реакции, действующей со стороны стола на брусок
4) от материала бруска и поверхности стола и от силы нормальной реакции, действующей со стороны стола на брусок

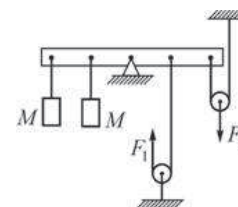
- A4** На корме лодки, покоящейся на воде, стоит человек. Масса лодки M , масса человека m . Человек начинает равномерно двигаться с кормы на нос лодки. При этом модуль скорости лодки относительно воды равен V . Модуль скорости u человека относительно лодки можно вычислить по формуле

$$1) u = \frac{m}{m+M}V \quad 2) u = \frac{M}{m+M}V \quad 3) u = \frac{m}{M}V \quad 4) u = \frac{m+M}{m}V$$

- A5** Искусственный спутник летает вокруг Земли по круговой орбите. Если на очень большом расстоянии от Земли потенциальная энергия спутника равна нулю, то потенциальная энергия этого спутника на данной орбите

1) положительна
2) отрицательна
3) равна нулю
4) может быть любой – в зависимости от скорости спутника

- A6** Чтобы уравновесить на лёгкой рейке с помощью двух невесомых блоков одинаковые грузы массой M каждый, к нити, перекинутой через левый блок, и к оси правого блока необходимо приложить вертикальные силы F_1 и F_2 (см. рисунок). Расстояния между чёрными точками на рейке одинаковы, трение отсутствует, нити нерастяжимы.



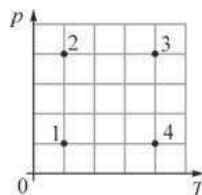
Можно утверждать, что

$$1) F_2 + F_1 = 2Mg \quad 2) F_2 + F_1 = 3Mg \\ 3) F_1 = F_2 = Mg \quad 4) F_2 - F_1 = Mg$$

- A7** Поликристаллическими называют тела, которые

1) находятся в твёрдом состоянии и не имеют никакой упорядоченной структуры
2) находятся в твёрдом состоянии и представляют собой один большой кристалл
3) находятся в твёрдом состоянии и состоят из большого числа хаотически расположенных мелких кристаллов
4) находятся в жидком состоянии

- A8** На диаграмме зависимости давления p идеального газа неизменной массы от его температуры T изображены четыре состояния этого газа. Минимальный объём газ занимает в состоянии

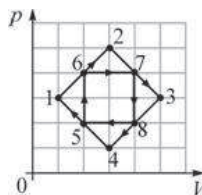


- 1) 1 2) 2 3) 3 4) 4

- A9** При динамическом равновесии между жидкостью и её насыщенным паром

- 1) конденсация и испарение не происходят
- 2) конденсация происходит быстрее испарения
- 3) конденсация происходит медленнее испарения
- 4) конденсация идет с такой же скоростью, что и испарение

- A10** На рисунке изображены два циклических процесса $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 4 \rightarrow 1$ и $5 \rightarrow 6 \rightarrow 7 \rightarrow 8 \rightarrow 5$.



Какое из следующих утверждений справедливо:

A. Работа газа в случае циклического процесса $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 4 \rightarrow 1$ меньше, чем работа газа в случае циклического процесса $5 \rightarrow 6 \rightarrow 7 \rightarrow 8$.

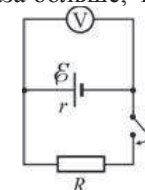
Б. Изменение внутренней энергии газа в результате циклического процесса $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 4 \rightarrow 1$ равно изменению внутренней энергии газа в результате циклического процесса $5 \rightarrow 6 \rightarrow 7 \rightarrow 8 \rightarrow 5$.

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

- A11** Для того чтобы уменьшить электрическую ёмкость плоского конденсатора, между пластинами которого помещён диэлектрик, нужно

- 1) увеличить расстояние между его пластинами
- 2) уменьшить площадь пластин
- 3) извлечь из пространства между пластинами диэлектрик
- 4) проделать любую из перечисленных выше операций

- A12** На рисунке изображена схема электрической цепи, включающей источник постоянного тока, идеальный вольтметр, ключ и резистор. Если внутреннее сопротивление источника в 4 раза больше, чем сопротивление резистора, то



- 1) показание вольтметра при разомкнутом ключе будет в 2 раза больше, чем при замкнутом ключе
- 2) показание вольтметра при разомкнутом ключе будет в 3 раза меньше, чем при замкнутом ключе
- 3) показание вольтметра при разомкнутом ключе будет в 4 раза больше, чем при замкнутом ключе
- 4) показание вольтметра при разомкнутом ключе будет в 5 раз больше, чем при замкнутом ключе

- A13** Первое кольцо сделано из медной проволоки, а второе – из алюминиевой. Радиус первого кольца в 2 раза больше радиуса второго. Магнитный поток через каждое из колец равномерно изменяется на 3 Вб за 1 с. Можно утверждать, что

- 1) через кольца протекут одинаковые электрические заряды
- 2) в кольцах будет протекать одинаковый индукционный ток
- 3) в кольцах будет наводиться одинаковая ЭДС индукции
- 4) все три приведённых выше утверждения будут истинны

- A14** В колебательном контуре, индуктивность катушки которого равна 0,1 Гн, происходят собственные электромагнитные колебания. Зависимость силы тока в катушке от времени имеет вид $I = I_0 \sin(200t)$, где все величины выражены в единицах СИ. Ёмкость конденсатора в этом колебательном контуре равна

- 1) 4 Ф 2) 0,05 Ф 3) 2 мФ 4) 250 мкФ

- A15** Получить мнимое прямое уменьшенное изображение можно с помощью

- 1) плоского зеркала
- 2) рассеивающей линзы
- 3) собирающей линзы
- 4) любого из перечисленных оптических приборов

A16 Абсолютным показателем преломления вещества называется величина, которая показывает,

- 1) во сколько раз скорость распространения света в этом веществе меньше скорости света в вакууме
- 2) во сколько раз скорость распространения света в этом веществе больше скорости света в вакууме
- 3) во сколько раз угол преломления больше угла падения
- 4) во сколько раз угол преломления меньше угла падения

A17 Скорость распространения фотонов в вакууме

- 1) больше скорости света в вакууме
- 2) меньше скорости света в вакууме
- 3) равна скорости света в вакууме
- 4) меньше скорости света в веществе

A18 Вокруг ядра атома обращаются 14 электронов с зарядом $-e$ каждый. Можно утверждать, что электрический заряд ядра этого атома

- 1) $-14e$
- 2) $+14e$
- 3) по модулю больше $+14e$
- 4) по модулю меньше $+14e$

A19 В состав атомного ядра не входят

- 1) электроны
- 2) протоны
- 3) нейтроны
- 4) протоны и нейтроны

A20 Брусok лежит на горизонтальной деревянной доске. Доску начали медленно наклонять и заметили, что брусok начал соскальзывать с неё в момент, когда доска составляла с горизонтом угол 35° . Точность измерения угла составляет $\pm 2^\circ$. Этот опыт свидетельствует о том, что коэффициент трения бруска о доску

- 1) $\approx 0,70$
- 2) лежит в диапазоне от $\approx 0,69$ до $\approx 0,71$
- 3) лежит в диапазоне от $\approx 0,55$ до $\approx 0,85$
- 4) лежит в диапазоне от $\approx 0,65$ до $\approx 0,75$

A21 Школьник экспериментирует с лампой накаливания для карманного фонаря – подаёт на неё различные напряжения и измеряет силу протекающего через лампу постоянного электрического тока. Результаты его измерений приведены в таблице.

Напряжение U , В	5	4	3	2	1
Сила тока I , мА	200	174	150	125	91

Какой вывод может сделать школьник из своих наблюдений?

- 1) сопротивление нити лампочки с уменьшением напряжения увеличивается
- 2) сопротивление нити лампочки с уменьшением напряжения уменьшается
- 3) сопротивление нити лампочки с уменьшением напряжения не изменяется
- 4) связь между сопротивлением нити лампочки и напряжением на ней отсутствует

Часть 2

Ответом к заданиям этой части (B1–B4) 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 запятых, пробелов и каких-либо дополнительных символов. Каждую цифру пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами.

B1 Отец посадил на качели старшего сына и раскачал качели до амплитуды 30° . Затем он остановил качели, посадил на них вместо сына младшую дочь, масса которой меньше массы сына, и снова раскачал качели до той же амплитуды. Как при этом изменились следующие физические величины: максимальная потенциальная энергия качающегося ребёнка относительно поверхности земли, скорость качелей при прохождении ими положения равновесия, максимальная сила давления качающегося ребёнка на сиденье качелей? 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.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

ИХ ИЗМЕНЕНИЕ

- | | |
|--|---|
| <p>A) максимальная потенциальная энергия качающегося ребёнка относительно поверхности земли</p> <p>Б) скорость качелей при прохождении ими положения равновесия</p> <p>В) максимальная сила давления качающегося ребёнка на сиденье качелей</p> | <p>1) увеличилась</p> <p>2) уменьшилась</p> <p>3) не изменилась</p> |
|--|---|

Ответ:

А	Б	В

- В2** В запаянном цилиндрическом сосуде находится идеальный газ, которому сообщают некоторое количество теплоты. Как в этом процессе изменяются следующие физические величины: внутренняя энергия газа, средняя кинетическая энергия хаотического движения молекул газа, концентрация молекул?

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.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

ИХ ИЗМЕНЕНИЕ

- | | |
|--|------------------|
| А) внутренняя энергия газа | 1) увеличивается |
| Б) средняя кинетическая энергия хаотического движения молекул газа | 2) уменьшается |
| В) концентрация молекул | 3) не изменяется |

Ответ:

А	Б	В
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

- В3** Двум металлическим пластинам площадью S каждая сообщили равные по модулю, но противоположные по знаку заряды $+Q$ и $-Q$. Пластины расположили на малом расстоянии d друг от друга. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФОРМУЛЫ

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- | | |
|---------------------------------|---|
| А) $\frac{Q}{\varepsilon_0 S}$ | 1) напряжённость электрического поля между пластинами |
| Б) $\frac{Qd}{\varepsilon_0 S}$ | 2) разность потенциалов между пластинами |
| | 3) ёмкость системы, состоящей из двух таких пластин |
| | 4) энергия электрического поля, заключённого между этими пластинами |

Ответ:

А	Б
<input type="text"/>	<input type="text"/>

- В4** Школьник проводит эксперименты с катушкой индуктивности, имеющей некоторое сопротивление. Установите соответствие между физическими процессами и сопровождающими их физическими явлениями. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ПРОЦЕСС

ЯВЛЕНИЕ

- | | |
|---|--|
| А) подключение выводов катушки индуктивности к обкладкам заряженного конденсатора | 1) возникновение постоянного однородного электрического поля |
| Б) подключение выводов катушки индуктивности к полюсам источника постоянного напряжения | 2) возникновение постоянного гравитационного поля |
| | 3) возникновение постоянного магнитного поля |
| | 4) возникновение электромагнитных колебаний |

Ответ:

А	Б
<input type="text"/>	<input type="text"/>

Часть 3

Задания части 3 представляют собой задачи. Рекомендуется провести их предварительное решение на черновике. При выполнении заданий А22–А25 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого Вами задания поставьте знак «х» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного Вами ответа.

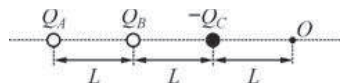
- А22** Шарик, закреплённый на лёгкой нерастяжимой нити, движется по окружности, лежащей в горизонтальной плоскости, с постоянной по модулю скоростью 3 м/с. При этом нить образует с вертикалью угол $\alpha = 30^\circ$. Определите длину нити.

- | | | | |
|---------------------|------------------|--------------------|---------------------|
| 1) $\approx 3,12$ м | 2) ≈ 1 м | 3) $\approx 0,5$ м | 4) $\approx 0,26$ м |
|---------------------|------------------|--------------------|---------------------|

- А23** В сосуде объёмом 1 л находится 10^{21} молекул одноатомного идеального газа. Средняя кинетическая энергия теплового движения молекулы газа равна $3 \cdot 10^{-21}$ Дж. Чему равно давление в этом сосуде?

- | | | | |
|----------|----------|----------|------------|
| 1) 1 кПа | 2) 2 кПа | 3) 3 кПа | 4) 4,5 кПа |
|----------|----------|----------|------------|

- A24** На одной прямой на одинаковом расстоянии друг от друга расположены точечные положительные заряды $+Q_A$, $+Q_B$ и точечный отрицательный заряд $-Q_C$ (см. рисунок), причём заряды Q_A и Q_C равны по модулю. При таком расположении зарядов напряжённость электрического поля в точке O равна нулю. Определите отношение модуля заряда Q_B к модулю заряда Q_A .



- 1) $\frac{40}{9}$ 2) $\frac{8}{3}$ 3) $\frac{4}{3}$ 4) $\frac{32}{9}$

- A25** Предмет расположен на расстоянии 12 см от собирающей линзы с фокусным расстоянием 8 см. Линзу заменили на другую собирающую линзу с фокусным расстоянием 6 см. На каком расстоянии от новой линзы нужно расположить предмет для того, чтобы увеличения в обоих случаях были одинаковыми?

- 1) 9 см 2) 4 см 3) 6 см 4) 2 см

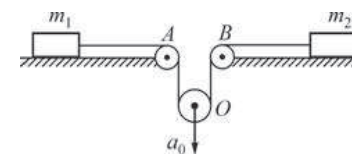
Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов №1.

Полное решение задач C1–C6 необходимо записать в бланке ответов № 2. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (C1, C2 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

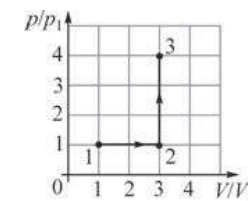
- C1** Известно, что сжиженные газы с низкими температурами кипения при нормальном давлении (например, метан, азот, кислород, водород, гелий) хранят в открытых теплоизолированных сосудах, сообщающихся с атмосферой. При таком хранении потери на испарение, отнесённые к единице массы сжиженного газа, уменьшаются при увеличении объёма сосуда. Объясните причины вышеизложенного, основываясь на известных физических законах и закономерностях.

Полное правильное решение каждой из задач C2–C6 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

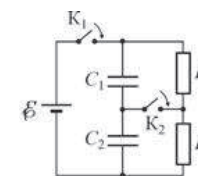
- C2** На гладкой горизонтальной плоскости лежат два груза массами $m_1 = 1$ кг и $m_2 = 2$ кг, соединённые невесомой нерастяжимой нитью, перекинутой через два неподвижных (A и B) и один подвижный (O) невесомые блоки, как показано на рисунке. Оси блоков горизонтальны, трения в осях блоков нет. К оси O подвижного блока приложена некоторая направленная вертикально вниз сила, в результате чего ось O движется с ускорением $a_0 = 3$ м/с². Найдите модуль F этой силы. Сделайте схематический рисунок с указанием сил, действующих на грузы и блок.



- C3** Над одним моле идеального одноатомного газа провели процесс 1–2–3, график которого приведён на рисунке в координатах V/V_1 и p/p_1 , где $V_1 = 1$ м³ и $p_1 = 2 \cdot 10^5$ Па – объём и давление газа в состоянии 1. Найдите количество теплоты, сообщённое газу в данном процессе 1–2–3.



- C4** В цепи, схема которой изображена на рисунке, вначале замыкают ключ K_1 , а затем, спустя длительное время, ключ K_2 . Известно, что после этого через ключ K_2 протёк заряд, равный по модулю $\Delta q = 4$ мкКл. Чему равна ЭДС \mathcal{E} источника тока, если $R_1 = 2$ Ом, $R_2 = 3$ Ом, $C_1 = 1$ мкФ, $C_2 = 2$ мкФ? Источник считайте идеальным.



С5 В домашнем радиоприёмнике, принимающем сигнал в диапазонах длинных, средних и коротких волн (длины волн λ от 13 м до 2600 м), индуктивности L катушек входного колебательного контура могут изменяться в пределах от 1 мкГн до 4 мГн. В каких минимальных пределах при этом должна меняться ёмкость C переменного конденсатора этого контура?

С6 При малых колебаниях с амплитудой $A = 5$ см вблизи положения равновесия математического маятника модуль силы натяжения нити, на которой подвешен грузик массой $m = 100$ г, меняется в пределах от T до $T + \Delta T$, где $\Delta T = 15$ мН и $\Delta T \ll T$. Какова длина l нити маятника? Трение не учитывайте. При решении задачи учтите, что для малых углов α справедливо приближённое равенство $\sin \alpha \approx \alpha$. Сделайте схематический рисунок с указанием сил, действующих на грузик.

Диагностическая работа № 1**по ФИЗИКЕ****17 декабря 2012 года****11 класс****Вариант 3****Инструкция по выполнению работы**

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 235 минут. Работа состоит из 3 частей, включающих в себя 35 заданий.

Часть 1 содержит 21 задание (A1–A21). К каждому заданию даётся четыре варианта ответа, из которых только один правильный.

Часть 2 содержит 4 задания (B1–B4), на которые надо дать краткий ответ в виде последовательности цифр.

Часть 3 содержит 10 задач: A22–A25 с выбором одного верного ответа и C1–C6, для которых требуется дать развёрнутые решения.

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор

Все бланки ЕГЭ заполняются яркими чёрными чернилами. Допускается использование гелевой, капиллярной или перьевой ручек.

При выполнении заданий Вы можете пользоваться черновиком. Обращаем Ваше внимание на то, что записи в черновике не будут учитываться при оценивании работы.

Советуем выполнять задания в том порядке, в котором они даны. Для экономии времени пропускайте задание, которое не удаётся выполнить сразу, и переходите к следующему. Если после выполнения всей работы у Вас останется время, Вы сможете вернуться к пропущенным заданиям.

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

Желаем успеха!**Район.****Город (населённый пункт)****Школа.****Класс.****Фамилия****Имя****Отчество**

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

Десятичные приставки

Наименование	Обозначение	Множитель	Наименование	Обозначение	Множитель
гига	Г	10^9	санти	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	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$

Соотношения 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	$1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$

Массы 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	$13\,600 \text{ кг/м}^3$

Удельная теплоёмкость

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	$640 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$	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	$28 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	гелия	$4 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
аргона	$40 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	кислорода	$32 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
водорода	$2 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	лития	$6 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
воздуха	$29 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	неона	$20 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
воды	$18 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	углекислого газа	$44 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$

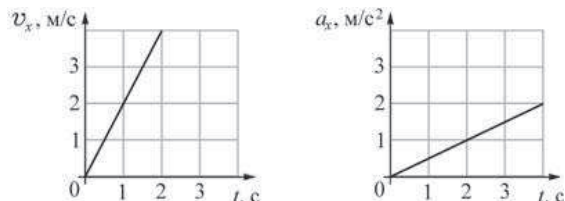
Часть 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого Вами задания (A1–A21) поставьте знак «х» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного Вами ответа.

- A1** Автобус везёт пассажиров по прямой дороге со скоростью 10 м/с. Пассажир равномерно идёт по салону автобуса со скоростью 1 м/с относительно автобуса, двигаясь от задней двери к кабине водителя. Чему равен модуль скорости пассажира относительно дороги?

1) 11 м/с 2) 10 м/с 3) 9 м/с 4) 1 м/с

- A2** На материальную точку массой $m = 1$ кг, находящуюся на гладкой горизонтальной поверхности, начинает действовать сила $F = 2$ Н, направленная вдоль горизонтальной оси OX . На рисунке изображены графики зависимостей проекций скорости v_x и ускорения a_x на ось OX от времени t .



Какое из следующих утверждений справедливо?
Для данной материальной точки правильно изображён
А. график зависимости проекции скорости от времени;
Б. график зависимости проекции ускорения от времени.

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

- A3** Сила трения скольжения бруска о поверхность стола зависит

1) от площади соприкосновения бруска и стола
2) от скорости движения бруска по столу
3) от силы нормальной реакции, действующей со стороны стола на брусок
4) от площади соприкосновения бруска и стола и от скорости движения бруска по столу

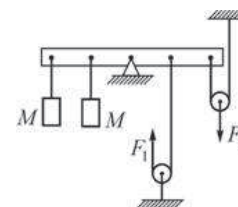
- A4** На корме лодки, покоящейся на воде, стоит человек. Масса лодки M , масса человека m . Человек начинает равномерно двигаться с кормы на нос лодки. При этом модуль скорости лодки относительно воды равен V . Модуль скорости u человека относительно лодки можно вычислить по формуле

$$1) u = \frac{m}{m+M}V \quad 2) u = \frac{M}{m+M}V \quad 3) u = \frac{m}{M}V \quad 4) u = \frac{m+M}{m}V$$

- A5** Искусственный спутник летает вокруг Земли по круговой орбите. Если на очень большом расстоянии от Земли потенциальная энергия спутника равна нулю, то полная механическая энергия этого спутника на данной орбите

1) положительна
2) отрицательна
3) равна нулю
4) может быть любой – в зависимости от скорости спутника

- A6** Чтобы уравновесить на лёгкой рейке с помощью двух невесомых блоков одинаковые грузы массой M каждый, к нити, перекинутой через левый блок, и к оси правого блока необходимо приложить вертикальные силы F_1 и F_2 (см. рисунок). Расстояния между чёрными точками на рейке одинаковы, трение отсутствует, нити нерастяжимы.



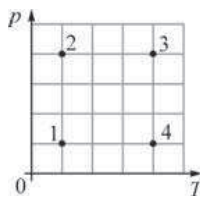
Можно утверждать, что

$$1) F_2 + F_1 = 2Mg \quad 2) F_2 + F_1 = 3Mg \\ 3) F_1 = F_2 = Mg \quad 4) F_2 - F_1 = Mg$$

- A7** Аморфными называют тела, которые

1) находятся в твёрдом состоянии и не имеют никакой упорядоченной структуры
2) находятся в твёрдом состоянии и представляют собой один большой кристалл
3) находятся в твёрдом состоянии и состоят из большого числа хаотически расположенных мелких кристаллов
4) находятся в жидком состоянии

- A8** На диаграмме зависимости давления p идеального газа неизменной массы от его температуры T изображены четыре состояния этого газа. Минимальный объём газ занимает в состоянии

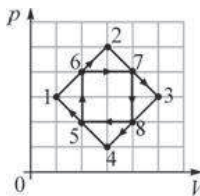


- 1) 1 2) 2 3) 3 4) 4

- A9** Если жидкость находится в равновесии со своим насыщенным паром, то скорость испарения жидкости

- 1) больше скорости конденсации пара
- 2) меньше скорости конденсации пара
- 3) равна скорости конденсации пара
- 4) равна нулю

- A10** На рисунке изображены два циклических процесса $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 4 \rightarrow 1$ и $5 \rightarrow 6 \rightarrow 7 \rightarrow 8 \rightarrow 5$.



Какое из следующих утверждений справедливо:

А. Работа газа в случае циклического процесса $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 4 \rightarrow 1$ меньше, чем работа газа в случае циклического процесса $5 \rightarrow 6 \rightarrow 7 \rightarrow 8$.

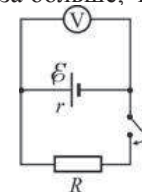
Б. Изменение внутренней энергии газа в результате циклического процесса $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 4 \rightarrow 1$ равно изменению внутренней энергии газа в результате циклического процесса $5 \rightarrow 6 \rightarrow 7 \rightarrow 8 \rightarrow 5$.

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

- A11** Для того чтобы увеличить электрическую ёмкость плоского воздушного конденсатора, нужно

- 1) уменьшить расстояние между его пластинами
- 2) увеличить площадь пластин
- 3) заполнить пространство между пластинами диэлектриком
- 4) проделать любую из перечисленных выше операций

- A12** На рисунке изображена схема электрической цепи, включающей источник постоянного тока, идеальный вольтметр, ключ и резистор. Если внутреннее сопротивление источника в 4 раза больше, чем сопротивление резистора, то



- 1) показание вольтметра при разомкнутом ключе будет в 2 раза больше, чем при замкнутом ключе
- 2) показание вольтметра при разомкнутом ключе будет в 3 раза меньше, чем при замкнутом ключе
- 3) показание вольтметра при разомкнутом ключе будет в 4 раза больше, чем при замкнутом ключе
- 4) показание вольтметра при разомкнутом ключе будет в 5 раз больше, чем при замкнутом ключе

- A13** Первое кольцо сделано из медной проволоки, а второе – из стальной. Радиусы колец одинаковы. Магнитный поток через каждое из колец равномерно изменяется на 2 Вб за 1 с. Можно утверждать, что

- 1) через кольца протекут одинаковые электрические заряды
- 2) в кольцах будет протекать одинаковый индукционный ток
- 3) в кольцах будет наводиться одинаковая ЭДС индукции
- 4) все три приведённых выше утверждения будут истинны

- A14** В колебательном контуре, индуктивность катушки которого равна 0,1 Гн, происходят собственные электромагнитные колебания. Зависимость силы тока в катушке от времени имеет вид $I = I_0 \sin(200t)$, где все величины выражены в единицах СИ. Ёмкость конденсатора в этом колебательном контуре равна

- 1) 4 Ф 2) 0,05 Ф 3) 2 мФ 4) 250 мкФ

A15 Получить мнимое прямое увеличенное изображение можно с помощью

- 1) плоского зеркала
- 2) рассеивающей линзы
- 3) собирающей линзы
- 4) любого из перечисленных оптических приборов

A16 Абсолютным показателем преломления вещества называется величина, которая показывает,

- 1) во сколько раз скорость распространения света в этом веществе меньше скорости света в вакууме
- 2) во сколько раз скорость распространения света в этом веществе больше скорости света в вакууме
- 3) во сколько раз угол преломления больше угла падения
- 4) во сколько раз угол преломления меньше угла падения

A17 Скорость распространения фотонов в веществе

- 1) больше скорости света в этом веществе
- 2) меньше скорости света в этом веществе
- 3) равна скорости света в этом веществе
- 4) больше скорости света в вакууме

A18 Вокруг ядра атома обращаются 14 электронов с зарядом $-e$ каждый. Можно утверждать, что электрический заряд ядра этого атома

- 1) $-14e$
- 2) $+14e$
- 3) по модулю больше $+14e$
- 4) по модулю меньше $+14e$

A19 Ядро атома состоит из

- 1) электронов и протонов
- 2) электронов и нейтронов
- 3) протонов и нейтронов
- 4) электронов, протонов и нейтронов

A20 Брусек лежит на горизонтальной деревянной доске. Доску начали медленно наклонять и заметили, что брусок начал соскальзывать с неё в момент, когда доска составляла с горизонтом угол 35° . Точность измерения угла составляет $\pm 2^\circ$. Этот опыт свидетельствует о том, что коэффициент трения бруска о доску

- 1) $\approx 0,70$
- 2) лежит в диапазоне от $\approx 0,69$ до $\approx 0,71$
- 3) лежит в диапазоне от $\approx 0,55$ до $\approx 0,85$
- 4) лежит в диапазоне от $\approx 0,65$ до $\approx 0,75$

A21 Школьник экспериментирует с лампой накаливания для карманного фонаря – подаёт на неё различные напряжения и измеряет силу протекающего через лампу постоянного электрического тока. Результаты его измерений приведены в таблице.

Напряжение U , В	1	2	3	4	5
Сила тока I , мА	33	51	67	83	100

Какой вывод может сделать школьник из своих наблюдений?

- 1) сопротивление нити лампочки с ростом напряжения увеличивается
- 2) сопротивление нити лампочки с ростом напряжения уменьшается
- 3) сопротивление нити лампочки с ростом напряжения не изменяется
- 4) связь между сопротивлением нити лампочки и напряжением на ней отсутствует

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 запятых, пробелов и каких-либо дополнительных символов. Каждую цифру пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами.

- В1** Отец посадил на качели старшего сына и раскачал качели до амплитуды 30° . Затем он остановил качели, посадил на них вместо сына младшую дочь, масса которой меньше массы сына, и снова раскачал качели до той же амплитуды. Как при этом изменились следующие физические величины: максимальная потенциальная энергия качающегося ребёнка относительно поверхности земли, скорость качелей при прохождении ими положения равновесия, максимальная сила давления качающегося ребёнка на сиденье качелей? 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.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫИХ ИЗМЕНЕНИЕ

- | | |
|--|------------------|
| А) максимальная потенциальная энергия качающегося ребёнка относительно поверхности земли | 1) увеличилась |
| Б) скорость качелей при прохождении ими положения равновесия | 2) уменьшилась |
| В) максимальная сила давления качающегося ребёнка на сиденье качелей | 3) не изменилась |

Ответ:

А	Б	В

В2

В вертикальном цилиндрическом сосуде под подвижным поршнем массой M , способным скользить без трения вдоль стенок сосуда, находится идеальный газ. Газу сообщают некоторое количество теплоты. Как в этом процессе изменяются следующие физические величины: внутренняя энергия газа, средняя кинетическая энергия хаотического движения молекул газа, концентрация молекул?

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.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫИХ ИЗМЕНЕНИЕ

- | | |
|--|------------------|
| А) внутренняя энергия газа | 1) увеличивается |
| Б) средняя кинетическая энергия хаотического движения молекул газа | 2) уменьшается |
| В) концентрация молекул | 3) не изменяется |

Ответ:

А	Б	В

В3

Двум металлическим пластинам площадью S каждая сообщили равные по модулю, но противоположные по знаку заряды $+Q$ и $-Q$. Пластины расположили на малом расстоянии d друг от друга. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФОРМУЛЫФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- | | |
|---------------------------------|---|
| А) $\frac{Q}{\varepsilon_0 S}$ | 1) напряжённость электрического поля между пластинами |
| Б) $\frac{Qd}{\varepsilon_0 S}$ | 2) разность потенциалов между пластинами |
| | 3) ёмкость системы, состоящей из двух таких пластин |
| | 4) энергия электрического поля, заключённого между этими пластинами |

Ответ:

А	Б

- В4** Школьник проводит эксперименты с конденсатором, между пластинами которого имеется диэлектрик. Установите соответствие между физическими экспериментами и сопровождающими их физическими явлениями. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ПРОЦЕСС

- А) подключение обкладок заряженного конденсатора к выводам катушки индуктивности
Б) подключение обкладок незаряженного конденсатора к полюсам источника постоянного напряжения

ЯВЛЕНИЕ

- 1) возникновение постоянного однородного электрического поля
2) возникновение постоянного гравитационного поля
3) возникновение постоянного магнитного поля
4) возникновение электромагнитных колебаний

Ответ:

А	Б
<input type="text"/>	<input type="text"/>

Часть 3

Задания части 3 представляют собой задачи. Рекомендуется провести их предварительное решение на черновике. При выполнении заданий А22–А25 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого Вами задания поставьте знак «×» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного Вами ответа.

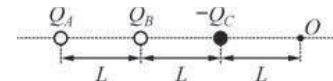
- А22** Шарик, закреплённый на лёгкой нерастяжимой нити, движется по окружности, лежащей в горизонтальной плоскости, с постоянной по модулю скоростью 3 м/с. При этом нить образует с вертикалью угол $\alpha = 30^\circ$. Определите длину нити.

- 1) $\approx 3,12$ м 2) ≈ 1 м 3) $\approx 0,5$ м 4) $\approx 0,26$ м

- А23** В сосуде объёмом 1 л находится одноатомный идеальный газ при давлении 2 кПа. Средняя кинетическая энергия теплового движения молекулы газа равна $6 \cdot 10^{-21}$ Дж. Сколько молекул газа содержится в этом сосуде?

- 1) $1,55 \cdot 10^{22}$ 2) $6,02 \cdot 10^{23}$ 3) $0,33 \cdot 10^{21}$ 4) $0,5 \cdot 10^{21}$

- А24** На одной прямой на одинаковом расстоянии друг от друга расположены точечные положительные заряды $+Q_A$, $+Q_B$ и точечный отрицательный заряд $-Q_C$ (см. рисунок), причём заряды Q_A и Q_C равны по модулю. При таком расположении зарядов напряжённость электрического поля в точке O равна нулю. Определите отношение модуля заряда Q_B к модулю заряда Q_A .



- 1) $\frac{40}{9}$ 2) $\frac{8}{3}$ 3) $\frac{4}{3}$ 4) $\frac{32}{9}$

- А25** Предмет расположен на расстоянии 9 см от собирающей линзы с фокусным расстоянием 6 см. Линзу заменили на другую собирающую линзу с фокусным расстоянием 8 см. На каком расстоянии от новой линзы нужно расположить предмет для того, чтобы увеличения в обоих случаях были одинаковыми?

- 1) 12 см 2) 3 см 3) 2 см 4) 1 см

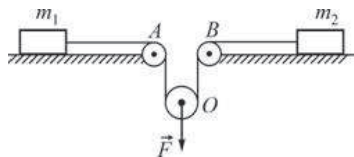
Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов №1.

Полное решение задач С1–С6 необходимо записать в бланке ответов № 2. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (С1, С2 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

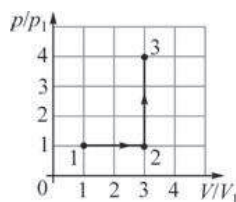
- С1** Известно, что сжиженные газы с низкими температурами кипения при нормальном давлении (например, метан, азот, кислород, водород, гелий) хранят в открытых теплоизолированных сосудах, сообщающихся с атмосферой. При таком хранении потери на испарение, отнесённые к единице массы сжиженного газа, уменьшаются при увеличении объёма сосуда. Объясните причины вышеизложенного, основываясь на известных физических законах и закономерностях.

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

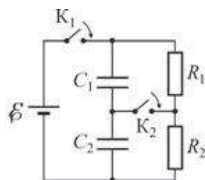
- С2** На гладкой горизонтальной плоскости лежат два груза массами $m_1 = 0,5$ кг и $m_2 = 2$ кг, соединённые невесомой нерастяжимой нитью, перекинутой через два неподвижных (A и B) и один подвижный (O) невесомые блоки, как показано на рисунке. Оси блоков горизонтальны, трения в осях блоков нет. К оси O подвижного блока приложена направленная вертикально вниз сила $F = 4$ Н. Найдите ускорение этой оси. Сделайте схематический рисунок с указанием сил, действующих на грузы и блок.



- С3** Над одним молем идеального одноатомного газа провели процесс 1–2–3, график которого приведён на рисунке в координатах V/V_1 и p/p_1 , где $V_1 = 1$ м³ и $p_1 = 2 \cdot 10^5$ Па – объём и давление газа в состоянии 1. Найдите количество теплоты, сообщённое газу в данном процессе 1–2–3.



- С4** В цепи, схема которой изображена на рисунке, вначале замыкают ключ K_1 , а затем, спустя длительное время, ключ K_2 . Какой заряд и в каком направлении протечёт после этого через ключ K_2 , если $R_1 = 2$ Ом, $R_2 = 3$ Ом, $C_1 = 1$ мкФ, $C_2 = 2$ мкФ, $\mathcal{E} = 10$ В? Источник считайте идеальным.



- С5** В домашнем радиоприёмнике, принимающем сигнал в диапазонах длинных, средних и коротких волн (длины волн λ от 13 м до 2600 м), индуктивности L катушек входного колебательного контура могут изменяться в пределах от 1 мкГн до 4 мГн. В каких минимальных пределах при этом должна меняться ёмкость C переменного конденсатора этого контура?

- С6** При малых колебаниях вблизи положения равновесия математического маятника длиной $l = 1$ м модуль силы натяжения нити, на которой подвешен грузик массой $m = 100$ г, меняется в пределах от T до $T + \Delta T$, где $\Delta T = 15$ мН и $\Delta T \ll T$. Найдите амплитуду A колебаний этого маятника. Трение не учитывайте. При решении задачи учтите, что для малых углов α справедливо приближённое равенство $\sin \alpha \approx \alpha$. Сделайте схематический рисунок с указанием сил, действующих на грузик.

Диагностическая работа № 1**по ФИЗИКЕ****17 декабря 2012 года****11 класс****Вариант 4****Инструкция по выполнению работы**

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 235 минут. Работа состоит из 3 частей, включающих в себя 35 заданий.

Часть 1 содержит 21 задание (A1–A21). К каждому заданию даётся четыре варианта ответа, из которых только один правильный.

Часть 2 содержит 4 задания (B1–B4), на которые надо дать краткий ответ в виде последовательности цифр.

Часть 3 содержит 10 задач: A22–A25 с выбором одного верного ответа и C1–C6, для которых требуется дать развёрнутые решения.

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор

Все бланки ЕГЭ заполняются яркими чёрными чернилами. Допускается использование гелевой, капиллярной или перьевой ручек.

При выполнении заданий Вы можете пользоваться черновиком. Обращаем Ваше внимание на то, что записи в черновике не будут учитываться при оценивании работы.

Советуем выполнять задания в том порядке, в котором они даны. Для экономии времени пропускайте задание, которое не удаётся выполнить сразу, и переходите к следующему. Если после выполнения всей работы у Вас останется время, Вы сможете вернуться к пропущенным заданиям.

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

Желаем успеха!**Район.****Город (населённый пункт)****Школа.****Класс.****Фамилия****Имя****Отчество**

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

Десятичные приставки

Наименование	Обозначение	Множитель	Наименование	Обозначение	Множитель
гига	Г	10^9	санти	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	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$

Соотношения 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	$1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$

Массы 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	$13\,600 \text{ кг/м}^3$

Удельная теплоёмкость

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	$640 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$	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	$28 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	гелия	$4 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
аргона	$40 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	кислорода	$32 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
водорода	$2 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	лития	$6 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
воздуха	$29 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	неона	$20 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
воды	$18 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	углекислого газа	$44 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$

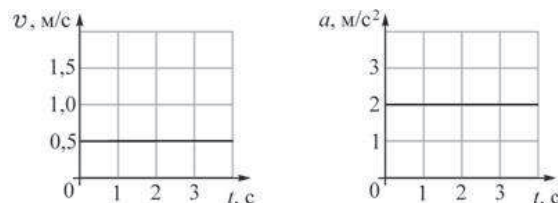
Часть 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого Вами задания (A1–A21) поставьте знак «х» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного Вами ответа.

- A1** Автобус везёт пассажиров по прямой дороге со скоростью 10 м/с. Пассажир равномерно идет по салону автобуса со скоростью 1 м/с относительно автобуса, двигаясь от кабины водителя к задней двери. Чему равен модуль скорости пассажира относительно дороги?

1) 11 м/с 2) 10 м/с 3) 9 м/с 4) 1 м/с

- A2** На материальную точку массой $m = 2$ кг, находящуюся на гладкой горизонтальной поверхности, начинает действовать сила $F = 1$ Н, направленная вдоль горизонтальной оси OX . На рисунке изображены графики зависимостей проекций скорости v и ускорения a на ось OX от времени t .



Какое из следующих утверждений справедливо?
Для данной материальной точки правильно изображён
А. график зависимости проекции скорости от времени;
Б. график зависимости проекции ускорения от времени.

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

- A3** Сила трения скольжения бруска о поверхность стола не зависит

1) от площади соприкосновения бруска и стола
2) от материала бруска и поверхности стола
3) от силы нормальной реакции, действующей со стороны стола на брусок
4) от материала бруска и поверхности стола и от силы нормальной реакции, действующей со стороны стола на брусок

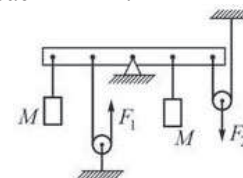
- A4** На корме лодки, покоящейся на воде, стоит человек. Масса лодки M , масса человека m . Человек начинает равномерно двигаться с кормы на нос лодки со скоростью u относительно лодки. Модуль скорости V лодки относительно воды можно вычислить по формуле

$$1) V = \frac{m}{m+M}u \quad 2) V = \frac{M}{m+M}u \quad 3) V = \frac{m}{M}u \quad 4) V = \frac{m+M}{M}u$$

- A5** Искусственный спутник летает вокруг Земли по круговой орбите. Если на очень большом расстоянии от Земли потенциальная энергия спутника равна нулю, то потенциальная энергия этого спутника на данной орбите

1) положительна
2) отрицательна
3) равна нулю
4) может быть любой – в зависимости от скорости спутника

- A6** Чтобы уравновесить на лёгкой рейке с помощью двух невесомых блоков одинаковые грузы массой M каждый, к нити, перекинутой через левый блок, и к оси правого блока необходимо приложить вертикальные силы F_1 и F_2 (см. рисунок). Расстояния между чёрными точками на рейке одинаковы, трение отсутствует, нити нерастяжимы.



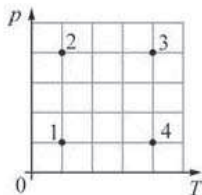
Можно утверждать, что

1) $F_1 = 2F_2$ 2) $F_2 = 2F_1$
3) $F_1 = F_2 = Mg$ 4) $F_2 - F_1 = Mg$

- A7** Поликристаллическими называют тела, которые

1) находятся в твёрдом состоянии и не имеют никакой упорядоченной структуры
2) находятся в твёрдом состоянии и представляют собой один большой кристалл
3) находятся в твёрдом состоянии и состоят из большого числа хаотически расположенных мелких кристаллов
4) находятся в жидком состоянии

- A8** На диаграмме зависимости давления p идеального газа неизменной массы от его температуры T изображены четыре состояния этого газа. Максимальный объём газ занимает в состоянии

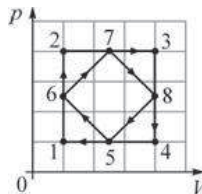


- 1) 1 2) 2 3) 3 4) 4

- A9** При динамическом равновесии между жидкостью и её насыщенным паром

- 1) конденсация и испарение не происходят
- 2) конденсация происходит быстрее испарения
- 3) конденсация происходит медленнее испарения
- 4) конденсация идет с такой же скоростью, что и испарение

- A10** На рисунке изображены два циклических процесса $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 4 \rightarrow 1$ и $5 \rightarrow 6 \rightarrow 7 \rightarrow 8 \rightarrow 5$.



Какое из следующих утверждений справедливо?

А. Работа газа в случае циклического процесса $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 4 \rightarrow 1$ больше, чем работа газа в случае циклического процесса $5 \rightarrow 6 \rightarrow 7 \rightarrow 8 \rightarrow 5$.

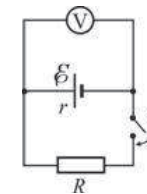
Б. Изменение внутренней энергии газа в результате циклического процесса $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 4 \rightarrow 1$ больше, чем изменение внутренней энергии газа в результате циклического процесса $5 \rightarrow 6 \rightarrow 7 \rightarrow 8 \rightarrow 5$.

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

- A11** Для того чтобы уменьшить электрическую ёмкость плоского конденсатора, между пластинами которого помещён диэлектрик, нужно

- 1) увеличить расстояние между его пластинами
- 2) уменьшить площадь пластин
- 3) извлечь из пространства между пластинами диэлектрик
- 4) проделать любую из перечисленных выше операций

- A12** На рисунке изображена схема электрической цепи, включающей источник постоянного тока, идеальный вольтметр, ключ и резистор. Показание вольтметра при замкнутом ключе в 3 раза меньше, чем показание вольтметра при разомкнутом ключе.



Можно утверждать, что внутреннее сопротивление источника тока

- 1) в 3 раза больше сопротивления резистора
- 2) в 3 раза меньше сопротивления резистора
- 3) в 2 раза больше сопротивления резистора
- 4) в 2 раза меньше сопротивления резистора

- A13** Первое кольцо сделано из медной проволоки, а второе – из алюминиевой. Радиус первого кольца в 2 раза больше радиуса второго. Магнитный поток через каждое из колец равномерно изменяется на 3 Вб за 1 с. Можно утверждать, что

- 1) через кольца протекут одинаковые электрические заряды
- 2) в кольцах будет протекать одинаковый индукционный ток
- 3) в кольцах будет наводиться одинаковая ЭДС индукции
- 4) все три приведённых выше утверждения будут истинны

- A14** В колебательном контуре, ёмкость конденсатора которого равна 20 мкФ, происходят собственные электромагнитные колебания. Зависимость напряжения на конденсаторе от времени для этого колебательного контура имеет вид $U = U_0 \cos(500t)$, где все величины выражены в единицах СИ. Индуктивность катушки в этом колебательном контуре равна

- 1) 12,5 мГн 2) 0,2 Гн 3) 25 Гн 4) 100 Гн

- A15** Получить мнимое прямое уменьшенное изображение можно с помощью

- 1) плоского зеркала
- 2) рассеивающей линзы
- 3) собирающей линзы
- 4) любого из перечисленных оптических приборов

A16 Абсолютный показатель преломления вещества

- 1) всегда больше единицы
- 2) всегда меньше единицы
- 3) может быть равен единице
- 4) может быть равен нулю

A17 Скорость распространения фотонов в вакууме

- 1) больше скорости света в вакууме
- 2) меньше скорости света в вакууме
- 3) равна скорости света в вакууме
- 4) меньше скорости света в веществе

A18 Вокруг ядра атома обращаются 12 электронов с зарядом $-e$ каждый. Можно утверждать, что электрический заряд ядра этого атома

- 1) $-12e$
- 2) $+12e$
- 3) по модулю больше $+12e$
- 4) по модулю меньше $+12e$

A19 В состав атомного ядра не входят

- 1) электроны
- 2) протоны
- 3) нейтроны
- 4) протоны и нейтроны

A20 Брусек лежит на горизонтальной деревянной доске. Доску начали медленно наклонять и заметили, что брусок начал соскальзывать с неё в момент, когда доска составляла с горизонтом угол 30° . Точность измерения угла составляет $\pm 2^\circ$. Этот опыт свидетельствует о том, что коэффициент трения бруска о доску

- 1) $\approx 0,58$
- 2) лежит в диапазоне от $\approx 0,57$ до $\approx 0,59$.
- 3) лежит в диапазоне от $\approx 0,45$ до $\approx 0,71$.
- 4) лежит в диапазоне от $\approx 0,53$ до $\approx 0,62$

A21 Школьник экспериментирует с лампой накаливания для карманного фонаря – подаёт на неё различные напряжения и измеряет силу протекающего через лампу постоянного электрического тока. Результаты его измерений приведены в таблице.

Напряжение U , В.	5	4	3	4	1
Сила тока I , мА.	200	174	150	125	91

Какой вывод может сделать школьник из своих наблюдений?

- 1) сопротивление нити лампочки с уменьшением напряжения увеличивается.
- 2) сопротивление нити лампочки с уменьшением напряжения уменьшается
- 3) сопротивление нити лампочки с уменьшением напряжения не изменяется
- 4) связь между сопротивлением нити лампочки и напряжением на ней отсутствует.

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 запятых, пробелов и каких-либо дополнительных символов. Каждую цифру пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами.

- В1** Отец посадил на качели младшую дочь и раскачал качели до амплитуды 30° . Затем он остановил качели, посадил на них вместо дочери старшего сына, масса которого больше массы дочери, и снова раскачал качели до той же амплитуды. Как при этом изменились следующие физические величины: максимальная потенциальная энергия качающегося ребёнка относительно поверхности земли, скорость качелей при прохождении ими положения равновесия, максимальная сила давления качающегося ребёнка на сиденье качелей?

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.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫИХ ИЗМЕНЕНИЕ

- | | |
|--|------------------|
| А) максимальная потенциальная энергия качающегося ребёнка относительно поверхности земли | 1) увеличилась |
| Б) скорость качелей при прохождении ими положения равновесия | 2) уменьшилась |
| В) максимальная сила давления качающегося ребёнка на сиденье качелей | 3) не изменилась |

Ответ:

А	Б	В
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

В2

В запаянном цилиндрическом сосуде находится идеальный газ, которому сообщают некоторое количество теплоты. Как в этом процессе изменяются следующие физические величины: внутренняя энергия газа, средняя кинетическая энергия хаотического движения молекул газа, концентрация молекул?

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.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫИХ ИЗМЕНЕНИЕ

- | | |
|--|------------------|
| А) внутренняя энергия газа | 1) увеличивается |
| Б) средняя кинетическая энергия хаотического движения молекул газа | 2) уменьшается |
| В) концентрация молекул | 3) не изменяется |

Ответ:

А	Б	В
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

В3

Двум металлическим пластинам площадью S каждая сообщили равные по модулю, но противоположные по знаку заряды $+Q$ и $-Q$. Пластины расположили на малом расстоянии d друг от друга. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФОРМУЛЫФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- | | |
|--------------------------------------|---|
| А) $\frac{Qd}{\varepsilon_0 S}$ | 1) напряжённость электрического поля между пластинами |
| Б) $\frac{Q^2 d}{2 \varepsilon_0 S}$ | 2) разность потенциалов между пластинами |
| | 3) ёмкость системы, состоящей из двух таких пластин |
| | 4) энергия электрического поля, заключённого между этими пластинами |

Ответ:

А	Б
<input type="text"/>	<input type="text"/>

- В4** Школьник проводит эксперименты с катушкой индуктивности, имеющей некоторое сопротивление. Установите соответствие между физическими процессами и сопровождающими их физическими явлениями. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ПРОЦЕСС

- А) подсоединение выводов катушки индуктивности к обкладкам заряженного конденсатора
Б) подсоединение выводов катушки индуктивности к полюсам источника постоянного напряжения

ЯВЛЕНИЕ

- 1) возникновение постоянного однородного электрического поля
2) возникновение постоянного гравитационного поля
3) возникновение постоянного магнитного поля
4) возникновение электромагнитных колебаний

Ответ:

А	Б
<input type="text"/>	<input type="text"/>

Часть 3

Задания части 3 представляют собой задачи. Рекомендуется провести их предварительное решение на черновике. При выполнении заданий А22–А25 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого Вами задания поставьте знак «х» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного Вами ответа.

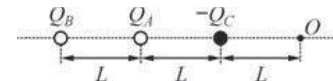
- А22** Шарик, закреплённый на лёгкой нерастяжимой нити длиной $l = 60$ см, равномерно движется по окружности, лежащей в горизонтальной плоскости. При этом нить образует с вертикалью угол $\alpha = 60^\circ$. Определите модуль скорости шарика.

- 1) 12 м/с 2) $\approx 3,5$ м/с 3) 3 м/с 4) $\approx 2,6$ м/с

- А23** В сосуде объёмом 1 л находится 10^{21} молекул одноатомного идеального газа. Средняя кинетическая энергия теплового движения молекулы газа равна $3 \cdot 10^{-21}$ Дж. Чему равно давление в этом сосуде?

- 1) 1 кПа 2) 2 кПа 3) 3 кПа 4) 4,5 кПа

- А24** На одной прямой на одинаковом расстоянии друг от друга расположены точечные положительные заряды $+Q_A$, $+Q_B$ и точечный отрицательный заряд $-Q_C$ (см. рисунок), причём заряды Q_A и Q_C равны по модулю. При таком расположении зарядов напряжённость электрического поля в точке O равна нулю. Определите отношение модуля заряда Q_B к модулю заряда Q_A .



- 1) 1,5 2) 4,5 3) 6,75 4) 11,25

- А25** Предмет расположен на расстоянии 12 см от собирающей линзы с фокусным расстоянием 8 см. Линзу заменили на другую собирающую линзу с фокусным расстоянием 6 см. На каком расстоянии от новой линзы нужно расположить предмет для того, чтобы увеличения в обоих случаях были одинаковыми?

- 1) 9 см 2) 4 см 3) 6 см 4) 2 см

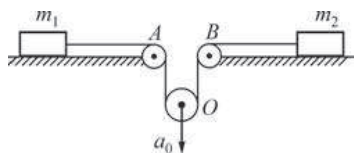
Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов №1.

Полное решение задач С1–С6 необходимо записать в бланке ответов № 2. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (С1, С2 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

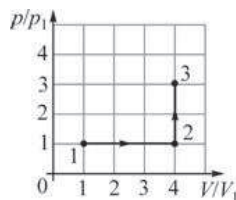
- С1** Известно, что сжиженные газы с низкими температурами кипения при нормальном давлении (например, метан, азот, кислород, водород, гелий) нельзя хранить в герметично закрытых сосудах, даже если они имеют хорошую теплоизоляцию. При хранении в открытых теплоизолированных сосудах, сообщающихся с атмосферой, потери таких газов на испарение, отнесённые к единице объёма жидкости, тем меньше, чем больше объём сосуда. Объясните причины вышеизложенного, основываясь на известных физических законах и закономерностях.

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

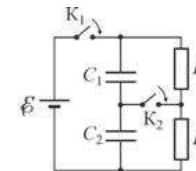
- С2** На гладкой горизонтальной плоскости лежат два груза массами $m_1 = 1$ кг и $m_2 = 2$ кг, соединённые невесомой нерастяжимой нитью, перекинутой через два неподвижных (A и B) и один подвижный (O) невесомые блоки, как показано на рисунке. Оси блоков горизонтальны, трения в осях блоков нет. К оси O подвижного блока приложена некоторая направленная вертикально вниз сила, в результате чего ось O движется с ускорением $a_0 = 3 \text{ м/с}^2$. Найдите модуль F этой силы. Сделайте схематический рисунок с указанием сил, действующих на грузы и блок.



- С3** Над одним молем идеального одноатомного газа провели процесс 1–2–3, график которого приведён на рисунке в координатах V/V_1 и p/p_1 , где $V_1 = 1 \text{ м}^3$ и $p_1 = 2 \cdot 10^5 \text{ Па}$ – объём и давление газа в состоянии 1. Найдите количество теплоты, сообщённое газу в данном процессе 1–2–3.



- С4** В цепи, схема которой изображена на рисунке, вначале замыкают ключ K_1 , а затем, спустя длительное время, ключ K_2 . Известно, что после этого через ключ K_2 протёк заряд, равный по модулю $\Delta q = 4 \text{ мкКл}$. Чему равна ЭДС \mathcal{E} источника тока, если $R_1 = 2 \text{ Ом}$, $R_2 = 3 \text{ Ом}$, $C_1 = 1 \text{ мкФ}$, $C_2 = 2 \text{ мкФ}$? Источник считайте идеальным.



- С5** В домашнем радиоприёмнике, принимающем сигнал в диапазонах длинных, средних и коротких волн (длины волн λ от 13 м до 2600 м), переменный конденсатор входного колебательного контура может изменять свою ёмкость C от 50 пФ до 500 пФ. В каких минимальных пределах при этом должны меняться индуктивности L катушек этого контура?

- С6** При малых колебаниях с амплитудой $A = 5 \text{ см}$ вблизи положения равновесия математического маятника модуль силы натяжения нити, на которой подвешен грузик массой $m = 100 \text{ г}$, меняется в пределах от T до $T + \Delta T$, где $\Delta T = 15 \text{ мН}$ и $\Delta T \ll T$. Какова длина l нити маятника? Трение не учитывайте. При решении задачи учтите, что для малых углов α справедливо приближённое равенство $\sin \alpha \approx \alpha$. Сделайте схематический рисунок с указанием сил, действующих на грузик.

Ответы к заданиям с кратким ответом.

Вариант 1.

№ задания.	Ответ.
B1	131
B2	112

№ задания	Ответ.
B3	24
B4	41

Ответы к заданиям с кратким ответом.

Вариант 2.

№ задания.	Ответ
B1	232
B2	113

№ задания	Ответ.
B3.	12
B4	43

Ответы к заданиям с кратким ответом.

Вариант 3.

№ задания.	Ответ.
B1	232
B2	112

№ задания.	Ответ.
B3	12
B4	41

Ответы к заданиям с кратким ответом

Вариант 4

№ задания.	Ответ
B1	131
B2	113

№ задания	Ответ.
B3	24
B4	43

Критерии оценивания заданий с развёрнутым ответом

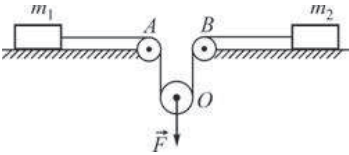
C1	Известно, что сжиженные газы с низкими температурами кипения при нормальном давлении (например, метан, азот, кислород, водород, гелий) нельзя хранить в герметично закрытых сосудах, даже если они имеют хорошую теплоизоляцию. При хранении в открытых теплоизолированных сосудах, сообщающихся с атмосферой, потери таких газов на испарение, отнесённые к единице объёма жидкости, тем меньше, чем больше объём сосуда. Объясните причины вышеизложенного, основываясь на известных физических законах и закономерностях.
----	---

Возможное решение
1. Даже при хорошей теплоизоляции невозможно полностью устранить подвод теплоты к сжиженным газам с низкими температурами кипения через стенки сосудов, поскольку температура этих газов значительно ниже температуры окружающей среды и существует явление теплопроводности. 2. Теплота, поступающая через стенки сосуда, расходуется на испарение сжиженного газа, причём объём получившегося газа во много раз превышает объём испарившейся жидкости. Поэтому в герметичном сосуде давление будет постепенно возрастать, и сосуд в конце концов взорвётся. По этой причине сжиженные газы хранят в открытых теплоизолированных сосудах, сообщающихся с атмосферой. 3. При данной разности температур и теплопроводности стенок количество теплоты, подводимой в единицу времени к содержимому сосуда, пропорционально площади его стенок, то есть квадрату линейных размеров сосуда. В то же время масса жидкости пропорциональна ее объёму, то есть кубу линейных размеров сосуда. Поэтому с увеличением размеров сосуда поток теплоты, приходящийся на единицу объёма жидкости, уменьшается, и соответственно уменьшаются относительные потери газа на испарение.

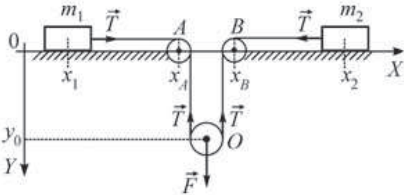
Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае п. 1–3) и исчерпывающие верные рассуждения с указанием наблюдаемых явлений и законов (в данном случае – описание процессов теплопроводности и испарения, а также возможных последствий герметизации сосудов со сжиженными газами и причины уменьшения потерь на испарение при увеличении размеров сосуда).	3
Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, и дано правильное объяснение, но содержится <u>один</u> из следующих недостатков. В представленных записях содержатся лишь общие рассуждения без привязки к конкретной ситуации задачи. ИЛИ Рассуждения, приводящие к ответу, представлены не в полном объёме, или в них содержатся логические недочёты.	2

Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> из следующих случаев. Указаны не все необходимые явления и физические законы, даже если дан правильный ответ на вопрос задания. ИЛИ Указаны все необходимые явления и физические законы, но в некоторых из них допущена ошибка, даже если дан правильный ответ на вопрос задания. 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, приводящие к верному ответу, содержат ошибки.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.	0
Максимальный балл	3

C2	На гладкой горизонтальной плоскости лежат два груза массами $m_1 = 0,5$ кг и $m_2 = 2$ кг, соединённые невесомой нерастяжимой нитью, перекинутой через два неподвижных (A и B) и один подвижный (O) невесомые блоки, как показано на рисунке. Оси блоков горизонтальны, трения в осях блоков нет. К оси O подвижного блока приложена направленная вертикально вниз сила $F = 4$ Н. Найдите ускорение этой оси. Сделайте схематический рисунок с указанием сил, действующих на грузы и блок.
----	---



Возможное решение
<p>Нарисуем силы T натяжения нити, одинаковые, в силу условия задачи, вдоль всей нити и действующие на грузы и блок O (см. рисунок). Введём систему координат XY, как показано на рисунке, и запишем уравнения движения грузов в проекции на ось X:</p> $m_1 a_1 = T, m_2 a_2 = -T.$ <p>В силу невесомости блока O имеем $F = 2T$, или $T = \frac{F}{2}$.</p> <p>В силу нерастяжимости нити (длиной L) и неподвижности блоков A и B (их координаты x_A и x_B постоянны) имеется следующая кинематическая связь между координатами x_1 и x_2 грузов и координатой y_0 блока O (здесь r – радиус блоков A и B, R – радиус блока O):</p> $x_A - x_1 + x_2 - x_B + \pi r + \pi R + 2y_0 = L,$ <p>или</p> $x_2 - x_1 + 2a_0 = \text{const.}$ <p>Отсюда, так как $x = \frac{at^2}{2}$, получаем связь ускорений:</p> $a_2 - a_1 + 2a_0 = 0.$ <p>Решаем записанную систему уравнений и получаем ответ:</p> $a_1 = \frac{F}{2m_1}, a_2 = -\frac{F}{2m_2}, a_0 = \frac{a_1 - a_2}{2} = \frac{F}{4} \cdot \frac{m_1 + m_2}{m_1 m_2} = 2,5 \text{ м/с}^2.$ <p>Ответ: $a_0 = \frac{F}{4} \cdot \frac{m_1 + m_2}{m_1 m_2} = 2,5 \text{ м/с}^2$</p>

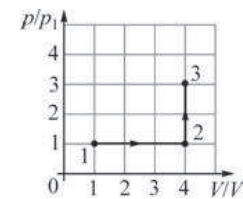


Критерии оценки выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае – уравнения движения грузов и блока в проекциях на выбранные оси координат и уравнение кинематической связи для ускорений тел);</p> <p>II) описаны все вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением, возможно, обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений, используемых в условии задачи);</p> <p>III) представлен схематический рисунок с указанием сил, поясняющий решение;</p> <p>IV) проведены необходимые математические преобразования (допускается вербальное указание на их проведение) и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>V) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины.</p>	3
<p>Правильно записаны необходимые положения теории и физические законы, закономерности, проведены необходимые преобразования, и представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины. Но имеется <u>один</u> из следующих недостатков.</p> <p>Записи, соответствующие одному или всем пунктам: II, III, IV, – представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p>ИЛИ</p> <p>При полном правильном решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачёркнуты, не заключены в скобки, рамку и т. п.).</p> <p>ИЛИ</p> <p>При ПОЛНОМ решении в необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/вычисления не доведены до конца.</p> <p>ИЛИ</p> <p>При ПОЛНОМ решении отсутствует пункт V, или в нём допущена ошибка.</p>	2

Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> из следующих случаев. 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.	
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.	1
ИЛИ В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.	
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.	0

С3

Над одним молем идеального одноатомного газа провели процесс 1–2–3, график которого приведён на рисунке в координатах V/V_1 и p/p_1 , где $V_1 = 1 \text{ м}^3$ и $p_1 = 2 \cdot 10^5 \text{ Па}$ – объём и давление газа в состоянии 1. Найдите количество теплоты, сообщённое газу в данном процессе 1–2–3.

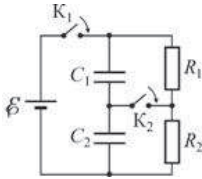


Возможное решение
Согласно первому началу термодинамики количество теплоты ΔQ , сообщённое газу, расходуется на работу газа ΔA и изменение его внутренней энергии ΔU : $\Delta Q = \Delta A + \Delta U$.
Работа газа на изобарическом участке 1–2 равна $\Delta A_{12} = p_1(V_2 - V_1) = p_1 V_1 \left(\frac{V_2}{V_1} - 1 \right)$, а на изохорическом участке 2–3 она равна нулю: $\Delta A_{23} = 0$. Как видно из рисунка, $\frac{V_2}{V_1} = 4$, и суммарная работа в процессе 1–2–3 равна $\Delta A_{13} = \Delta A_{12} = 3p_1 V_1$.
Внутренняя энергия одного моля идеального одноатомного газа: $U = \frac{3}{2} RT$. Согласно уравнению Клапейрона–Менделеева для одного моля идеального газа имеем $pV = RT$, так что $U = \frac{3}{2} pV$. Изменение внутренней энергии газа в процессе 1–2–3 равно, таким образом, $\Delta U_{13} = \frac{3}{2} (p_3 V_3 - p_1 V_1) = \frac{3}{2} p_1 V_1 \left(\frac{p_3}{p_1} \cdot \frac{V_3}{V_1} - 1 \right)$. Как видно из рисунка, $\frac{p_3}{p_1} = 3$, $\frac{V_3}{V_1} = \frac{V_2}{V_1} = 4$, и
$\Delta U_{13} = \frac{3}{2} p_1 V_1 (3 \cdot 4 - 1) = \frac{33}{2} p_1 V_1 = 16,5 p_1 V_1$. Окончательно получаем
$\Delta Q_{123} = \Delta A_{13} + \Delta U_{13} = 3p_1 V_1 + 16,5 p_1 V_1 = 19,5 p_1 V_1 = 3900 \text{ кДж}$.
Ответ: $\Delta Q_{123} = 19,5 p_1 V_1 = 3900 \text{ кДж}$.

Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие <u>элементы</u> : I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае – первое начало термодинамики, уравнение Клапейрона–Менделеева и выражения для работы и внутренней энергии идеального одноатомного газа); II) описаны все вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением, возможно, обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений, используемых в условии задачи); III) проведены необходимые математические преобразования (допускается вербальное указание на их проведение) 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 необходимые положения теории и физические законы, закономерности, проведены необходимые преобразования, и представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины. Но имеется <u>один</u> из следующих недостатков. Записи, соответствующие одному или обоим пунктам: II и III, – представлены не в полном объёме или отсутствуют. ИЛИ При ПОЛНОМ правильном решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачёркнуты, не заключены в скобки, рамку и т. п.). ИЛИ При ПОЛНОМ решении в необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/вычисления не доведены до конца. ИЛИ При ПОЛНОМ решении отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка.	2

Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> из следующих случаев. 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. 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 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

C4 В цепи, схема которой изображена на рисунке, вначале замыкают ключ K_1 , а затем, спустя длительное время, ключ K_2 . Какой заряд и в каком направлении протечёт после этого через ключ K_2 , если $R_1 = 2\text{ Ом}$, $R_2 = 3\text{ Ом}$, $C_1 = 1\text{ мкФ}$, $C_2 = 2\text{ мкФ}$, $\mathcal{E} = 10\text{ В}$? Источник считайте идеальным.



Возможное решение
<p>После замыкания ключа K_1 в цепи вначале пойдёт ток через резисторы и конденсаторы, которые через некоторое время зарядятся, и ток через них прекратится. При этом заряды обоих конденсаторов, согласно закону сохранения электрического заряда, будут одинаковы, и заряды на обкладках, присоединённых к ключу K_2, будут иметь противоположные знаки, так что суммарный заряд на этих обкладках равен нулю.</p> <p>После замыкания ключа K_2 произойдёт перераспределение зарядов: на конденсаторах установятся напряжения, равные падениям напряжения на соответствующих резисторах, и суммарный заряд на обкладках, присоединённых к ключу K_2, уже не будет равен нулю. Избыточный или недостающий заряд протечёт через ключ K_2.</p> <p>Согласно закону Ома для полной цепи ток через резисторы равен $I = \frac{\mathcal{E}}{R_1 + R_2}$, а падения напряжения на резисторах, согласно закону Ома для участка цепи, равны соответственно $U_1 = IR_1 = \frac{\mathcal{E}R_1}{R_1 + R_2}$ и $U_2 = IR_2 = \frac{\mathcal{E}R_2}{R_1 + R_2}$, причём в соответствии с полярностью источника тока верхние концы резисторов на рисунке имеют более высокий потенциал, чем нижние.</p> <p>Заряды на обкладках конденсаторов, заряженных до этих напряжений, в соответствии с формулой для связи заряда и напряжения на конденсаторе будут равны $q_1 = -C_1U_1 = -C_1\frac{\mathcal{E}R_1}{R_1 + R_2}$ (нижняя обкладка конденсатора C_1) и $q_2 = C_2U_2 = C_2\frac{\mathcal{E}R_2}{R_1 + R_2}$ (верхняя обкладка конденсатора C_2).</p> <p>Таким образом, при $C_2R_2 > C_1R_1$ через ключ K_2 в направлении справа налево протечёт заряд $\Delta q = q_1 + q_2 = \mathcal{E} \frac{C_2R_2 - C_1R_1}{R_1 + R_2}$. При $C_1R_1 > C_2R_2$ значение $\Delta q < 0$, и заряд протечёт через ключ K_2 в направлении слева направо. В данной задаче $C_2R_2 > C_1R_1$, и $\Delta q = \mathcal{E} \frac{C_2R_2 - C_1R_1}{R_1 + R_2} = 8 \text{ мкКл}$.</p> <p>Ответ. Заряд, протекающий через ключ K_2 в направлении справа налево, равен $\Delta q = \mathcal{E} \frac{C_2R_2 - C_1R_1}{R_1 + R_2} = 8 \text{ мкКл}$.</p>

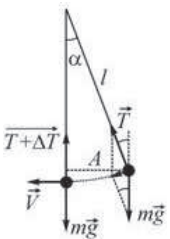
Критерии оценки выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае – закон Ома для полной цепи и для участка цепи, закон сохранения заряда, связь заряда и напряжения на конденсаторе, формулы для последовательного соединения резисторов и конденсаторов);</p> <p>II) описаны все вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением, возможно, обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений, используемых в условии задачи);</p> <p>III) проведены необходимые математические преобразования (допускается вербальное указание на их проведение) и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины.</p>	3
<p>Правильно записаны необходимые положения теории и физические законы, закономерности, проведены необходимые преобразования, и представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины. Но имеется <u>один</u> из следующих недостатков.</p> <p>Записи, соответствующие одному или обоим пунктам: II и III, – представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p>ИЛИ</p> <p>При ПОЛНОМ правильном решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачёркнуты, не заключены в скобки, рамку и т. п.).</p> <p>ИЛИ</p> <p>При ПОЛНОМ решении в необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/вычисления не доведены до конца.</p> <p>ИЛИ</p> <p>При ПОЛНОМ решении отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка.</p>	2
<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 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 в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p>	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.	0

C5 В домашнем радиоприёмнике, принимающем сигнал в диапазонах длинных, средних и коротких волн (длины волн λ от 13 м до 2600 м), переменный конденсатор входного колебательного контура может изменять свою ёмкость C от 50 пФ до 500 пФ. В каких минимальных пределах при этом должны меняться индуктивности L катушек этого контура?

Возможное решение
Согласно формуле Томсона период T электромагнитных колебаний в контуре, состоящем из конденсатора ёмкостью C и катушки с индуктивностью L , равен $T = 2\pi\sqrt{LC}$. Длина λ волны электромагнитного излучения связана с периодом T колебаний формулой $\lambda = cT$, где c – скорость электромагнитных волн в атмосфере, которую можно считать равной скорости света в вакууме: $c \approx 3 \cdot 10^8$ м/с. Подставляя выражение для периода колебаний в формулу для длины волны, получаем $\lambda = 2\pi c\sqrt{LC}$, откуда $L = \frac{\lambda^2}{4\pi^2 c^2 C}$. Для нахождения минимального диапазона изменения величин L следует при минимальной длине волны $\lambda_1 = 13$ м брать в записанной формуле минимальное значение ёмкости $C_1 = 50$ пФ, а при максимальной ($\lambda_1 = 2600$ м) – максимальное ($C_2 = 500$ пФ). Подставляя указанные численные значения для длин волн и ёмкостей в приведённую выше формулу для индуктивностей L , получаем, что они должны меняться в пределах от $L_1 = \frac{\lambda_1^2}{4\pi^2 c^2 C_1} = \frac{13^2}{4 \cdot 3,14^2 \cdot 9 \cdot 10^{16} \cdot 50 \cdot 10^{-12}} \approx 0,95 \cdot 10^{-6} \text{ Гн} = 0,95 \text{ мкГн}$ до $L_2 = \frac{\lambda_2^2}{4\pi^2 c^2 C_2} = \frac{2600^2}{4 \cdot 3,14^2 \cdot 9 \cdot 10^{16} \cdot 500 \cdot 10^{-12}} \approx 3,8 \cdot 10^{-3} \text{ Гн} = 3,8 \text{ мГн}.$ Ответ: примерно от 0,95 мкГн до 3,8 мГн.

Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие <u>элементы</u> : I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (<i>в данном случае – формула Томсона для периода колебаний в контуре и связь длины электромагнитной волны с её периодом</i>); II) описаны все вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (<i>за исключением, возможно, обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений, используемых в условии задачи</i>); III) проведены необходимые математические преобразования (допускается вербальное указание на их проведение) 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 необходимые положения теории и физические законы, закономерности, проведены необходимые преобразования, и представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины. Но имеется <u>один</u> из следующих недостатков. Записи, соответствующие одному или обоим пунктам: II и III, – представлены не в полном объёме или отсутствуют. ИЛИ При ПОЛНОМ правильном решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачёркнуты, не заключены в скобки, рамку и т. п.). ИЛИ При ПОЛНОМ решении в необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/вычисления не доведены до конца. ИЛИ При ПОЛНОМ решении отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка.	2
Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> из следующих случаев. 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. 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.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.	0

С6 При малых колебаниях вблизи положения равновесия математического маятника длиной $l = 1$ м модуль силы натяжения нити, на которой подвешен грузик массой $m = 100$ г, меняется в пределах от T до $T + \Delta T$, где $\Delta T = 15$ мН и $\Delta T \ll T$. Найдите амплитуду A колебаний этого маятника. Трение не учитывайте. При решении задачи учтите, что для малых углов α справедливо приближённое равенство $\sin \alpha \approx \alpha$. Сделайте схематический рисунок с указанием сил, действующих на грузик.

Возможное решение	
<p>Изобразим маятник в двух состояниях: максимального отклонения, когда он останавливается, отклонившись от положения равновесия на расстояние A, и при прохождении им этого положения равновесия (см. рисунок). На грузик маятника массой m действует сила тяжести $m\vec{g}$, направленная вертикально вниз, и переменная сила \vec{T} натяжения нити, меняющаяся по модулю от T в положении максимального отклонения, когда вектор \vec{T} наклонён под малым углом α к вертикали, до $T + \Delta T$ в положении равновесия, где вектор \vec{T} вертикален, а грузик движется со скоростью \vec{V}, направленной горизонтально.</p> <p>Поскольку трения нет, согласно закону сохранения механической энергии потенциальная энергия маятника в крайнем положении, отсчитанная от начального уровня в положении равновесия, должна равняться кинетической энергии при прохождении положения равновесия: $mg l (1 - \cos \alpha) = \frac{mV^2}{2}$.</p> <p>В положении максимального отклонения суммарная сила $\vec{T} + m\vec{g}$ направлена вдоль траектории грузика – окружности радиусом l, то есть перпендикулярно вектору \vec{T}, а скорость грузика в этот момент равна нулю, $T = mg \cos \alpha$.</p> <p>При прохождении положения равновесия грузик обладает центростремительным ускорением, и уравнение его движения в проекции на вертикальную ось имеет вид $\frac{mV^2}{l} = T + \Delta T - mg$.</p> <p>Подставляя сюда полученные выше выражения для V^2 и для T, находим $\Delta T = 3mg(1 - \cos \alpha)$. В силу малости угла $\alpha \approx \frac{A}{l}$, откуда имеем $\Delta T = 3mg \left(1 - \cos \alpha\right) = 3mg \cdot 2\sin^2\left(\frac{\alpha}{2}\right) \approx 3mg \cdot \frac{\alpha^2}{2} \approx \frac{3mgA^2}{2l^2}$, и, поскольку $mg = \frac{T}{\cos \alpha} \approx T$, получаем ответ: $A \approx l \sqrt{\frac{2\Delta T}{3mg}} \approx l \sqrt{\frac{2\Delta T}{3T}} = 10$ см.</p> <p>Ответ: $A \approx l \sqrt{\frac{2\Delta T}{3mg}} \approx l \sqrt{\frac{2\Delta T}{3T}} = 10$ см.</p>	

Критерии оценки выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие <u>элементы</u>:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае – правильно записаны закон сохранения механической энергии для математического маятника и уравнения его движения, и полученная система уравнений решена <u>точно</u> или <u>приближённо</u> – с учётом малости угла α);</p> <p>II) описаны все вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением, возможно, обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений, используемых в условии задачи);</p> <p>III) представлен схематический рисунок с указанием сил, поясняющий решение;</p> <p>IV) проведены необходимые математические преобразования (допускается вербальное указание на их проведение) и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>V) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины.</p>	3
<p>Правильно записаны необходимые положения теории и физические законы, закономерности, проведены необходимые преобразования, и представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины. Но имеется <u>один</u> из следующих недостатков.</p> <p>Записи, соответствующие одному или обоим пунктам: II, III, IV, – представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p>ИЛИ</p> <p>При ПОЛНОМ правильном решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачёркнуты, не заключены в скобки, рамку и т. п.).</p> <p>ИЛИ</p> <p>При ПОЛНОМ решении в необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/вычисления не доведены до конца.</p> <p>ИЛИ</p> <p>При ПОЛНОМ решении отсутствует пункт V, или в нём допущена ошибка.</p>	2

Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> из следующих случаев. 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.	1
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 в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.	
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.	0

Критерии оценивания заданий с развёрнутым ответом

C1	Известно, что сжиженные газы с низкими температурами кипения при нормальном давлении (например, метан, азот, кислород, водород, гелий) хранят в открытых теплоизолированных сосудах, сообщающихся с атмосферой. При таком хранении потери на испарение, отнесённые к единице массы сжиженного газа, уменьшаются при увеличении объёма сосуда. Объясните причины вышеизложенного, основываясь на известных физических законах и закономерностях.
----	--

Возможное решение
1. Даже при хорошей теплоизоляции невозможно полностью устранить подвод теплоты к сжиженным газам с низкими температурами кипения через стенки сосудов, поскольку температура этих газов значительно ниже температуры окружающей среды и существует явление теплопроводности. 2. Теплота, поступающая через стенки сосуда, расходуется на испарение сжиженного газа, причём объём получившегося газа во много раз превышает объём испарившейся жидкости. Поэтому в закрытом сосуде давление будет постепенно возрастать, и сосуд в конце концов взорвётся. По этой причине сжиженные газы хранят в открытых теплоизолированных сосудах, сообщающихся с атмосферой, 3. При данной разности температур и теплопроводности стенок количество теплоты, подводимой в единицу времени к содержимому сосуда, пропорционально площади его стенок, то есть квадрату линейных размеров сосуда. В то же время масса жидкости пропорциональна её объёму, то есть кубу линейных размеров сосуда. Поэтому с увеличением размеров сосуда поток теплоты, приходящийся на единицу массы жидкости, уменьшается, и соответственно уменьшаются относительные потери газа на испарение.

Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> из следующих случаев. 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.	1
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 в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.	
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.	0

Критерии оценивания заданий с развёрнутым ответом

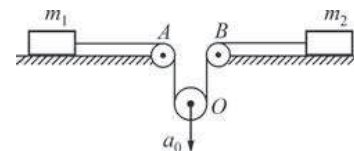
C1	Известно, что сжиженные газы с низкими температурами кипения при нормальном давлении (например, метан, азот, кислород, водород, гелий) хранят в открытых теплоизолированных сосудах, сообщающихся с атмосферой. При таком хранении потери на испарение, отнесённые к единице массы сжиженного газа, уменьшаются при увеличении объёма сосуда. Объясните причины вышеизложенного, основываясь на известных физических законах и закономерностях.
----	--

Возможное решение
1. Даже при хорошей теплоизоляции невозможно полностью устранить подвод теплоты к сжиженным газам с низкими температурами кипения через стенки сосудов, поскольку температура этих газов значительно ниже температуры окружающей среды и существует явление теплопроводности. 2. Теплота, поступающая через стенки сосуда, расходуется на испарение сжиженного газа, причём объём получившегося газа во много раз превышает объём испарившейся жидкости. Поэтому в закрытом сосуде давление будет постепенно возрастать, и сосуд в конце концов взорвётся. По этой причине сжиженные газы хранят в открытых теплоизолированных сосудах, сообщающихся с атмосферой, 3. При данной разности температур и теплопроводности стенок количество теплоты, подводимой в единицу времени к содержимому сосуда, пропорционально площади его стенок, то есть квадрату линейных размеров сосуда. В то же время масса жидкости пропорциональна её объёму, то есть кубу линейных размеров сосуда. Поэтому с увеличением размеров сосуда поток теплоты, приходящийся на единицу массы жидкости, уменьшается, и соответственно уменьшаются относительные потери газа на испарение.

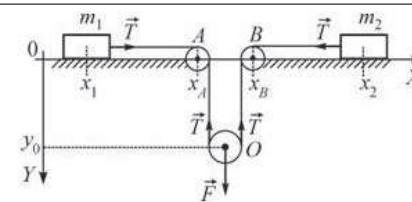
Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае п. 1–3) и исчерпывающие верные рассуждения с указанием наблюдаемых явлений и законов (в данном случае – <i>описание процессов теплопроводности и испарения, а также возможных последствий герметизации сосудов со сжиженными газами и причины уменьшения потерь на испарение при увеличении размеров сосуда</i>).	3
Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, и дано правильное объяснение, но содержится <u>один</u> из следующих недостатков. В представленных записях содержатся лишь общие рассуждения без привязки к конкретной ситуации задачи. ИЛИ Рассуждения, приводящие к ответу, представлены не в полном объёме, или в них содержатся логические недочёты.	2
Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> из следующих случаев. Указаны не все необходимые явления и физические законы, даже если дан правильный ответ на вопрос задания. ИЛИ Указаны все необходимые явления и физические законы, но в некоторых из них допущена ошибка, даже если дан правильный ответ на вопрос задания. 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, приводящие к верному ответу, содержат ошибки.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.	0

C2

На гладкой горизонтальной плоскости лежат два груза массами $m_1 = 1$ кг и $m_2 = 2$ кг, соединённые невесомой нерастяжимой нитью, перекинутой через два неподвижных (A и B) и один подвижный (O) невесомые блоки, как показано на рисунке. Оси блоков горизонтальны, трения в осях блоков нет. К оси O подвижного блока приложена некоторая направленная вертикально вниз сила, в результате чего ось O движется с ускорением $a_0 = 3 \text{ м/с}^2$. Найдите модуль F этой силы. Сделайте схематический рисунок с указанием сил, действующих на грузы и блок.

**Возможное решение**

Нарисуем силу F и силы T натяжения нити, одинаковые, в силу условия задачи, вдоль всей нити и действующие на грузы и блок O (см. рисунок). Введём систему координат XY , как показано на рисунке, и запишем уравнения движения грузов в проекции на ось X : $m_1 a_1 = T$, $m_2 a_2 = -T$.



В силу невесомости блока O имеем $F = 2T$, или $T = \frac{F}{2}$.

В силу нерастяжимости нити (длиной L) и неподвижности блоков A и B (их координаты x_A и x_B постоянны) имеется следующая кинематическая связь между координатами x_1 x_2 грузов и координатой y_0 блока O (здесь r – радиус блоков A и B , R – радиус блока O):

$$x_A - x_1 + x_2 - x_B + \pi r + \pi R + 2y_0 = L,$$

или

$$x_2 - x_1 + 2y_0 = \text{const.}$$

Отсюда, так как $x = \frac{at^2}{2}$, получаем связь ускорений:

$$a_2 - a_1 + 2a_0 = 0.$$

Решаем записанную систему уравнений и получаем ответ:

$$a_1 = \frac{F}{2m_1}, a_2 = -\frac{F}{2m_2}, a_0 = \frac{a_1 - a_2}{2} = \frac{F}{4} \cdot \frac{m_1 + m_2}{m_1 m_2},$$

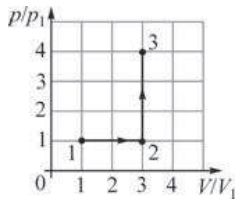
$$\text{откуда } F = \frac{4a_0 m_1 m_2}{m_1 + m_2} = 8 \text{ Н.}$$

$$\text{Ответ: } F = \frac{4a_0 m_1 m_2}{m_1 + m_2} = 8 \text{ Н.}$$

Критерии оценки выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие <u>элементы</u>:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае – <i>уравнения движения грузов и блока в проекциях на выбранные оси координат и уравнение кинематической связи для ускорений тел</i>);</p> <p>II) описаны все вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (<i>за исключением, возможно, обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений, используемых в условии задачи</i>);</p> <p>III) представлен схематический рисунок с указанием сил, поясняющий решение;</p> <p>IV) проведены необходимые математические преобразования (допускается вербальное указание на их проведение) и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>V) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины.</p>	3
<p>Правильно записаны необходимые положения теории и физические законы, закономерности, проведены необходимые преобразования, и представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины. Но имеется <u>один</u> из следующих недостатков.</p> <p>Записи, соответствующие одному или всем пунктам: II, III, IV, – представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p>ИЛИ</p> <p>При полном правильном решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачёркнуты, не заключены в скобки, рамку и т. п.).</p> <p>ИЛИ</p> <p>При ПОЛНОМ решении в необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/вычисления не доведены до конца.</p> <p>ИЛИ</p> <p>При ПОЛНОМ решении отсутствует пункт V, или в нём допущена ошибка.</p>	2

<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 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 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

С3 Над одним молем идеального одноатомного газа провели процесс 1–2–3, график которого приведён на рисунке в координатах V/V_1 и p/p_1 , где $V_1 = 1\text{ м}^3$ и $p_1 = 2 \cdot 10^5\text{ Па}$ – объём и давление газа в состоянии 1. Найдите количество теплоты, сообщённое газу в данном процессе 1–2–3.

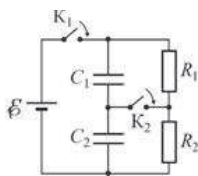


Возможное решение	
Согласно первому началу термодинамики количество теплоты ΔQ , сообщённое газу, расходуется на работу газа ΔA и изменение его внутренней энергии ΔU : $\Delta Q = \Delta A + \Delta U$.	
Работа газа на изобарическом участке 1–2 равна $\Delta A_{12} = p_1(V_2 - V_1) = p_1 V_1 \left(\frac{V_2}{V_1} - 1 \right)$, а на изохорическом участке 2–3 она равна нулю: $\Delta A_{23} = 0$.	
Как видно из рисунка, $\frac{V_2}{V_1} = 3$, и суммарная работа в процессе 1–2–3 равна $\Delta A_{13} = \Delta A_{12} = 2p_1 V_1$. Внутренняя энергия одного моля идеального одноатомного газа: $U = \frac{3}{2}RT$. Согласно уравнению Клапейрона–Менделеева, для одного моля идеального газа имеем $pV = RT$, так что $U = \frac{3}{2}pV$. Изменение внутренней энергии газа в процессе 1–2–3 равно, таким образом, $\Delta U_{13} = \frac{3}{2}(p_3 V_3 - p_1 V_1) = \frac{3}{2}p_1 V_1 \left(\frac{p_3}{p_1} \cdot \frac{V_3}{V_1} - 1 \right)$.	
Как видно из рисунка, $\frac{p_3}{p_1} = \frac{p_3}{p_2} = 4$, $\frac{V_3}{V_1} = \frac{V_2}{V_1} = 3$, и $\Delta U_{13} = \frac{3}{2}p_1 V_1 (4 \cdot 3 - 1) = \frac{33}{2}p_1 V_1 = 16,5p_1 V_1$.	
Окончательно получаем $\Delta Q_{123} = \Delta A_{13} + \Delta U_{13} = 2p_1 V_1 + 16,5p_1 V_1 = 18,5p_1 V_1 = 3700\text{ кДж}$.	
Ответ: $\Delta Q_{123} = 18,5p_1 V_1 = 3700\text{ кДж}$.	

Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае – <i>первое начало термодинамики, уравнение Клапейрона–Менделеева и выражения для работы и внутренней энергии идеального одноатомного газа</i>); II) описаны все вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением, возможно, обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений, используемых в условии задачи); III) проведены необходимые математические преобразования (допускается вербальное указание на их проведение) 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 необходимые положения теории и физические законы, закономерности, проведены необходимые преобразования, и представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины. Но имеется <u>один</u> из следующих недостатков. Записи, соответствующие одному или обоим пунктам: II и III, – представлены не в полном объёме или отсутствуют. ИЛИ При ПОЛНОМ правильном решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачёркнуты, не заключены в скобки, рамку и т. п.). ИЛИ При ПОЛНОМ решении в необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/вычисления не доведены до конца. ИЛИ При ПОЛНОМ решении отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка.	2

Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> из следующих случаев. 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.	
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.	1
ИЛИ В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.	
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.	0

С4 В цепи, схема которой изображена на рисунке, вначале замыкают ключ K_1 , а затем, спустя длительное время, ключ K_2 . Известно, что после этого через ключ K_2 протёк заряд, равный по модулю $\Delta q = 4$ мкКл. Чему равна ЭДС \mathcal{E} источника тока, если $R_1 = 2$ Ом, $R_2 = 3$ Ом, $C_1 = 1$ мкФ, $C_2 = 2$ мкФ? Источник считайте идеальным.



Возможное решение
<p>После замыкания ключа K_1 ток в цепи вначале пошёл через резисторы и конденсаторы, которые через некоторое время зарядились, и ток через них прекратился. При этом заряды обоих конденсаторов, согласно закону сохранения электрического заряда, были одинаковы, и заряды на обкладках, присоединённых к ключу K_2, имели противоположные знаки, так что суммарный заряд на этих обкладках был равен нулю.</p> <p>После замыкания ключа K_2 произошло перераспределение зарядов: на конденсаторах установились напряжения, равные падениям напряжения на соответствующих резисторах, и суммарный заряд на обкладках, присоединённых к ключу K_2, стал уже не равным нулю. Избыточный или недостающий заряд протёк через ключ K_2.</p> <p>Согласно закону Ома для полной цепи ток через резисторы равен $I = \frac{\mathcal{E}}{R_1 + R_2}$, а падения напряжения на резисторах, согласно закону Ома для участка цепи, равны соответственно $U_1 = IR_1 = \frac{\mathcal{E}R_1}{R_1 + R_2}$ и $U_2 = IR_2 = \frac{\mathcal{E}R_2}{R_1 + R_2}$.</p> <p>Заряды на обкладках конденсаторов, заряженных до этих напряжений после замыкания ключа K_2, в соответствии с формулой для связи заряда и напряжения на конденсаторе стали равны $q_1 = -C_1 U_1 = -C_1 \frac{\mathcal{E}R_1}{R_1 + R_2}$ (нижняя обкладка конденсатора C_1) и $q_2 = C_2 U_2 = C_2 \frac{\mathcal{E}R_2}{R_1 + R_2}$ (верхняя обкладка конденсатора C_2).</p> <p>Таким образом, через ключ K_2 протёк суммарный заряд, равный по модулю $\Delta q = q_1 + q_2 = \mathcal{E} \frac{ C_2 R_2 - C_1 R_1 }{R_1 + R_2}$, и ЭДС источника тока $\mathcal{E} = \frac{\Delta q (R_1 + R_2)}{ C_2 R_2 - C_1 R_1 }$. В данной задаче $C_2 R_2 > C_1 R_1$, и $\mathcal{E} = \frac{\Delta q (R_1 + R_2)}{C_2 R_2 - C_1 R_1} = 5$ В.</p> <p>Ответ $\mathcal{E} = \frac{\Delta q (R_1 + R_2)}{C_2 R_2 - C_1 R_1} = 5$ В.</p>

Критерии оценки выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие <u>элементы</u>:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (<i>в данном случае – закон Ома для полной цепи и для участка цепи, закон сохранения заряда, связь заряда и напряжения на конденсаторе, формулы для последовательного соединения резисторов и конденсаторов</i>);</p> <p>II) описаны все вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (<i>за исключением, возможно, обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений, используемых в условии задачи</i>);</p> <p>III) проведены необходимые математические преобразования (допускается вербальное указание на их проведение) и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины.</p>	3
<p>Правильно записаны необходимые положения теории и физические законы, закономерности, проведены необходимые преобразования, и представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины. Но имеется <u>один</u> из следующих недостатков.</p> <p>Записи, соответствующие одному или обоим пунктам: II и III, – представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p>ИЛИ</p> <p>При ПОЛНОМ правильном решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачёркнуты, не заключены в скобки, рамку и т. п.).</p> <p>ИЛИ</p> <p>При ПОЛНОМ решении в необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/вычисления не доведены до конца</p> <p>ИЛИ</p> <p>При ПОЛНОМ решении отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка.</p>	2

<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 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 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

- С5** В домашнем радиоприёмнике, принимающем сигнал в диапазонах длинных, средних и коротких волн (длины волн λ от 13 м до 2600 м), индуктивности L катушек входного колебательного контура могут изменяться в пределах от 1 мкГн до 4 мГн. В каких минимальных пределах при этом должна меняться ёмкость C переменного конденсатора этого контура?

Возможное решение

Согласно формуле Томсона период T электромагнитных колебаний в контуре, состоящем из конденсатора ёмкостью C и катушки индуктивностью L , равен $T = 2\pi\sqrt{LC}$.

Длина λ волны электромагнитного излучения связана с периодом T колебаний формулой $\lambda = cT$, где c – скорость электромагнитных волн в атмосфере, которую можно считать равной скорости света в вакууме: $c \approx 3 \cdot 10^8$ м/с.

Подставляя выражение для периода колебаний в формулу для длины волны, получаем $\lambda = 2\pi c\sqrt{LC}$, откуда $C = \frac{\lambda^2}{4\pi^2 c^2 L}$.

Для нахождения минимального диапазона изменения величины C следует при минимальной длине волны $\lambda_1 = 13$ м брать в записанной формуле минимальное значение индуктивности $L_1 = 1$ мкГн, а при максимальной ($\lambda_1 = 2600$ м) – максимальное ($L_2 = 4$ мГн).

Подставляя указанные численные значения для длин волн и индуктивностей в приведённую выше формулу для ёмкости C , получаем, что она должна меняться в пределах от

$$C_1 = \frac{\lambda_1^2}{4\pi^2 c^2 L_1} = \frac{13^2}{4 \cdot 3,14^2 \cdot 9 \cdot 10^{16} \cdot 1 \cdot 10^{-6}} \approx 0,48 \cdot 10^{-10} \text{ Ф} = 48 \text{ пФ}$$

до

$$C_2 = \frac{\lambda_2^2}{4\pi^2 c^2 L_2} = \frac{2600^2}{4 \cdot 3,14^2 \cdot 9 \cdot 10^{16} \cdot 1 \cdot 10^{-3}} \approx 4,8 \cdot 10^{-10} \text{ Ф} = 480 \text{ пФ}.$$

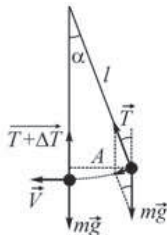
Ответ: примерно от 48 пФ до 480 пФ.

Критерии оценки выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае – <i>формула Томсона для периода колебаний в контуре и связь длины электромагнитной волны с её периодом</i>);</p> <p>II) описаны все вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением, возможно, обозначений констант, указанных в варианте КИМ и обозначений, используемых в условии задачи);</p> <p>III) проведены необходимые математические преобразования (допускается вербальное указание на их проведение) и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины.</p>	3
<p>Правильно записаны необходимые положения теории и физические законы, закономерности, проведены необходимые преобразования, и представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины. Но имеется один из следующих недостатков.</p> <p>Записи, соответствующие одному или обоим пунктам: II и III, – представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p>ИЛИ</p> <p>При ПОЛНОМ правильном решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачёркнуты, не заключены в скобки, рамку и т. п.).</p> <p>ИЛИ</p> <p>При ПОЛНОМ решении в необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/вычисления не доведены до конца</p> <p>ИЛИ</p> <p>При ПОЛНОМ решении отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка.</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
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.	0

С6 При малых колебаниях с амплитудой $A = 5$ см вблизи положения равновесия математического маятника модуль силы натяжения нити, на которой подвешен грузик массой $m = 100$ г, меняется в пределах от T до $T + \Delta T$, где $\Delta T = 15$ мН и $\Delta T \ll T$. Какова длина l нити маятника? Трение не учитывайте. При решении задачи учтите, что для малых углов α справедливо приближённое равенство $\sin \alpha \approx \alpha$. Сделайте схематический рисунок с указанием сил, действующих на грузик.

Возможное решение

Изобразим маятник в двух состояниях: максимального отклонения, когда он останавливается, отклонившись от положения равновесия на расстояние A , и при прохождении им этого положения равновесия (см. рисунок). На грузик маятника массой m действует сила тяжести $m\vec{g}$, направленная вертикально вниз, и переменная сила \vec{T} натяжения нити, меняющаяся по модулю от T в положении максимального отклонения, когда вектор \vec{T} наклонён под малым углом α к вертикали, до $T + \Delta T$ в положении равновесия, где вектор \vec{T} вертикален, а грузик движется со скоростью \vec{V} , направленной горизонтально.



Поскольку трения нет, согласно закону сохранения механической энергии потенциальная энергия маятника в крайнем положении, отсчитанная от начального уровня в положении равновесия, должна равняться кинетической энергии при прохождении положения равновесия: $mg l (1 - \cos \alpha) = \frac{mV^2}{2}$.

В положении максимального отклонения суммарная сила $\vec{T} + m\vec{g}$ направлена вдоль траектории грузика – окружности радиусом l , то есть перпендикулярно вектору \vec{T} , а скорость грузика в этот момент равна нулю, $T = mg \cos \alpha$.

При прохождении положения равновесия грузик обладает центростремительным ускорением, и уравнение его движения в проекции на вертикальную ось имеет вид $\frac{mV^2}{l} = T + \Delta T - mg$.

Подставляя сюда полученные выше выражения для V^2 и для T , находим

$\Delta T = 3mg(1 - \cos \alpha)$. В силу малости угла $\alpha \approx \frac{A}{l}$, откуда имеем

$$\Delta T = 3mg \left(1 - \cos \alpha \right) \approx 3mg \cdot 2 \sin^2 \left(\frac{\alpha}{2} \right) \approx 3mg \cdot \frac{\alpha^2}{2} \approx \frac{3mg A^2}{2l^2}, \text{ и, поскольку}$$

$$mg = \frac{T}{\cos \alpha} \approx T, \text{ получаем ответ: } l \approx A \sqrt{\frac{3mg}{2\Delta T}} \approx A \sqrt{\frac{3T}{2\Delta T}} = 0,5 \text{ м.}$$

$$\text{Ответ: } l \approx A \sqrt{\frac{3mg}{2\Delta T}} \approx A \sqrt{\frac{3T}{2\Delta T}} = 0,5 \text{ м.}$$

Критерии оценки выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае – <i>правильно записаны закон сохранения механической энергии для математического маятника и уравнения его движения, и полученная система уравнений решена точно или приближенно – с учётом малости угла α</i>);</p> <p>II) описаны все вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением, возможно, обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений, используемых в условии задачи);</p> <p>III) представлен схематический рисунок с указанием сил, поясняющий решение;</p> <p>IV) проведены необходимые математические преобразования (допускается вербальное указание на их проведение) и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>V) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины.</p>	3
<p>Правильно записаны необходимые положения теории и физические законы, закономерности, проведены необходимые преобразования, и представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины. Но имеется <u>один</u> из следующих недостатков.</p> <p>Записи, соответствующие одному или обоим пунктам: II, III, IV, – представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p>ИЛИ</p> <p>При ПОЛНОМ правильном решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачёркнуты, не заключены в скобки, рамку и т. п.).</p> <p>ИЛИ</p> <p>При ПОЛНОМ решении в необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/вычисления не доведены до конца.</p> <p>ИЛИ</p> <p>При ПОЛНОМ решении отсутствует пункт V, или в нём допущена ошибка.</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 задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи, и ответа.</p> <p style="text-align: center;">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 style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения 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

Критерии оценивания заданий с развёрнутым ответом

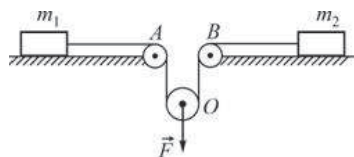
C1

Известно, что сжиженные газы с низкими температурами кипения при нормальном давлении (например, метан, азот, кислород, водород, гелий) хранят в открытых теплоизолированных сосудах, сообщающихся с атмосферой. При таком хранении потери на испарение, отнесённые к единице массы сжиженного газа, уменьшаются при увеличении объёма сосуда. Объясните причины вышеизложенного, основываясь на известных физических законах и закономерностях.

Возможное решение
<p>1. Даже при хорошей теплоизоляции невозможно полностью устранить подвод теплоты к сжиженным газам с низкими температурами кипения через стенки сосудов, поскольку температура этих газов значительно ниже температуры окружающей среды и существует явление теплопроводности.</p> <p>2. Теплота, поступающая через стенки сосуда, расходуется на испарение сжиженного газа, причём объём получившегося газа во много раз превышает объём испарившейся жидкости. Поэтому в закрытом сосуде давление будет постепенно возрастать, и сосуд в конце концов взорвётся. По этой причине сжиженные газы хранят в открытых теплоизолированных сосудах, сообщающихся с атмосферой.</p> <p>3. При данной разности температур и теплопроводности стенок количество теплоты, подводимой в единицу времени к содержимому сосуда, пропорционально площади его стенок, то есть квадрату линейных размеров сосуда. В то же время масса жидкости пропорциональна её объёму, то есть кубу линейных размеров сосуда. Поэтому с увеличением размеров сосуда поток теплоты, приходящийся на единицу массы жидкости, уменьшается, и соответственно уменьшаются относительные потери газа на испарение.</p>

Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае п. 1–3) и исчерпывающие верные рассуждения с указанием наблюдаемых явлений и законов (в данном случае – <i>описание процессов теплопроводности и испарения, а также возможных последствий герметизации сосудов со сжиженными газами и причины уменьшения потерь на испарение при увеличении размеров сосуда</i>).	3
Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, и дано правильное объяснение, но содержится <u>один</u> из следующих недостатков. В представленных записях содержатся лишь общие рассуждения без привязки к конкретной ситуации задачи. ИЛИ Рассуждения, приводящие к ответу, представлены не в полном объёме, или в них содержатся логические недочёты.	2
Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> из следующих случаев. Указаны не все необходимые явления и физические законы, даже если дан правильный ответ на вопрос задания. ИЛИ Указаны все необходимые явления и физические законы, но в некоторых из них допущена ошибка, даже если дан правильный ответ на вопрос задания. 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, приводящие к верному ответу, содержат ошибки.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.	0

C2 На гладкой горизонтальной плоскости лежат два груза массами $m_1 = 0,5$ кг и $m_2 = 2$ кг, соединённые невесомой нерастяжимой нитью, перекинутой через два неподвижных (A и B) и один подвижный (O) невесомые блоки, как показано на рисунке. Оси блоков горизонтальны, трения в осях блоков нет. К оси O подвижного блока приложена направленная вертикально вниз сила $F = 4$ Н. Найдите ускорение этой оси. Сделайте схематический рисунок с указанием сил, действующих на грузы и блок.



Возможное решение

Нарисуем силы T натяжения нити, одинаковые, в силу условия задачи, вдоль всей нити и действующие на грузы и блок O (см. рисунок). Введём систему координат XY , как показано на рисунке, и запишем уравнения движения грузов в проекции на ось X :

$$m_1 a_1 = T, m_2 a_2 = -T.$$

В силу невесомости блока O имеем $F = 2T$, или $T = \frac{F}{2}$.

В силу нерастяжимости нити (длиной L) и неподвижности блоков A и B (их координаты x_A и x_B постоянны) имеется следующая кинематическая связь между координатами x_1 и x_2 грузов и координатой y_0 блока O (здесь r – радиус блоков A и B , R – радиус блока O):

$$x_A - x_1 + x_2 - x_B + \pi r + \pi R + 2y_0 = L,$$

или

$$x_2 - x_1 + 2a_0 = \text{const.}$$

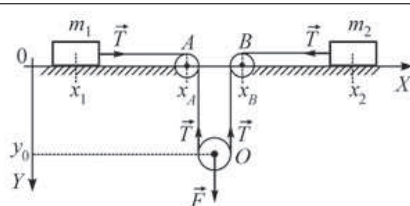
Отсюда, так как $x = \frac{at^2}{2}$, получаем связь ускорений:

$$a_2 - a_1 + 2a_0 = 0.$$

Решаем записанную систему уравнений и получаем ответ:

$$a_1 = \frac{F}{2m_1}, a_2 = -\frac{F}{2m_2}, a_0 = \frac{a_1 - a_2}{2} = \frac{F}{4} \cdot \frac{m_1 + m_2}{m_1 m_2} = 2,5 \text{ м/с}^2.$$

$$\text{Ответ: } a_0 = \frac{F}{4} \cdot \frac{m_1 + m_2}{m_1 m_2} = 2,5 \text{ м/с}^2$$



Критерии оценки выполнения задания

Баллы

Приведено полное решение, включающее следующие элементы:
I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае – уравнения движения грузов и блока в проекциях на выбранные оси координат и уравнение кинематической связи для ускорений тел);
II) описаны все вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением, возможно, обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений, используемых в условии задачи);
III) представлен схематический рисунок с указанием сил, поясняющий решение;
IV) проведены необходимые математические преобразования (допускается вербальное указание на их проведение) и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);
V) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины.

3

Правильно записаны необходимые положения теории и физические законы, закономерности, проведены необходимые преобразования, и представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины. Но имеется один из следующих недостатков.
Записи, соответствующие одному или всем пунктам: II, III, IV, – представлены не в полном объёме или отсутствуют.

ИЛИ

При полном правильном решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачёркнуты, не заключены в скобки, рамку и т. п.).

ИЛИ

При ПОЛНОМ решении в необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/вычисления не доведены до конца.

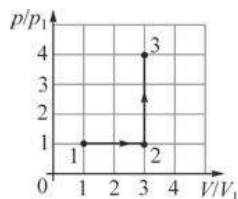
ИЛИ

При ПОЛНОМ решении отсутствует пункт V, или в нём допущена ошибка.

2

Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> из следующих случаев. 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.	
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.	1
ИЛИ В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.	
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.	0

С3 Над одним молем идеального одноатомного газа провели процесс 1–2–3, график которого приведён на рисунке в координатах V/V_1 и p/p_1 , где $V_1 = 1 \text{ м}^3$ и $p_1 = 2 \cdot 10^5 \text{ Па}$ – объём и давление газа в состоянии 1. Найдите количество теплоты, сообщённое газу в данном процессе 1–2–3.

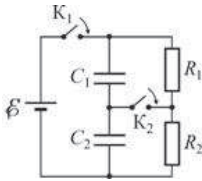


Возможное решение
Согласно первому началу термодинамики количество теплоты ΔQ , сообщённое газу, расходуется на работу газа ΔA и изменение его внутренней энергии ΔU : $\Delta Q = \Delta A + \Delta U$.
Работа газа на изобарическом участке 1–2 равна $\Delta A_{12} = p_1(V_2 - V_1) = p_1 V_1 \left(\frac{V_2}{V_1} - 1 \right)$, а на изохорическом участке 2–3 она равна нулю: $\Delta A_{23} = 0$.
Как видно из рисунка, $\frac{V_2}{V_1} = 3$, и суммарная работа в процессе 1–2–3 равна $\Delta A_{13} = \Delta A_{12} = 2p_1 V_1$. Внутренняя энергия одного моля идеального одноатомного газа: $U = \frac{3}{2}RT$. Согласно уравнению Клапейрона–Менделеева, для одного моля идеального газа имеем $pV = RT$, так что $U = \frac{3}{2}pV$. Изменение внутренней энергии газа в процессе 1–2–3 равно, таким образом,
$\Delta U_{13} = \frac{3}{2}(p_3 V_3 - p_1 V_1) = \frac{3}{2}p_1 V_1 \left(\frac{p_3}{p_1} \cdot \frac{V_3}{V_1} - 1 \right).$
Как видно из рисунка, $\frac{p_3}{p_1} = \frac{p_3}{p_2} = 4$, $\frac{V_3}{V_1} = \frac{V_2}{V_1} = 3$, и
$\Delta U_{13} = \frac{3}{2}p_1 V_1 (4 \cdot 3 - 1) = \frac{33}{2}p_1 V_1 = 16,5p_1 V_1.$
Окончательно получаем
$\Delta Q_{123} = \Delta A_{13} + \Delta U_{13} = 2p_1 V_1 + 16,5p_1 V_1 = 18,5p_1 V_1 = 3700 \text{ кДж}.$
Ответ: $\Delta Q_{123} = 18,5p_1 V_1 = 3700 \text{ кДж}.$

Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие <u>элементы</u> : I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае – <i>первое начало термодинамики, уравнение Клапейрона–Менделеева и выражения для работы и внутренней энергии идеального одноатомного газа</i>); II) описаны все вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (<i>за исключением, возможно, обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений, используемых в условии задачи</i>); III) проведены необходимые математические преобразования (допускается вербальное указание на их проведение) 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 необходимые положения теории и физические законы, закономерности, проведены необходимые преобразования, и представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины. Но имеется <u>один</u> из следующих недостатков. Записи, соответствующие одному или обоим пунктам: II и III, – представлены не в полном объёме или отсутствуют. ИЛИ При ПОЛНОМ правильном решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачёркнуты, не заключены в скобки, рамку и т. п.). ИЛИ При ПОЛНОМ решении в необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/вычисления не доведены до конца. ИЛИ При ПОЛНОМ решении отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка.	2

Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> из следующих случаев. 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. 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 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

С4 В цепи, схема которой изображена на рисунке, вначале замыкают ключ K_1 , а затем, спустя длительное время, ключ K_2 . Какой заряд и в каком направлении протечёт после этого через ключ K_2 , если $R_1 = 2\text{ Ом}$, $R_2 = 3\text{ Ом}$, $C_1 = 1\text{ мкФ}$, $C_2 = 2\text{ мкФ}$, $\mathcal{E} = 10\text{ В}$? Источник считайте идеальным.



Возможное решение
<p>После замыкания ключа K_1 в цепи вначале пойдёт ток через резисторы и конденсаторы, которые через некоторое время зарядятся, и ток через них прекратится. При этом заряды обоих конденсаторов, согласно закону сохранения электрического заряда, будут одинаковы, и заряды на обкладках, присоединённых к ключу K_2, будут иметь противоположные знаки, так что суммарный заряд на этих обкладках равен нулю.</p> <p>После замыкания ключа K_2 произойдёт перераспределение зарядов: на конденсаторах установятся напряжения, равные падениям напряжения на соответствующих резисторах, и суммарный заряд на обкладках, присоединённых к ключу K_2, уже не будет равен нулю. Избыточный или недостающий заряд протечёт через ключ K_2.</p> <p>Согласно закону Ома для полной цепи ток через резисторы равен $I = \frac{\mathcal{E}}{R_1 + R_2}$, а падения напряжения на резисторах, согласно закону Ома для участка цепи, равны соответственно $U_1 = IR_1 = \frac{\mathcal{E}R_1}{R_1 + R_2}$ и $U_2 = IR_2 = \frac{\mathcal{E}R_2}{R_1 + R_2}$, причём в соответствии с полярностью источника тока верхние концы резисторов на рисунке имеют более высокий потенциал, чем нижние.</p> <p>Заряды на обкладках конденсаторов, заряженных до этих напряжений, в соответствии с формулой для связи заряда и напряжения на конденсаторе будут равны $q_1 = -C_1U_1 = -C_1\frac{\mathcal{E}R_1}{R_1 + R_2}$ (нижняя обкладка конденсатора C_1) и $q_2 = C_2U_2 = C_2\frac{\mathcal{E}R_2}{R_1 + R_2}$ (верхняя обкладка конденсатора C_2).</p> <p>Таким образом, при $C_2R_2 > C_1R_1$ через ключ K_2 в направлении справа налево протечёт заряд $\Delta q = q_1 + q_2 = \mathcal{E} \frac{C_2R_2 - C_1R_1}{R_1 + R_2}$. При $C_1R_1 > C_2R_2$ значение $\Delta q < 0$, и заряд протечёт через ключ K_2 в направлении слева направо. В данной задаче $C_2R_2 > C_1R_1$, и $\Delta q = \mathcal{E} \frac{C_2R_2 - C_1R_1}{R_1 + R_2} = 8 \text{ мкКл}$.</p> <p>Ответ. Заряд, протекающий через ключ K_2 в направлении справа налево, равен $\Delta q = \mathcal{E} \frac{C_2R_2 - C_1R_1}{R_1 + R_2} = 8 \text{ мкКл}$.</p>

Критерии оценки выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае – закон Ома для полной цепи и для участка цепи, закон сохранения заряда, связь заряда и напряжения на конденсаторе, формулы для последовательного соединения резисторов и конденсаторов);</p> <p>II) описаны все вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением, возможно, обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений, используемых в условии задачи);</p> <p>III) проведены необходимые математические преобразования (допускается вербальное указание на их проведение) и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины.</p>	3
<p>Правильно записаны необходимые положения теории и физические законы, закономерности, проведены необходимые преобразования, и представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины. Но имеется <u>один</u> из следующих недостатков.</p> <p>Записи, соответствующие одному или обоим пунктам: II и III, – представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p>ИЛИ</p> <p>При ПОЛНОМ правильном решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачёркнуты, не заключены в скобки, рамку и т. п.).</p> <p>ИЛИ</p> <p>При ПОЛНОМ решении в необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/вычисления не доведены до конца.</p> <p>ИЛИ</p> <p>При ПОЛНОМ решении отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка.</p>	2
<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 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 в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p>	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.	0

- C5** В домашнем радиоприёмнике, принимающем сигнал в диапазонах длинных, средних и коротких волн (длины волн λ от 13 м до 2600 м), индуктивности L катушек входного колебательного контура могут изменяться в пределах от 1 мкГн до 4 мГн. В каких минимальных пределах при этом должна меняться ёмкость C переменного конденсатора этого контура?

Возможное решение

Согласно формуле Томсона период T электромагнитных колебаний в контуре, состоящем из конденсатора ёмкостью C и катушки индуктивностью L , равен $T = 2\pi\sqrt{LC}$.

Длина λ волны электромагнитного излучения связана с периодом T колебаний формулой $\lambda = cT$, где c – скорость электромагнитных волн в атмосфере, которую можно считать равной скорости света в вакууме: $c \approx 3 \cdot 10^8$ м/с.

Подставляя выражение для периода колебаний в формулу для длины волны, получаем $\lambda = 2\pi c\sqrt{LC}$, откуда $C = \frac{\lambda^2}{4\pi^2 c^2 L}$.

Для нахождения минимального диапазона изменения величины C следует при минимальной длине волны $\lambda_1 = 13$ м брать в записанной формуле минимальное значение индуктивности $L_1 = 1$ мкГн, а при максимальной ($\lambda_1 = 2600$ м) – максимальное ($L_2 = 4$ мГн).

Подставляя указанные численные значения для длин волн и индуктивностей в приведённую выше формулу для ёмкости C , получаем, что она должна меняться в пределах от

$$C_1 = \frac{\lambda_1^2}{4\pi^2 c^2 L_1} = \frac{13^2}{4 \cdot 3,14^2 \cdot 9 \cdot 10^{16} \cdot 1 \cdot 10^{-6}} \approx 0,48 \cdot 10^{-10} \text{ Ф} = 48 \text{ пФ}$$

до

$$C_2 = \frac{\lambda_2^2}{4\pi^2 c^2 L_2} = \frac{2600^2}{4 \cdot 3,14^2 \cdot 9 \cdot 10^{16} \cdot 1 \cdot 10^{-3}} \approx 4,8 \cdot 10^{-10} \text{ Ф} = 480 \text{ пФ}.$$

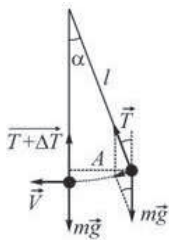
Ответ: примерно от 48 пФ до 480 пФ.

Критерии оценки выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае – <i>формула Томсона для периода колебаний в контуре и связь длины электромагнитной волны с её периодом</i>);</p> <p>II) описаны все вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением, возможно, обозначений констант, указанных в варианте КИМ и обозначений, используемых в условии задачи);</p> <p>III) проведены необходимые математические преобразования (допускается вербальное указание на их проведение) и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины.</p>	3
<p>Правильно записаны необходимые положения теории и физические законы, закономерности, проведены необходимые преобразования, и представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины. Но имеется один из следующих недостатков.</p> <p>Записи, соответствующие одному или обоим пунктам: II и III, – представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p>ИЛИ</p> <p>При ПОЛНОМ правильном решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачёркнуты, не заключены в скобки, рамку и т. п.).</p> <p>ИЛИ</p> <p>При ПОЛНОМ решении в необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/вычисления не доведены до конца</p> <p>ИЛИ</p> <p>При ПОЛНОМ решении отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка.</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
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.	0

С6 При малых колебаниях вблизи положения равновесия математического маятника длиной $l = 1$ м модуль силы натяжения нити, на которой подвешен грузик массой $m = 100$ г, меняется в пределах от T до $T + \Delta T$, где $\Delta T = 15$ мН и $\Delta T \ll T$. Найдите амплитуду A колебаний этого маятника. Трение не учитывайте. При решении задачи учтите, что для малых углов α справедливо приближённое равенство $\sin \alpha \approx \alpha$. Сделайте схематический рисунок с указанием сил, действующих на грузик.

Возможное решение

Изобразим маятник в двух состояниях: максимального отклонения, когда он останавливается, отклонившись от положения равновесия на расстояние A , и при прохождении им этого положения равновесия (см. рисунок). На грузик маятника массой m действует сила тяжести $m\vec{g}$, направленная вертикально вниз, и переменная сила \vec{T} натяжения нити, меняющаяся по модулю от T в положении максимального отклонения, когда вектор \vec{T} наклонён под малым углом α к вертикали, до $T + \Delta T$ в положении равновесия, где вектор \vec{T} вертикален, а грузик движется со скоростью \vec{V} , направленной горизонтально.



Поскольку трения нет, согласно закону сохранения механической энергии потенциальная энергия маятника в крайнем положении, отсчитанная от начального уровня в положении равновесия, должна равняться кинетической энергии при прохождении положения равновесия: $mg l (1 - \cos \alpha) = \frac{mV^2}{2}$.

$$mg l (1 - \cos \alpha) = \frac{mV^2}{2}$$

В положении максимального отклонения суммарная сила $\vec{T} + m\vec{g}$ направлена вдоль траектории грузика – окружности радиусом l , то есть перпендикулярно вектору \vec{T} , а скорость грузика в этот момент равна нулю, $T = mg \cos \alpha$.

При прохождении положения равновесия грузик обладает центростремительным ускорением, и уравнение его движения в проекции на вертикальную ось имеет вид $\frac{mV^2}{l} = T + \Delta T - mg$.

Подставляя сюда полученные выше выражения для V^2 и для T , находим

$\Delta T = 3mg(1 - \cos \alpha)$. В силу малости угла $\alpha \approx \frac{A}{l}$, откуда имеем

$$\Delta T = 3mg \left(1 - \cos \alpha \right) = 3mg \cdot 2 \sin^2 \left(\frac{\alpha}{2} \right) \approx 3mg \cdot \frac{\alpha^2}{2} \approx \frac{3mg A^2}{2l^2}, \text{ и, поскольку } mg = \frac{T}{\cos \alpha}$$

$$\approx T, \text{ получаем ответ: } A \approx l \sqrt{\frac{2\Delta T}{3mg}} \approx l \sqrt{\frac{2\Delta T}{3T}} = 10 \text{ см.}$$

$$\text{Ответ: } A \approx l \sqrt{\frac{2\Delta T}{3mg}} \approx l \sqrt{\frac{2\Delta T}{3T}} = 10 \text{ см.}$$

Критерии оценки выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие <u>элементы</u>:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае – правильно записаны закон сохранения механической энергии для математического маятника и уравнения его движения, и полученная система уравнений решена <u>точно</u> или <u>приближённо</u> – с учётом малости угла α);</p> <p>II) описаны все вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением, возможно, обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений, используемых в условии задачи);</p> <p>III) представлен схематический рисунок с указанием сил, поясняющий решение;</p> <p>IV) проведены необходимые математические преобразования (допускается вербальное указание на их проведение) и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>V) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины.</p>	3
<p>Правильно записаны необходимые положения теории и физические законы, закономерности, проведены необходимые преобразования, и представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины. Но имеется <u>один</u> из следующих недостатков.</p> <p>Записи, соответствующие одному или обоим пунктам: II, III, IV, – представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p>ИЛИ</p> <p>При ПОЛНОМ правильном решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачёркнуты, не заключены в скобки, рамку и т. п.).</p> <p>ИЛИ</p> <p>При ПОЛНОМ решении в необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/вычисления не доведены до конца.</p> <p>ИЛИ</p> <p>При ПОЛНОМ решении отсутствует пункт V, или в нём допущена ошибка.</p>	2

Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> из следующих случаев. 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.	1
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 в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.	
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.	0

Критерии оценивания заданий с развёрнутым ответом

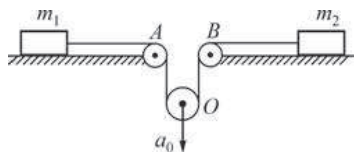
- C1** Известно, что сжиженные газы с низкими температурами кипения при нормальном давлении (например, метан, азот, кислород, водород, гелий) нельзя хранить в герметично закрытых сосудах, даже если они имеют хорошую теплоизоляцию. При хранении в открытых теплоизолированных сосудах, сообщающихся с атмосферой, потери таких газов на испарение, отнесённые к единице объёма жидкости, тем меньше, чем больше объём сосуда. Объясните причины вышеизложенного, основываясь на известных физических законах и закономерностях.

Возможное решение
<p>1. Даже при хорошей теплоизоляции невозможно полностью устранить подвод теплоты к сжиженным газам с низкими температурами кипения через стенки сосудов, поскольку температура этих газов значительно ниже температуры окружающей среды и существует явление теплопроводности.</p> <p>2. Теплота, поступающая через стенки сосуда, расходуется на испарение сжиженного газа, причём объём получившегося газа во много раз превышает объём испарившейся жидкости. Поэтому в герметичном сосуде давление будет постепенно возрастать, и сосуд в конце концов взорвётся. По этой причине сжиженные газы хранят в открытых теплоизолированных сосудах, сообщающихся с атмосферой.</p> <p>3. При данной разности температур и теплопроводности стенок количество теплоты, подводимой в единицу времени к содержимому сосуда, пропорционально площади его стенок, то есть квадрату линейных размеров сосуда. В то же время масса жидкости пропорциональна ее объёму, то есть кубу линейных размеров сосуда. Поэтому с увеличением размеров сосуда поток теплоты, приходящийся на единицу объёма жидкости, уменьшается, и соответственно уменьшаются относительные потери газа на испарение.</p>

Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае п. 1–3) и исчерпывающие верные рассуждения с указанием наблюдаемых явлений и законов (в данном случае – описание процессов теплопроводности и испарения, а также возможных последствий герметизации сосудов со сжиженными газами и причины уменьшения потерь на испарение при увеличении размеров сосуда).	3
<p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, и дано правильное объяснение, но содержится <u>один</u> из следующих недостатков.</p> <p>В представленных записях содержатся лишь общие рассуждения без привязки к конкретной ситуации задачи.</p> <p>ИЛИ</p> <p>Рассуждения, приводящие к ответу, представлены не в полном объёме, или в них содержатся логические недочёты.</p>	2

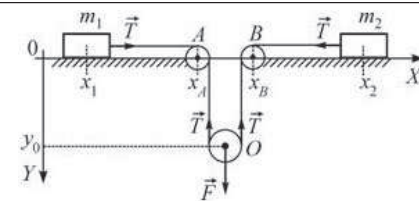
Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> из следующих случаев. Указаны не все необходимые явления и физические законы, даже если дан правильный ответ на вопрос задания.	1
ИЛИ Указаны все необходимые явления и физические законы, но в некоторых из них допущена ошибка, даже если дан правильный ответ на вопрос задания.	
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, приводящие к верному ответу, содержат ошибки.	
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.	0

C2 На гладкой горизонтальной плоскости лежат два груза массами $m_1 = 1$ кг и $m_2 = 2$ кг, соединённые невесомой нерастяжимой нитью, перекинутой через два неподвижных (A и B) и один подвижный (O) невесомые блоки, как показано на рисунке. Оси блоков горизонтальны, трения в осях блоков нет. К оси O подвижного блока приложена некоторая направленная вертикально вниз сила, в результате чего ось O движется с ускорением $a_0 = 3 \text{ м/с}^2$. Найдите модуль F этой силы. Сделайте схематический рисунок с указанием сил, действующих на грузы и блок.



Возможное решение

Нарисуем силу F и силы T натяжения нити, одинаковые, в силу условия задачи, вдоль всей нити и действующие на грузы и блок O (см. рисунок). Введём систему координат XY , как показано на рисунке, и запишем уравнения движения грузов в проекции на ось X : $m_1 a_1 = T$, $m_2 a_2 = -T$.



В силу невесомости блока O имеем $F = 2T$, или $T = \frac{F}{2}$.

В силу нерастяжимости нити (длиной L) и неподвижности блоков A и B (их координаты x_A и x_B постоянны) имеется следующая кинематическая связь между координатами x_1 x_2 грузов и координатой y_0 блока O (здесь r – радиус блоков A и B , R – радиус блока O):

$$x_A - x_1 + x_2 - x_B + \pi r + \pi R + 2y_0 = L,$$

или

$$x_2 - x_1 + 2y_0 = \text{const.}$$

Отсюда, так как $x = \frac{at^2}{2}$, получаем связь ускорений:

$$a_2 - a_1 + 2a_0 = 0.$$

Решаем записанную систему уравнений и получаем ответ:

$$a_1 = \frac{F}{2m_1}, a_2 = -\frac{F}{2m_2}, a_0 = \frac{a_1 - a_2}{2} = \frac{F}{4} \cdot \frac{m_1 + m_2}{m_1 m_2},$$

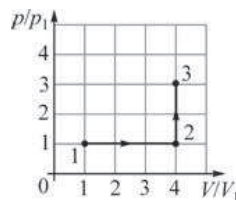
$$\text{откуда } F = \frac{4a_0 m_1 m_2}{m_1 + m_2} = 8 \text{ Н.}$$

$$\text{Ответ: } F = \frac{4a_0 m_1 m_2}{m_1 + m_2} = 8 \text{ Н.}$$

Критерии оценки выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие <u>элементы</u>:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае – <i>уравнения движения грузов и блока в проекциях на выбранные оси координат и уравнение кинематической связи для ускорений тел</i>);</p> <p>II) описаны все вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (<i>за исключением, возможно, обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений, используемых в условии задачи</i>);</p> <p>III) представлен схематический рисунок с указанием сил, поясняющий решение;</p> <p>IV) проведены необходимые математические преобразования (допускается вербальное указание на их проведение) и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>V) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины.</p>	3
<p>Правильно записаны необходимые положения теории и физические законы, закономерности, проведены необходимые преобразования, и представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины. Но имеется <u>один</u> из следующих недостатков.</p> <p>Записи, соответствующие одному или всем пунктам: II, III, IV, – представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p>ИЛИ</p> <p>При полном правильном решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачёркнуты, не заключены в скобки, рамку и т. п.).</p> <p>ИЛИ</p> <p>При ПОЛНОМ решении в необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/вычисления не доведены до конца.</p> <p>ИЛИ</p> <p>При ПОЛНОМ решении отсутствует пункт V, или в нём допущена ошибка.</p>	2

<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 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 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

- СЗ** Над одним моле идеального одноатомного газа провели процесс 1–2–3, график которого приведён на рисунке в координатах V/V_1 и p/p_1 , где $V_1 = 1 \text{ м}^3$ и $p_1 = 2 \cdot 10^5 \text{ Па}$ – объём и давление газа в состоянии 1. Найдите количество теплоты, сообщённое газу в данном процессе 1–2–3.



Возможное решение

Согласно первому началу термодинамики количество теплоты ΔQ , сообщённое газу, расходуется на работу газа ΔA и изменение его внутренней энергии ΔU : $\Delta Q = \Delta A + \Delta U$.

Работа газа на изобарическом участке 1–2 равна $\Delta A_{12} = p_1(V_2 - V_1) = p_1 V_1 \left(\frac{V_2}{V_1} - 1 \right)$,

а на изохорическом участке 2–3 она равна нулю: $\Delta A_{23} = 0$. Как видно из рисунка, $\frac{V_2}{V_1} = 4$, и суммарная работа в процессе 1–2–3 равна $\Delta A_{13} = \Delta A_{12} = 3p_1 V_1$.

Внутренняя энергия одного моля идеального одноатомного газа: $U = \frac{3}{2} RT$.

Согласно уравнению Клапейрона–Менделеева для одного моля идеального газа имеем $pV = RT$, так что $U = \frac{3}{2} pV$. Изменение внутренней энергии газа в процессе 1–

2–3 равно, таким образом, $\Delta U_{13} = \frac{3}{2} (p_3 V_3 - p_1 V_1) = \frac{3}{2} p_1 V_1 \left(\frac{p_3}{p_1} \cdot \frac{V_3}{V_1} - 1 \right)$. Как

видно из рисунка, $\frac{p_3}{p_1} = 3$, $\frac{V_3}{V_1} = \frac{V_2}{V_1} = 4$, и

$\Delta U_{13} = \frac{3}{2} p_1 V_1 (3 \cdot 4 - 1) = \frac{33}{2} p_1 V_1 = 16,5 p_1 V_1$. Окончательно получаем

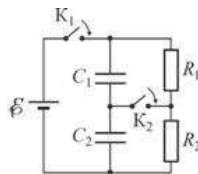
$\Delta Q_{123} = \Delta A_{13} + \Delta U_{13} = 3p_1 V_1 + 16,5 p_1 V_1 = 19,5 p_1 V_1 = 3900 \text{ кДж}$.

Ответ: $\Delta Q_{123} = 19,5 p_1 V_1 = 3900 \text{ кДж}$.

Критерии оценки выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае – первое начало термодинамики, уравнение Клапейрона–Менделеева и выражения для работы и внутренней энергии идеального одноатомного газа);</p> <p>II) описаны все вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением, возможно, обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений, используемых в условии задачи);</p> <p>III) проведены необходимые математические преобразования (допускается вербальное указание на их проведение) и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины.</p>	3
<p>Правильно записаны необходимые положения теории и физические законы, закономерности, проведены необходимые преобразования, и представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины. Но имеется <u>один</u> из следующих недостатков.</p> <p>Записи, соответствующие одному или обоим пунктам: II и III, – представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p>ИЛИ</p> <p>При ПОЛНОМ правильном решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачёркнуты, не заключены в скобки, рамку и т. п.).</p> <p>ИЛИ</p> <p>При ПОЛНОМ решении в необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/вычисления не доведены до конца.</p> <p>ИЛИ</p> <p>При ПОЛНОМ решении отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка.</p>	2

Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> из следующих случаев. 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.	
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.	1
ИЛИ В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.	
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.	0

С4 В цепи, схема которой изображена на рисунке, вначале замыкают ключ K_1 , а затем, спустя длительное время, ключ K_2 . Известно, что после этого через ключ K_2 протёк заряд, равный по модулю $\Delta q = 4$ мкКл. Чему равна ЭДС \mathcal{E} источника тока, если $R_1 = 2$ Ом, $R_2 = 3$ Ом, $C_1 = 1$ мкФ, $C_2 = 2$ мкФ? Источник считайте идеальным.



Возможное решение
<p>После замыкания ключа K_1 ток в цепи вначале пошёл через резисторы и конденсаторы, которые через некоторое время зарядились, и ток через них прекратился. При этом заряды обоих конденсаторов, согласно закону сохранения электрического заряда, были одинаковы, и заряды на обкладках, присоединённых к ключу K_2, имели противоположные знаки, так что суммарный заряд на этих обкладках был равен нулю.</p> <p>После замыкания ключа K_2 произошло перераспределение зарядов: на конденсаторах установились напряжения, равные падениям напряжения на соответствующих резисторах, и суммарный заряд на обкладках, присоединённых к ключу K_2, стал уже не равным нулю. Избыточный или недостающий заряд протёк через ключ K_2.</p> <p>Согласно закону Ома для полной цепи ток через резисторы равен $I = \frac{\mathcal{E}}{R_1 + R_2}$, а падения напряжения на резисторах, согласно закону Ома для участка цепи, равны соответственно $U_1 = IR_1 = \frac{\mathcal{E}R_1}{R_1 + R_2}$ и $U_2 = IR_2 = \frac{\mathcal{E}R_2}{R_1 + R_2}$.</p> <p>Заряды на обкладках конденсаторов, заряженных до этих напряжений после замыкания ключа K_2, в соответствии с формулой для связи заряда и напряжения на конденсаторе стали равны $q_1 = -C_1 U_1 = -C_1 \frac{\mathcal{E}R_1}{R_1 + R_2}$ (нижняя обкладка конденсатора C_1) и $q_2 = C_2 U_2 = C_2 \frac{\mathcal{E}R_2}{R_1 + R_2}$ (верхняя обкладка конденсатора C_2).</p> <p>Таким образом, через ключ K_2 протёк суммарный заряд, равный по модулю $\Delta q = q_1 + q_2 = \mathcal{E} \frac{ C_2 R_2 - C_1 R_1 }{R_1 + R_2}$, и ЭДС источника тока $\mathcal{E} = \frac{\Delta q (R_1 + R_2)}{ C_2 R_2 - C_1 R_1 }$. В данной задаче $C_2 R_2 > C_1 R_1$, и $\mathcal{E} = \frac{\Delta q (R_1 + R_2)}{C_2 R_2 - C_1 R_1} = 5$ В.</p> <p>Ответ $\mathcal{E} = \frac{\Delta q (R_1 + R_2)}{C_2 R_2 - C_1 R_1} = 5$ В.</p>

Критерии оценки выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие <u>элементы</u>:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (<i>в данном случае – закон Ома для полной цепи и для участка цепи, закон сохранения заряда, связь заряда и напряжения на конденсаторе, формулы для последовательного соединения резисторов и конденсаторов</i>);</p> <p>II) описаны все вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (<i>за исключением, возможно, обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений, используемых в условии задачи</i>);</p> <p>III) проведены необходимые математические преобразования (допускается вербальное указание на их проведение) и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины.</p>	3
<p>Правильно записаны необходимые положения теории и физические законы, закономерности, проведены необходимые преобразования, и представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины. Но имеется <u>один</u> из следующих недостатков.</p> <p>Записи, соответствующие одному или обоим пунктам: II и III, – представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p>ИЛИ</p> <p>При ПОЛНОМ правильном решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачёркнуты, не заключены в скобки, рамку и т. п.).</p> <p>ИЛИ</p> <p>При ПОЛНОМ решении в необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/вычисления не доведены до конца</p> <p>ИЛИ</p> <p>При ПОЛНОМ решении отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка.</p>	2

<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 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 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

С5 В домашнем радиоприёмнике, принимающем сигнал в диапазонах длинных, средних и коротких волн (длины волн λ от 13 м до 2600 м), переменный конденсатор входного колебательного контура может изменять свою ёмкость C от 50 пФ до 500 пФ. В каких минимальных пределах при этом должны меняться индуктивности L катушек этого контура?

Возможное решение

Согласно формуле Томсона период T электромагнитных колебаний в контуре, состоящем из конденсатора ёмкостью C и катушки с индуктивностью L , равен $T = 2\pi\sqrt{LC}$.

Длина λ волны электромагнитного излучения связана с периодом T колебаний формулой $\lambda = cT$, где c – скорость электромагнитных волн в атмосфере, которую можно считать равной скорости света в вакууме: $c \approx 3 \cdot 10^8$ м/с.

Подставляя выражение для периода колебаний в формулу для длины волны, получаем $\lambda = 2\pi c\sqrt{LC}$, откуда $L = \frac{\lambda^2}{4\pi^2 c^2 C}$.

Для нахождения минимального диапазона изменения величин L следует при минимальной длине волны $\lambda_1 = 13$ м брать в записанной формуле минимальное значение ёмкости $C_1 = 50$ пФ, а при максимальной ($\lambda_1 = 2600$ м) – максимальное ($C_2 = 500$ пФ).

Подставляя указанные численные значения для длин волн и ёмкостей в приведённую выше формулу для индуктивностей L , получаем, что они должны меняться в пределах от

$$L_1 = \frac{\lambda_1^2}{4\pi^2 c^2 C_1} = \frac{13^2}{4 \cdot 3,14^2 \cdot 9 \cdot 10^{16} \cdot 50 \cdot 10^{-12}} \approx 0,95 \cdot 10^{-6} \text{ Гн} = 0,95 \text{ мкГн}$$

до

$$L_2 = \frac{\lambda_2^2}{4\pi^2 c^2 C_2} = \frac{2600^2}{4 \cdot 3,14^2 \cdot 9 \cdot 10^{16} \cdot 500 \cdot 10^{-12}} \approx 3,8 \cdot 10^{-3} \text{ Гн} = 3,8 \text{ мГн}.$$

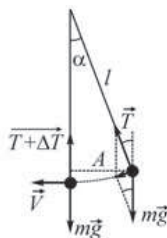
Ответ: примерно от 0,95 мкГн до 3,8 мГн.

Критерии оценки выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае – формула Томсона для периода колебаний в контуре и связь длины электромагнитной волны с её периодом);</p> <p>II) описаны все вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением, возможно, обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений, используемых в условии задачи);</p> <p>III) проведены необходимые математические преобразования (допускается вербальное указание на их проведение) и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины.</p>	3
<p>Правильно записаны необходимые положения теории и физические законы, закономерности, проведены необходимые преобразования, и представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины. Но имеется <u>один</u> из следующих недостатков.</p> <p>Записи, соответствующие одному или обоим пунктам: II и III, – представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p>ИЛИ</p> <p>При ПОЛНОМ правильном решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачёркнуты, не заключены в скобки, рамку и т. п.).</p> <p>ИЛИ</p> <p>При ПОЛНОМ решении в необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/вычисления не доведены до конца.</p> <p>ИЛИ</p> <p>При ПОЛНОМ решении отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка.</p>	2
<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 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

- С6** При малых колебаниях с амплитудой $A = 5$ см вблизи положения равновесия математического маятника модуль силы натяжения нити, на которой подвешен грузик массой $m = 100$ г, меняется в пределах от T до $T + \Delta T$, где $\Delta T = 15$ мН и $\Delta T \ll T$. Какова длина l нити маятника? Трение не учитывайте. При решении задачи учтите, что для малых углов α справедливо приближённое равенство $\sin \alpha \approx \alpha$. Сделайте схематический рисунок с указанием сил, действующих на грузик.

Возможное решение

Изобразим маятник в двух состояниях: максимального отклонения, когда он останавливается, отклонившись от положения равновесия на расстояние A , и при прохождении им этого положения равновесия (см. рисунок). На грузик маятника массой m действует сила тяжести $m\vec{g}$, направленная вертикально вниз, и переменная сила \vec{T} натяжения нити, меняющаяся по модулю от T в положении максимального отклонения, когда вектор \vec{T} наклонён под малым углом α к вертикали, до $T + \Delta T$ в положении равновесия, где вектор \vec{T} вертикален, а грузик движется со скоростью \vec{V} , направленной горизонтально.



Поскольку трения нет, согласно закону сохранения механической энергии потенциальная энергия маятника в крайнем положении, отсчитанная от начального уровня в положении равновесия, должна равняться кинетической энергии при

$$\text{прохождении положения равновесия: } mgl(1 - \cos \alpha) = \frac{mV^2}{2}.$$

В положении максимального отклонения суммарная сила $\vec{T} + m\vec{g}$ направлена вдоль траектории грузика – окружности радиусом l , то есть перпендикулярно вектору \vec{T} , а скорость грузика в этот момент равна нулю, $T = mg \cos \alpha$.

При прохождении положения равновесия грузик обладает центростремительным ускорением, и уравнение его движения в проекции на вертикальную ось имеет вид

$$\frac{mV^2}{l} = T + \Delta T - mg.$$

Подставляя сюда полученные выше выражения для V^2 и для T , находим

$$\Delta T = 3mg(1 - \cos \alpha). \text{ В силу малости угла } \alpha \approx \frac{A}{l}, \text{ откуда имеем}$$

$$\Delta T = 3mg \left(1 - \cos \alpha \right) = 3mg \cdot 2\sin^2\left(\frac{\alpha}{2}\right) \approx 3mg \cdot \frac{\alpha^2}{2} \approx \frac{3mg A^2}{2l^2}, \text{ и, поскольку}$$

$$mg = \frac{T}{\cos \alpha} \approx T, \text{ получаем ответ: } l \approx A \sqrt{\frac{3mg}{2\Delta T}} \approx A \sqrt{\frac{3T}{2\Delta T}} = 0,5 \text{ м.}$$

$$\text{Ответ: } l \approx A \sqrt{\frac{3mg}{2\Delta T}} \approx A \sqrt{\frac{3T}{2\Delta T}} = 0,5 \text{ м.}$$

Критерии оценки выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае – <i>правильно записаны закон сохранения механической энергии для математического маятника и уравнения его движения, и полученная система уравнений решена <u>точно</u> или <u>приближенно</u> – с учётом малости угла α</i>);</p> <p>II) описаны все вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением, возможно, обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений, используемых в условии задачи);</p> <p>III) представлен схематический рисунок с указанием сил, поясняющий решение;</p> <p>IV) проведены необходимые математические преобразования (допускается вербальное указание на их проведение) и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>V) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины.</p>	3
<p>Правильно записаны необходимые положения теории и физические законы, закономерности, проведены необходимые преобразования, и представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины. Но имеется <u>один</u> из следующих недостатков.</p> <p>Записи, соответствующие одному или обоим пунктам: II, III, IV, – представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p>ИЛИ</p> <p>При ПОЛНОМ правильном решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачёркнуты, не заключены в скобки, рамку и т. п.).</p> <p>ИЛИ</p> <p>При ПОЛНОМ решении в необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/вычисления не доведены до конца.</p> <p>ИЛИ</p> <p>При ПОЛНОМ решении отсутствует пункт V, или в нём допущена ошибка.</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 задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи, и ответа.</p> <p style="text-align: center;">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 style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения 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