

**Единый государственный экзамен  
по ФИЗИКЕ**

**Инструкция по выполнению работы**

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 3 часа 55 минут (235 минут). Работа состоит из двух частей, включающих в себя 32 задания.

В заданиях 1–4, 8–10, 14, 15, 20, 25 и 26 ответом является целое число или конечная десятичная дробь. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите по приведённому ниже образцу в бланк ответа № 1. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

КИМ Ответ: 7,5 см. 3 7 , 5 Бланк

Ответом к заданиям 5–7, 11, 12, 16–18, 21, 23 и 24 является последовательность цифр. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите по приведённому ниже образцу без пробелов, запятых и других дополнительных символов в бланк ответов № 1.

КИМ Ответ: 

А	Б
4	1

7 4 1 Бланк

Ответом к заданию 13 является слово. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите по приведённому ниже образцу в бланк ответов № 1.

КИМ Ответ: вправо 13 В П Р А В О Бланк

Ответом к заданиям 19 и 22 являются два числа. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите по приведённым ниже образцам, не разделяя числа пробелом, в бланк ответов № 1.

КИМ

Заряд ядра $Z$	Массовое число ядра $A$
38	94

3 8 9 4

Ответ: (1,4 ± 0,2) Н. 1 , 4 0 , 2 Бланк

Ответ к заданиям 27–32 включает в себя подробное описание всего хода выполнения задания. В бланке ответов № 2 укажите номер задания и запишите его полное решение.

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Все бланки ЕГЭ заполняются яркими чёрными чернилами. Допускается использование гелиевой или капиллярной ручки.

При выполнении заданий можно пользоваться черновиком. **Записи в черновике, а также в тексте контрольных измерительных материалов не учитываются при оценивании работы.**

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

После завершения работы проверьте, что ответ на каждое задание в бланках ответов №1 и №2 записан под правильным номером.

*Желаем успеха!*

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

**Десятичные приставки**

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

**Соотношение между различными единицами**

температура	$0 \text{ К} = -273 \text{ }^\circ\text{С}$
атомная единица массы	$1 \text{ а.е.м.} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
1 атомная единица массы эквивалента	931 МэВ
1 электронвольт	$1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$
1 астрономическая единица	$1 \text{ а.е.} = 150000000 \text{ км}$
1 световой год	$1 \text{ св. год} = 9,46 \cdot 10^{15} \text{ м}$
1 парсек	$1 \text{ пк} = 3,26 \text{ св. года}$



<b>Масса частиц</b>			
электрона	$9,1 \cdot 10^{-31}$ кг $\approx 5,5 \cdot 10^{-4}$ а. е. м.		
протона	$1,673 \cdot 10^{-27}$ кг $\approx 1,007$ а. е. м.		
нейтрона	$1,675 \cdot 10^{-27}$ кг $\approx 1,008$ а. е. м.		
<b>Астрономические величины</b>			
средний радиус Земли	$R_{\oplus} = 6370$ км		
радиус Солнца	$R_{\odot} = 6,96 \cdot 10^8$ м		
температура поверхности Солнца	$T = 6000$ К		
<b>Плотность</b>			
подсолнечного масла	900 кг/м <sup>3</sup>		
воды	1000 кг/м <sup>3</sup>	алюминия	2700 кг/м <sup>3</sup>
древесины (сосна)	400 кг/м <sup>3</sup>	железа	7800 кг/м <sup>3</sup>
керосина	800 кг/м <sup>3</sup>	ртути	13600 кг/м <sup>3</sup>
<b>Удельная теплоёмкость</b>			
воды	$4,2 \cdot 10^3$ Дж/(кг·К)	алюминия	900 Дж/(кг·К)
льда	$2,1 \cdot 10^3$ Дж/(кг·К)	меди	380 Дж/(кг·К)
железа	460 Дж/(кг·К)	чугуна	800 Дж/(кг·К)
свинца	130 Дж/(кг·К)		
<b>Удельная теплота</b>			
парообразования воды	$2,3 \cdot 10^6$ Дж/кг		
плавления свинца	$2,5 \cdot 10^4$ Дж/кг		
плавления льда	$3,3 \cdot 10^5$ Дж/кг		
<b>Нормальные условия:</b> давление – $10^5$ Па, температура – $0^\circ\text{C}$			
<b>Молярная масса</b>			
азота	$28 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	гелия	$4 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
аргона	$40 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	кислорода	$32 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
водорода	$2 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	лития	$6 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
воздуха	$29 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	неона	$20 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
воды	$18 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	углекислого газа	$44 \cdot 10^{-3}$ кг/моль

**Часть 1**

*Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.*

**1** Тело брошено вертикально вверх с начальной скоростью 15 м/с. Если сопротивление воздуха пренебрежимо мало, то через время  $t$  равное 0,5 с после броска скорость тела будет равна

Ответ: \_\_\_\_\_ м/с.

**2** Четыре одинаковых кирпича массой 500 грамм каждый сложены в стопку (см. рисунок). На сколько увеличится сила  $P$ , действующая со стороны 2-го кирпича на 1-й, если сверху добавить еще два таких кирпича.



Ответ: \_\_\_\_\_ Н.

**3** В распоряжении ученика находятся динамометр и линейка. Растянув пружину динамометра на 5 см, он обнаружил, что его показания равны 4 Н. Какова жёсткость пружины динамометра?

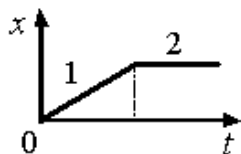
Ответ: \_\_\_\_\_ Н/м.

**4** Скорость тела массой 2 кг, движущегося по оси  $x$ , изменяется по закону  $v_x = v_{0x} + a_x t$ , где  $v_{0x} = 10$  м/с,  $a_x = -2$  м/с<sup>2</sup>. Определите кинетическую энергию тела через 2 с после начала движения.

Ответ: \_\_\_\_\_ Дж



5 Бусинка может свободно скользить по неподвижной горизонтальной спице.



Из приведенного ниже списка выберите **два** правильных утверждения, соответствующих данным графикам.

- 1) проекция ускорения бусинки на участке 1 отрицательна, а на участке 2 – положительна.
- 2) проекция скорости бусинки на участке 1 положительна, а на участке 2 – равна нулю.
- 3) участок 1 соответствует равномерному движению бусинки, а на участке 2 бусинка неподвижна.
- 4) участок 1 соответствует равноускоренному движению бусинки, а на участке 2 – равномерному.
- 5) Путь, пройденный телом на участке 1 в два раза меньше пути, пройденного на участке 2.

Ответ: 

--	--

6 В школьном опыте брусок, лежащий на горизонтальном диске, вращается вместе с ним с некоторой угловой скоростью. В ходе опыта период вращения диска увеличили. При этом положение бруска на диске осталось прежним. Как изменились при этом следующие величины: угловая скорость диска и центростремительное ускорение бруска?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Угловая скорость диска	Центростремительное ускорение бруска

7 Грузовик, движущийся по прямой горизонтальной дороге со скоростью  $v$ , затормозил так, что колёса перестали вращаться. Масса грузовика  $m$ , коэффициент трения колёс о дорогу  $\mu$ . Формулы А и Б позволяют рассчитать значения физических величин, характеризующих движение грузовика.

Установите соответствие между формулами и физическими величинами, значение которых можно рассчитать по этим формулам.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФОРМУЛЫ

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- |                                    |  |
|------------------------------------|--|
| А) $mg$<br>Б) $\frac{v^2}{2\mu g}$ | 1) модуль ускорения<br>2) тормозной путь<br>3) модуль силы давления колес на дорогу<br>4) модуль силы трения |
|------------------------------------|--|

Ответ: 

А	Б

8 Газ в цилиндре переводится из состояния А в состояние В, причём его масса не изменяется. Параметры, определяющие состояние идеального газа, приведены в таблице:

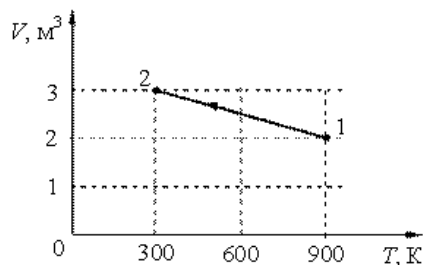
	$p, 10^5 \text{ Па}$	$V, 10^{-3} \text{ м}^3$	$T, \text{ К}$
состояние А	1,0	4	300
состояние В		2	600

Определите давление газа в состоянии 2.

Ответ: \_\_\_\_\_ кПа.



9 На рисунке показан график зависимости объёма одноатомного идеального газа от температуры при постоянной массе. Во сколько раз изменилась внутренняя энергия газа при переходе из состояния 1 в состояние 2?



Ответ: в \_\_\_\_\_ раза

10 В сосуде, объём которого можно изменять при помощи поршня, находится воздух с относительной влажностью 50%. Во сколько раз при неизменной температуре уменьшится объём сосуда к моменту, когда водяной пар станет насыщенным?

Ответ: \_\_\_\_\_.

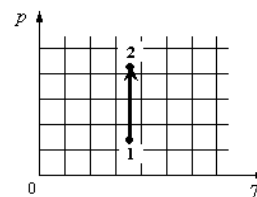
11 Объём сосуда, содержащего 1 моль неона, уменьшили вдвое и добавили в сосуд 1 моль гелия. Температура в сосуде поддерживается постоянной.

Выберите из предложенного перечня два утверждения, которые верно отражают результаты опыта, и укажите их номера:

- 1) Концентрации неона и гелия в сосуде одинаковы.
- 2) Внутренняя энергия неона уменьшилась.
- 3) Плотность газа в сосуде не изменилась.
- 4) Давление в сосуде увеличилось.
- 5) Парциальное давление неона не изменилось.

Ответ:

12 Идеальный одноатомный газ переходит из состояния 1 в состояние 2 (см. диаграмму). Масса газа не меняется.



Как изменяются при этом следующие величины: объём газа и его внутренняя энергия?

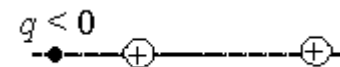
Для каждой величины выберите соответствующий характер изменения:

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

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

Объём газа	Внутренняя энергия газа

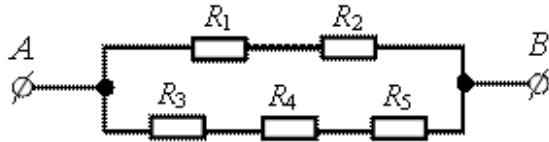
13 Точечный отрицательный заряд  $q$  помещён слева от неподвижных положительно заряженных шариков (см. рисунок). Куда направлена равнодействующая кулоновских сил, действующих на заряд  $q$ ?  
 Ответ запишите словом (словами): **вправо, влево, от наблюдателя, к наблюдателю, вниз, вверх.**



Ответ: \_\_\_\_\_.



- 14** Сопротивление каждого резистора в схеме участка цепи на рисунке равно 100 Ом. Определите напряжение на резисторе  $R_4$ , если участок АВ подключен к источнику постоянного напряжения 12 В (см. рисунок).



Ответ: \_\_\_\_\_ В.

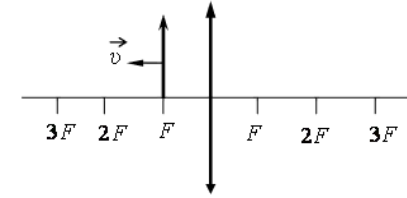
- 15** В таблице показано, как менялся ток в катушке идеального колебательного контура при свободных электромагнитных колебаниях в этом контуре.

$t, 10^{-6} \text{ с}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$I, 10^{-3} \text{ А}$	4,0	2,83	0	-2,83	-4,0	-2,83	0	2,83	4,0	2,83

Вычислите по этим данным энергию конденсатора в момент времени  $5 \cdot 10^{-6}$  с, если индуктивность катушки 2 мГн. Ответ выразите в наноджоулях (нДж), округлив до целого.

Ответ: \_\_\_\_\_ нДж

- 16** Предмет, расположенный на фокусном расстоянии от собирающей линзы, передвигают к тройному фокусному расстоянию (см. рисунок).



Из приведенного ниже списка выберите **два** верных утверждения, соответствующих условию задачи.

- 1) Изображение движется из бесконечности к положению на расстоянии  $1,5F$ ;
- 2) Из бесконечности к положению на расстоянии  $2,5F$ ;
- 3) Размер изображения предмета будет уменьшаться;
- 4) От расстояния, равного  $3F$ , к фокусу;
- 5) Размер изображения предмета будет увеличиваться.

Ответ:

--	--

- 17** Альфа-частица движется по окружности в однородном магнитном поле. Как изменятся ускорение альфа-частицы и частота её обращения, если уменьшить её кинетическую энергию?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

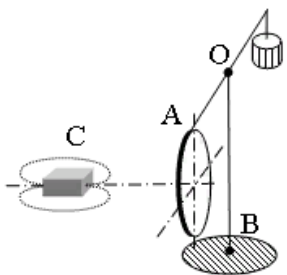
- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

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

Ускорение	Частота обращения



- 18 Медное кольцо на горизонтальном коромысле поворачивается вокруг вертикальной оси  $OB$  под действием движущегося магнита  $C$ . Установите соответствие между направлением движения магнита, вращением коромысла с кольцом и направлением индукционного тока в кольце.



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.

МАГНИТ

ПОВОРОТ КОРОМЫСЛА И ТОК В КОЛЬЦЕ

- А) движется по направлению к кольцу, северный полюс обращён к кольцу
- Б) движется к кольцу, к кольцу обращён южный полюс

- 1) коромысло с кольцом поворачивается, отталкиваясь от магнита, ток идёт по часовой стрелке
- 2) коромысло с кольцом поворачивается, отталкиваясь от магнита, ток идёт против часовой стрелки
- 3) коромысло с кольцом поворачивается, притягиваясь к магниту, ток идёт по часовой стрелке
- 4) коромысло с кольцом поворачивается, притягиваясь к магниту, ток идёт против часовой стрелки

Ответ:

А	Б

19

Ядро урана  ${}^{238}_{92}U$  после  $\alpha$ -распада и двух электронных  $\beta$ -распадов превращается в ядро некоторого химического элемента. Запишите массовое и зарядовое число образовавшегося химического элемента.

Массовое число	Зарядовое число

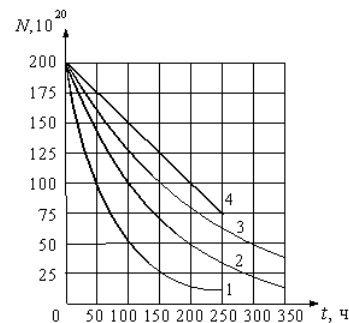
Ответ: 

--	--

*В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.*

20

Период полураспада ядер эрбия  ${}^{172}_{68}Er$  равен 50 часам. Какой из графиков характеризует распад этих ядер?



Ответ: \_\_\_\_\_.



**21** Как изменяются с уменьшением массового числа изотопов одного и того же элемента число нейтронов в ядре и число электронов в электронной оболочке соответствующего нейтрального атома?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится  
2) уменьшится  
3) не изменится

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

Число нейтронов в ядре	Число электронов в электронной оболочке нейтрального атома

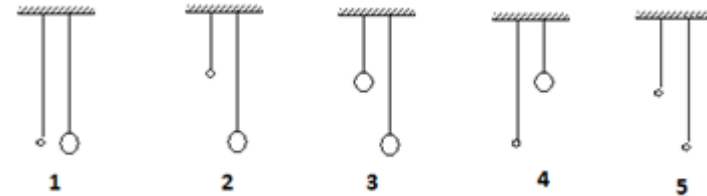
Ответ:

**22** Маятник совершает  $N = 20$  колебаний за  $t = (24,0 \pm 0,2)$  с. Согласно этим данным, определите период колебаний маятника  $T$ . Запишите ответ с учетом погрешности.

Ответ: (   $\pm$   ) с.

*В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.*

**23** Ученик изучает свойства математического маятника. Какие пары маятников (см. рисунок) он может выбрать, чтобы на опыте обнаружить зависимость периода колебаний маятника от его длины? Шарики сплошные, из одинакового материала.



В ответ запишите номера выбранных пар маятников.

Ответ:

**24** Рассмотрите таблицу, содержащую характеристики планет Солнечной системы.

Название планеты	Среднее расстояние от Солнца (в а.е.)	Диаметр в районе экватора, км	Наклон оси вращения	Первая космическая скорость, км/с
Меркурий	0,39	4879	0,6°	3,01
Венера	0,72	12 104	177°22'	7,33
Земля	1,00	12 756	23°27'	7,91
Марс	1,52	6794	25°11'	3,55
Юпитер	5,20	142 984	3°08'	42,1
Сатурн	9,58	120 536	26°44'	25,1
Уран	19,19	51 118	97°46'	15,1
Нептун	30,02	49 528	28°19'	16,8

Выберите **все** утверждения, которые соответствуют характеристикам планет.

- 1) На Марсе может наблюдаться смена времён года.
- 2) Ускорение свободного падения на Нептуне составляет около 11,4 м/с<sup>2</sup>.
- 3) Объём Марса в 3 раза меньше объёма Венеры
- 4) Вторая космическая скорость для Меркурия составляет примерно 1,25 км/с.
- 5) Орбита Венеры находится на расстоянии примерно 108 млн км от Солнца.

Ответ: \_\_\_\_\_



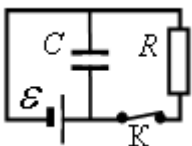


Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы. Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

Часть 2

Ответом к заданиям 25–26 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25 Конденсатор ёмкостью  $C = 2$  мкФ присоединён к батарее с ЭДС  $10$  В и внутренним сопротивлением  $r = 1$  Ом. В начальный момент времени ключ  $K$  был замкнут (см. рисунок). Какой станет энергия конденсатора через длительное время (не менее  $1$  с) после размыкания ключа  $K$ , если сопротивление резистора  $R = 10$  Ом?



Ответ: \_\_\_\_\_ мкДж.

26 В таблице представлены результаты измерений максимальной энергии фотоэлектронов при двух разных значениях частоты падающего монохроматического света ( $\nu_{кр}$  – частота, соответствующая красной границе фотоэффекта).

Частота падающего света $\nu$	$2\nu_{кр}$	$3\nu_{кр}$
Максимальная энергия фотоэлектронов $E_{макс}$	$E_0$	$E_1$

Во сколько раз отличаются максимальные энергии фотоэлектронов в представленных опытах.

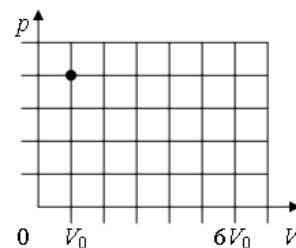
Ответ: в \_\_\_\_\_ раз (а).

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы. Проверьте, что каждый ответ записан в строке с номером соответствующего задания

Для записи ответов на задания 27–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

27 В цилиндре под поршнем при комнатной температуре  $t_0$  долгое время находится только вода и её пар. Масса жидкости в два раза больше массы пара. Первоначальное состояние системы показано точкой на  $pV$ -диаграмме. Медленно перемещая поршень, объём  $V$  под поршнем изотермически увеличивают от  $V_0$  до  $6V_0$ .

Постройте график зависимости давления  $p$  в цилиндре от объёма  $V$  на от каких закономерностей Вы при этом воспользуетесь.



Полное правильное решение каждой из задач 28–32 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.

28 Кусок льда, имеющий температуру  $0^\circ\text{C}$ , помещён в калориметр с электронагревателем. Чтобы превратить этот лёд в воду с температурой  $12^\circ\text{C}$ , требуется количество теплоты  $80$  кДж. Какая температура установится внутри калориметра, если лёд получит от нагревателя количество теплоты  $60$  кДж? Теплоёмкостью калориметра и теплообменом с внешней средой пренебречь.





29

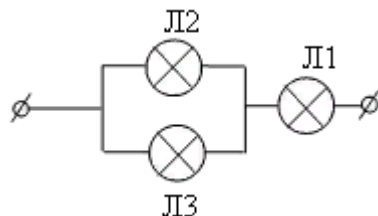
Полый конус с углом при вершине  $2\alpha$  вращается с угловой скоростью  $\omega$  вокруг вертикальной оси, совпадающей с его осью симметрии. Вершина конуса обращена вверх. На внешней поверхности конуса находится небольшая шайба, коэффициент трения которой о поверхность конуса равен  $\mu$ . При каком максимальном расстоянии  $L$  от вершины шайба будет неподвижна относительно конуса? Сделайте схематический рисунок с указанием сил, действующих на шайбу.

30

Один моль одноатомного идеального газа переводят из состояния 1 в состояние 2 таким образом, что в ходе процесса давление газа возрастает прямо пропорционально его объёму. В результате плотность газа уменьшается в  $\alpha = 2$  раза. Газ в ходе процесса получает количество теплоты  $Q = 20$  кДж. Какова температура газа в состоянии 1?

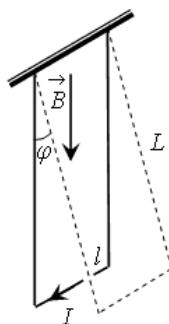
31

Вольтамперные характеристики газовых ламп Л1, Л2 и Л3 при достаточно больших токах хорошо описываются квадратичными зависимостями  $U_1 = \alpha I^2$ ,  $U_2 = 3\alpha I^2$ ,  $U_3 = 6\alpha I^2$ , где  $\alpha$  – некоторая известная размерная константа. Лампы Л2 и Л3 соединили параллельно, а лампу Л1 – последовательно с ними (см. рисунок). Определите зависимость напряжения от силы тока, текущего через такой участок цепи, если токи через лампы таковы, что выполняются вышеуказанные квадратичные зависимости.



32

Металлический стержень длиной  $l=0,1$  м и массой  $m=10$  г, подвешенный на двух параллельных проводящих нитях длиной  $L=1,5$  м, располагается горизонтально в однородном магнитном поле с индукцией  $B=0,2$  Тл, как показано на рисунке. Вектор магнитной индукции направлен вертикально. На какую максимальную высоту поднимется стержень, если по нему пропустить ток силой  $6$  А в течение  $0,05$  с? Угол  $\varphi$  отклонения нитей от вертикали за время протекания тока мал.



*Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с номером соответствующего задания.*



**Система оценивания экзаменационной работы по физике**

**Задания 1–24**

Задания 1–4, 8–10, 13–15, 19, 20, 22 и 23 части 1 и задания 25 и 26 части 2 оцениваются 1 баллом. Эти задания считаются выполненными верно, если правильно указаны требуемое число, два числа или слово.

Задания 5–7, 11, 12, 16–18 и 21 части 1 оцениваются 2 баллами, если верно указаны оба элемента ответа; 1 баллом, если допущена ошибка в указании одного из элементов ответа, и 0 баллов, если допущено две ошибки. Если указано более двух элементов (в том числе, возможно, и правильные), то ставится 0 баллов. Задание 24 оценивается 2 баллами, если указаны все верные элементы ответа; 1 баллом, если допущена одна ошибка (в том числе указана одна лишняя цифра наряду со всеми верными элементами или не записан один элемент ответа); 0 баллов, если допущено две ошибки. В заданиях 5, 11, 16 и 24 порядок записи цифр в ответе может быть различным.

№ задания	Ответ	№ задания	Ответ
1	10	14	4
2	10	15	8
3	80	16	13 31
4	36	17	33
5	23 32	18	12
6	11	19	23492
7	32	20	50
8	400	21	23
9	3	22	1,200,01
10	2	23	35 53
11	14 41	24	125
12	23	25	100
13	вправо	26	2

**Критерии оценивания выполнения заданий**

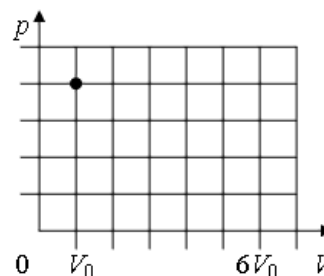
**с развёрнутым ответом**

Решения заданий 27–32 части 2 (с развёрнутым ответом) оцениваются экспертной комиссией. На основе критериев, представленных в приведённых ниже таблицах, за выполнение каждого задания в зависимости от полноты и правильности данного экзаменуемым ответа выставляется от 0 до 2 баллов за задание 27 и от 0 до 3 баллов за задания 28 и 29–32.

27

В цилиндре под поршнем при комнатной температуре  $t_0$  долгое время находится только вода и её пар. Масса жидкости в два раза больше массы пара. Первоначальное состояние системы показано точкой на  $pV$ -диаграмме. Медленно перемещая поршень, объём  $V$  под поршнем изотермически увеличивают от  $V_0$  до  $6V_0$ .

Постройте график зависимости давления  $p$  в цилиндре от объёма  $V$  на отрезке от  $V_0$  до  $6V_0$ . Укажите, какими закономерностями Вы при этом воспользовались.

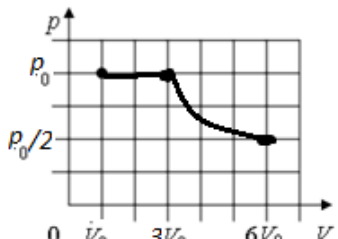


**Возможное решение:**

Так как вода и ее пар длительное время находятся под поршнем, то пар насыщенный. Так как температура не меняется (комнатная температура), то давление насыщенного пара не меняется, оно не зависит от объема. При медленном увеличении объема вода под поршнем будет испаряться, пар остается насыщенным, давление остается равным давлению насыщенных паров (получаем изобарный процесс). Определим объем пара, при котором испарится вся жидкость. Из уравнения Менделеева-Клапейрона  $pV = \frac{m}{M}RT$ , получим



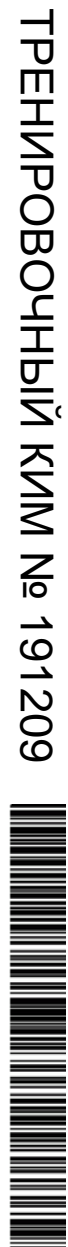
$$p = \frac{m}{V} \cdot \frac{RT}{M}$$
, при полном испарении воды, масса пара увеличится в три раза, следовательно, объем также увеличится в три раза (процесс при неизменной температуре и давлении): график при изменении объема от  $V_0$  до  $3V_0$ . При дальнейшем увеличении объема, пар перестает быть насыщенным (вода вся испарилась), масса пара не меняется, процесс изотермический  $pV = const$ : график при изменении объема от  $3V_0$  до  $6V_0$ . Так как объем увеличился в два раза, то давление уменьшится в два раза.



Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае: п. 1) и исчерпывающие верные рассуждения с прямым указанием наблюдаемых явлений и законов (в данном случае: <i>зависимость насыщенного пара от температуры и объема, уравнение Менделеева-Клапейрона, уравнение для изотермического процесса</i> ).	3
Дан правильный ответ, и приведено объяснение, но в решении имеются один или несколько из следующих недостатков. В объяснении не указано или не используется одно из физических явлений, свойств, определений или один из законов (формул), необходимых для полного верного объяснения. (Утверждение, лежащее в основе объяснения, не подкреплено соответствующим законом, свойством, явлением, определением и т.п.) <p style="text-align: right;">И (ИЛИ)</p> Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но в них содержится один логический недочёт. <p style="text-align: right;">И (ИЛИ)</p>	2

В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты. <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> В решении имеется неточность в указании на одно из физических явлений, свойств, определений, законов (формул), необходимых для полного верного объяснения	
Представлено решение, соответствующее <u>одному</u> из следующих случаев. Дан правильный ответ на вопрос задания, и приведено объяснение, но в нём не указаны два явления или физических закона, необходимых для полного верного объяснения. <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, направленные на получение ответа на вопрос задания, не доведены до конца. <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, <u>приводящие к ответу</u> , содержат ошибки. <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> Указаны не все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеются верные рассуждения, направленные на решение задачи	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0
<i>Максимальный балл</i>	3

**28** Кусок льда, имеющий температуру  $0^\circ\text{C}$ , помещён в калориметр с электронагревателем. Чтобы превратить этот лёд в воду с температурой  $12^\circ\text{C}$ , требуется количество теплоты  $80 \text{ кДж}$ . Какая температура установится внутри калориметра, если лёд получит от нагревателя количество теплоты  $60 \text{ кДж}$ ? Теплоёмкостью калориметра и теплообменом с внешней средой пренебречь.



**Возможное решение:**

Чтобы превратить лёд в воду и потом нагреть ее до  $12^0\text{C}$ , необходимо первоначально затратить энергию на плавление льда, а потом на нагревание воды:  $Q_1 = \lambda m_{\text{л}} + cm_{\text{л}}(t_1 - t_{\text{пл}})$ , где  $\lambda$  - удельная теплота плавления льда,  $c$  – удельная теплоемкость воды. Найдём массу льда в калориметре:  $m_{\text{л}} = \frac{Q_1}{\lambda + c(t_1 - t_{\text{пл}})}$ ; подставим численные значения

$$m_{\text{л}} = \frac{80000}{3,3 \cdot 10^5 + 4,2 \cdot 10^3 \cdot 12} = \frac{8 \cdot 10^4}{38,04 \cdot 10^4} = 0,21 \text{ кг.}$$

Определим количество теплоты, необходимое для плавления данной массы льда:  $Q_2 = \lambda m_{\text{л}} = 3,3 \cdot 10^5 \cdot 0,21 = 0,693 \cdot 10^5 = 69,3 \text{ кДж.}$

Так как 69,3 кДж больше, чем 60 кДж, то данного количества теплоты не хватит для того, чтобы расплавился весь лед. Следовательно, при получении 60 кДж теплоты в калориметре установится температура  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

**Ответ:**  $t = 0^0\text{C}$ .

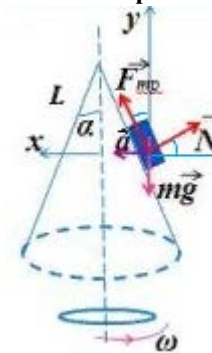
Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: закон формулы для определения количества теплоты необходимого для плавления твердого тела, взятого при температуре плавления, количества теплоты для нагревания жидкости); II) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); III) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины	2
Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> из следующих случаев. Правильно записаны все необходимые положения тео-	1

рии, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но допущена ошибка в ответе или в математических преобразованиях или вычислениях. ИЛИ Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо и достаточно для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи	
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1 или 2 балла	0
Максимальный балл	2

29

Полый конус с углом при вершине  $2\alpha$  вращается с угловой скоростью  $\omega$  вокруг вертикальной оси, совпадающей с его осью симметрии. Вершина конуса обращена вверх. На внешней поверхности конуса находится небольшая шайба, коэффициент трения которой о поверхность конуса равен  $\mu$ . При каком максимальном расстоянии  $L$  от вершины шайба будет неподвижна относительно конуса? Сделайте схематический рисунок с указанием сил, действующих на шайбу?

**Возможное решение:**



Согласно второму закону Ньютона:  $m\vec{g} + \vec{N} + \vec{F}_{\text{тр}} = m\vec{a}$ . В проекциях на оси координат получим:  
оХ:  $-N \cos \alpha + F_{\text{тр}} \sin \alpha = ma$ ;



<p>оУ: <math>-mg + N \sin \alpha + F_{mp} \cos \alpha = 0</math>. Учтем, что <math>F_{mp} = \mu N</math>,  <math>a = \omega^2 R = \omega^2 L \sin \alpha</math>. Подставим в систему уравнений:</p> $\begin{cases} -N \cos \alpha + \mu N \sin \alpha = m\omega^2 L \sin \alpha \\ N \sin \alpha + \mu N \cos \alpha = mg \end{cases}$ $\begin{cases} N(\mu \sin \alpha - \cos \alpha) = m\omega^2 L \sin \alpha \\ N(\sin \alpha + \mu \cos \alpha) = mg \end{cases}$ <p>Поделим первое уравнение на второе, получим  <math>\frac{\mu \sin \alpha - \cos \alpha}{\sin \alpha + \mu \cos \alpha} = \frac{\omega^2 L \sin \alpha}{g}</math>, выразим L:  <math>L = \frac{(\mu \sin \alpha - \cos \alpha)g}{(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)\omega^2 \sin \alpha} = \frac{(\mu - ctg \alpha)g}{(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)\omega^2}</math>.</p> <p><b>Ответ:</b> <math>L = \frac{(\mu - ctg \alpha)g}{(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)\omega^2}</math>.</p>	
Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) Записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>второй закон Ньютона, формулы для определения центростремительного ускорения и силы трения</i>).</p> <p>II) сделан правильный рисунок с указанием сил, действующих на шайбу, указано направление силы трения, действующей на доску;</p> <p>III) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений величин, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов);</p> <p>IV) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p>	3

<p>IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</p>	
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>Записи, соответствующие пунктам II и III, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение, которые не отделены от решения и не зачёркнуты.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/ вычислениях пропущены логически важные шаги.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>Отсутствует пункт 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 данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p>	0
<p><i>Максимальный балл</i></p>	3

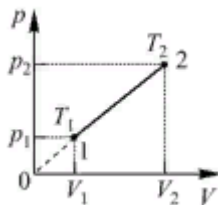
ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 191209



30

Один моль одноатомного идеального газа переводят из состояния 1 в состояние 2 таким образом, что в ходе процесса давление газа возрастает прямо пропорционально его объёму. В результате плотность газа уменьшается в  $\alpha = 2$  раза. Газ в ходе процесса получает количество теплоты  $Q = 20$  кДж. Какова температура газа в состоянии 1?

**Возможное решение:**



Изобразим процесс на  $pV$ -диаграмме, где  $p_1, V_1, T_1$  и  $p_2, V_2, T_2$  – давление, объём и температура газа в состояниях 1 и 2 соответственно. Согласно первому закону термодинамики  $Q = \Delta U_{12} + A_{12}$ . Термодинамическая модель идеального одноатомного газа:  $pV = \nu RT$ ,

$U = \frac{3}{2} \nu RT$ . Определим изменение внутренней энергии:

$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R(T_2 - T_1) = \frac{3}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1)$ . Работу, совершенную газом, можно определить как площадь фигуры под графиком процесса (разность площадей треугольников):  $A_{12} = \frac{p_2 V_2}{2} - \frac{p_1 V_1}{2} = \frac{1}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1)$ .

Подставим в первый закон термодинамики полученные выражения для изменения внутренней энергии и работы:

$Q = \frac{3}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1) + \frac{1}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1) = 2(p_2 V_2 - p_1 V_1)$ . Зависимость

давления от объёма из условия задачи  $\frac{p_2}{p_1} = \frac{V_2}{V_1}$ . Так как плотность

уменьшается в  $\alpha$  раз, то объём увеличивается в  $\alpha$  раз ( $V = m / \rho$ ). Тогда

$\frac{V_2}{V_1} = \alpha, \frac{p_2}{p_1} = \alpha$ . Преобразуем выражение для количества теплоты (поде-

лим обе части равенства на  $p_1 V_1$ , получим

$$\frac{Q}{p_1 V} = 2 \left( \frac{p_2 V_2}{p_1 V_1} - 1 \right) = 2(\alpha^2 - 1). \text{ Воспользуемся уравнением Менделеева-Клапейрона } p_1 V_1 = \nu R T_1, \text{ получим } \frac{Q}{\nu R T_1} = 2(\alpha^2 - 1), \text{ тогда}$$

$$T_1 = \frac{Q}{2(\alpha^2 - 1)\nu R}, \text{ подставим численные значения}$$

$$T_1 = \frac{20000}{2(2^2 - 1) \cdot 1 \cdot 8,31} \approx 400 \text{ К.}$$

**Ответ:**  $T_1 \approx 400 \text{ К}$

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае <i>термодинамическая модель идеального одноатомного газа, формула для определения объема газа, изменения внутренней энергии, определение работы газа как площади, ограниченной графиком процесса на <math>pV</math>-диаграмме</i> ). II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин ( <i>за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов</i> ); III) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины	3
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков.	2



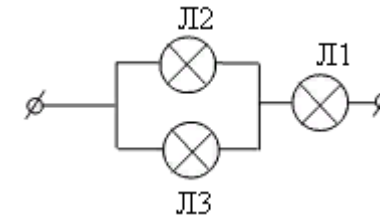


<p>Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение, которые не отделены от решения и не зачёркнуты. И (ИЛИ) В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/ вычислениях пропущены логически важные шаги. И (ИЛИ) Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка</p>	
<p>Представлены записи, соответствующие <b>одному</b> из следующих случаев. Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи. ИЛИ В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи. ИЛИ В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p>	0
<p>Максимальный балл</p>	3

31

Вольтамперные характеристики газовых ламп Л1, Л2 и Л3 при достаточно больших токах хорошо описываются квадратичными зависимостями  $U_1 = \alpha I^2$ ,  $U_2 = 3\alpha I^2$ ,  $U_3 = 6\alpha I^2$ , где  $\alpha$  – некоторая известная размерная константа. Лампы Л2 и Л3 соединили параллельно, а лампу Л1 – последовательно с ними (см. рисунок). Определите зависимость напряжения от силы

тока, текущего через такой участок цепи, если токи через лампы таковы, что выполняются вышеуказанные квадратичные зависимости..



**Возможное решение:**

При параллельном соединении проводников  $U_2 = U_3$ . Из условия получим  $3\alpha I_2^2 = 6\alpha I_3^2$ , следовательно,  $I_2 = \sqrt{2}I_3$ . Та как  $I = I_1 = I_2 + I_3$ , то  $I = \sqrt{2}I_3 + I_3 = (1 + \sqrt{2})I_3$  (1)

При последовательном соединении проводников  $U = U_3 + U_1$ . Тогда  $U = 6\alpha(I_3)^2 + \alpha[(1 + \sqrt{2})I_3]^2$ ,  
 $U = \alpha I_3^2(6 + 1 + 2\sqrt{2} + 2) = (9 + 2\sqrt{2})\alpha I_3^2$  (2)

Выразим силу тока через третий резистор из формулы (1):  
 $I_3 = \frac{1}{1 + \sqrt{2}} I = \frac{1}{1 + \sqrt{2}} \cdot \frac{1 - \sqrt{2}}{1 - \sqrt{2}} I = (\sqrt{2} - 1)I$ , подставим в формулу (2), получим  $U = (9 + 2\sqrt{2})\alpha [(\sqrt{2} - 1)I]^2$ ,  
 $U = \alpha I^2(9 + 2\sqrt{2})(2 - 2\sqrt{2} + 1)$ . Упростим выражение  $(9 + 2\sqrt{2})(3 - 2\sqrt{2}) = 27 - 18\sqrt{2} + 6\sqrt{2} - 8 = 19 - 12\sqrt{2} \approx 2$ .

Следовательно, зависимость напряжения от силы тока примет вид:  
 $U = 2\alpha I^2$ .

**Ответ:**  $U = 2\alpha I^2$ .

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

ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 191209

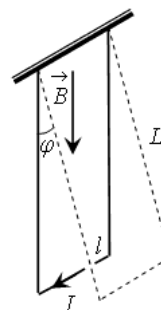


<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>формулы для напряжения и силы тока при последовательном и параллельном соединении проводников</i>);</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (<i>за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов</i>);</p> <p>III) проведены необходимые математические преобразования 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 все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение, которые не отделены от решения и не зачёркнуты.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/ вычислениях пропущены логически важные шаги.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка</p>	2
<p>Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> из следующих случаев.</p>	1

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

32

Металлический стержень длиной  $l=0,1$  м и массой  $m=10$  г, подвешенный на двух параллельных проводящих нитях длиной  $L=1,5$  м, располагается горизонтально в однородном магнитном поле с индукцией  $B=0,2$  Тл, как показано на рисунке. Вектор магнитной индукции направлен вертикально. На какую максимальную высоту поднимется стержень, если по нему пропустить ток силой  $6$  А в течение  $0,05$  с? Угол  $\varphi$  отклонения нитей от вертикали за время протекания тока мал.



<b>Возможное решение:</b>	
<p>1. При протекании тока по стержню, находящемуся в магнитном поле, на него действует сила Ампера: <math>F_A = IBl \sin \alpha = IBl</math>, направленная горизонтально вправо (определим направление по правилу левой руки).</p> <p>2. Согласно второму закону Ньютона, сила Ампера вызывает горизонтальное ускорение стержня, которое в начальный момент времени равно: <math>a = \frac{F_A}{m} = \frac{IBl}{m} = \frac{6 \cdot 0,2 \cdot 0,1}{0,01} = 12 \text{ м/с}^2</math>.</p> <p>3. Так как за время протекания тока угол отклонения нитей мал, то влиянием подвеса на движение стержня можно пренебречь, движение можно считать равноускоренным. Тогда скорость в момент отключения тока определим по формуле: <math>v = v_0 + at = at = 12 \cdot 0,05 = 0,6 \text{ м/с}</math>.</p> <p>4. После окончания действия силы Ампера, стержень продолжает двигаться в поле силы тяжести. Согласно закону сохранения энергии получим: <math>\frac{mv^2}{2} = mgh</math>, тогда <math>h = \frac{v^2}{2g} = \frac{0,6^2}{2 \cdot 10} = 0,018 \text{ м} = 1,8 \text{ см}</math>.</p> <p>Ответ: <math>h = 1,8 \text{ см}</math>.</p>	
Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>закон сохранения энергии в колебательном контуре, формула Томсона</i>); II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (<i>за исключением обозначений кон-</i></p>	3

<p><i>стант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов</i>); III) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</p>	2
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение, которые не отделены от решения и не зачёркнуты.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/ вычислениях пропущены логически важные шаги.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка</p>	1
<p>Представлены записи, соответствующие <b>одному</b> из следующих случаев.</p> <p>Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо и достаточно для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p>	1



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

В соответствии с Порядком проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам среднего общего образования (приказ Минпросвещения России и Рособнадзора от 07.11.2018 № 190/1512, зарегистрирован Минюстом России 10.12.2018 № 52952)

«82. По результатам первой и второй проверок эксперты независимо друг от друга выставляют баллы за каждый ответ на задания экзаменационной работы ЕГЭ с развернутым ответом.

В случае существенного расхождения в баллах, выставленных двумя экспертами, назначается третья проверка. Существенное расхождение в баллах определено в критериях оценивания по соответствующему учебному предмету.

Эксперту, осуществляющему третью проверку, предоставляется информация о баллах, выставленных экспертами, ранее проверявшими экзаменационную работу».

Если расхождение составляет 2 или более балла за выполнение любого из заданий 25–32, то третий эксперт проверяет только те ответы на задания, которые вызвали столь существенное расхождение.

