

Единый государственный экзамен  
по ФИЗИКЕ

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

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 30 заданий.

В заданиях 3–5, 9–11, 14–16 и 20 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: -2,5 м/с<sup>2</sup>.     - 2 , 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.

Ответ: 

А	Б
4	1

     4 1     Бланк

Ответом к заданию 22 является два числа. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите по приведённому ниже образцу, не разделяя числа пробелом, в бланк ответов № 1.

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

Ответ к заданиям 24–30 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!

Десятичные приставки

Наименование	Обозначение	Множитель	Наименование	Обозначение	Множитель
гига	Г	10 <sup>9</sup>	санти	с	10 <sup>-2</sup>
мега	М	10 <sup>6</sup>	милли	м	10 <sup>-3</sup>
кило	к	10 <sup>3</sup>	микро	мк	10 <sup>-6</sup>
гекто	г	10 <sup>2</sup>	нано	н	10 <sup>-9</sup>
деци	д	10 <sup>-1</sup>	пико	п	10 <sup>-12</sup>

Константы

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

Соотношение между различными единицами

температура	0 К = -273 °С
атомная единица массы	1 а.е.м. = 1,66·10 <sup>-27</sup> кг
1 атомная единица массы эквивалента	931 МэВ
1 электронвольт	1 эВ = 1,6·10 <sup>-19</sup> Дж

Масса частиц

электрона	9,1·10 <sup>-31</sup> кг ≈ 5,5·10 <sup>-4</sup> а.е.м.
протона	1,673·10 <sup>-27</sup> кг ≈ 1,007 а.е.м.
нейтрона	1,675·10 <sup>-27</sup> кг ≈ 1,008 а.е.м.

Плотность

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	

**Нормальные условия:** 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**

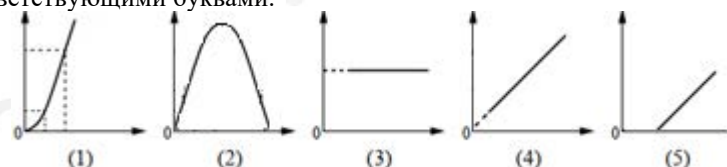
*Ответами к заданиям 1–23 являются число или последовательность цифр. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.*

- 1** Выберите **все** верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.
- 1) Сила трения скольжения не зависит от площади соприкасающихся поверхностей.
  - 2) Внутренняя энергия идеального газа - сумма кинетической энергии движения частиц и потенциальной энергии их взаимодействия.
  - 3) Потенциал электростатического поля не зависит от величины пробного заряда.
  - 4) Явление полного внутреннего преломления невозможно при переходе из оптически менее плотной среды в оптически более плотную среду.
  - 5) Масса атомного ядра элемента равна сумме масс частиц его образующих.

Ответ: \_\_\_\_\_.

- 2** Даны следующие зависимости величин:
- А) зависимость температуры тела от времени в процессе плавления вещества;
  - Б) зависимость кинетической энергии тела, падающего с некоторой высоты, от времени падения;
  - В) зависимость кинетической энергии фотоэлектронов от частоты падающего света;

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



Ответ:

А	Б	В



3 Два маленьких шарика массой  $m$  каждый находятся на расстоянии  $r$  друг от друга и притягиваются с силой  $2\text{ Н}$ . Какова будет сила гравитационного взаимодействия, если массу каждого из них и расстояние между их центрами увеличить в  $2$  раза?

Ответ: \_\_\_\_\_ Н.

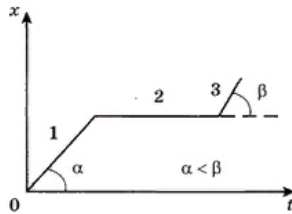
4 Тело движется прямолинейно. Начальный импульс тела равен  $45\text{ кг}\cdot\text{м/с}$ . Под действием постоянной силы величиной  $12\text{ Н}$ , направленной противоположно вектору скорости тела, через  $2\text{ с}$  импульс тела изменился и стал равен \_\_\_\_\_

Ответ: \_\_\_\_\_ кг·м/с.

5 Определите плотность жидкости, находящейся в открытой цистерне при нормальном атмосферном давлении, если давление на дно цистерны равно  $27\text{ кПа}$ , а уровень жидкости  $3\text{ м}$ ?

Ответ: \_\_\_\_\_ кг/м<sup>3</sup>.

6 На рисунке изображена зависимость координаты тела  $x$  от времени  $t$ .



Выберите **все** верные утверждения, которые можно сделать анализируя график движения.

- 1) На участке 2 тело находилось в покое.
- 2) На участке 1 тело двигалось быстрее, чем на участке 3.
- 3) На участке 3 тело двигалось равноускоренно.
- 4) На участке 2 ускорение тела равно нулю.
- 5) За время движения по участку 1 тело прошло большее расстояние, чем за время движения по участку 3.

Ответ: \_\_\_\_\_.

7 На вращающуюся с постоянной скоростью поверхность диска положили предмет на край диска. Период вращения диска уменьшили, как при этом изменятся коэффициент трения и линейная скорость предмета?

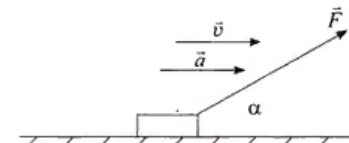
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Коэффициент трения	Линейная скорость

8 Брусок массой  $m$  движется равноускоренно по горизонтальной шероховатой поверхности под действием силы  $\vec{F}$ , направленной под углом  $30^\circ$  к горизонту, как показано на рисунке. Коэффициент трения скольжения равен  $\mu$ .



Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

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

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ	ФОРМУЛЫ
А) Модуль силы трения	1) $\mu(mg + F \sin(\alpha))$ 2) $\mu(mg - F \sin(\alpha))$
Б) Вес тела	3) $mg$ 4) $mg - F \sin(\alpha)$

Ответ:

А	Б



**9** В сосуде неизменного объема находится идеальный газ в количестве 2 моль. Во сколько раз надо изменить абсолютную температуру сосуда с газом после выпуска из сосуда 1 моль газа, чтобы давление газа на стенки сосуда увеличилось в 2 раза?

Ответ: в \_\_\_\_\_ раз (а).

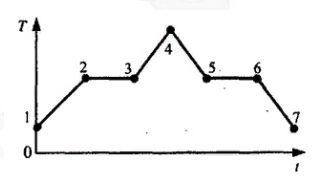
**10** Какую работу совершает газ, расширяясь при постоянном давлении 200 кПа от объема 1,6 л до 3,6 л?

Ответ: \_\_\_\_\_ Дж.

**11** В комнате объемом 120 м<sup>3</sup> при температуре 15° С относительная влажность воздуха составляет 60%. Определите парциальное давление водяных паров в воздухе комнаты. Давление насыщенного водяного пара при 15° С равна 1,7 кПа.

Ответ: \_\_\_\_\_ кПа.

**12** На рисунке изображен график зависимости температуры тела Т вещества от времени t. В начальный момент времени вещество находилось в кристаллическом состоянии.



Выберите из предложенного перечня **все** верные утверждения, которые сделать анализируя данный график:

- 1) Внутренняя энергия тела в точке 2 равна внутренней энергии в точке 3.
- 2) Наибольшей внутренней энергией тело обладает в точке 4.
- 3) Участок 3-4 соответствует процессу нагревания газа.
- 4) На участке 2-3 нет притока энергии, поэтому температура не меняется.
- 5) Внутренняя энергия тела в процессе 4-5-6-7 все время уменьшалась.

Ответ: \_\_\_\_\_.

**13** Одноатомный идеальный газ неизменной массы в изотермическом процессе совершает работу  $A > 0$ . Как меняются в этом процессе объем и давление.

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.

Объем	Давление

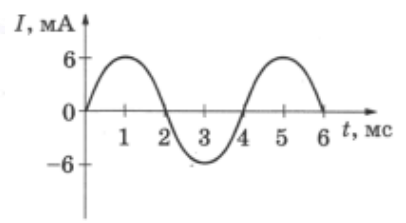
**14** В диэлектрик помещен точечный электрический заряд  $4,5 \cdot 10^{-7}$  Кл, на расстоянии 50 мм от него напряженность электрического поля  $2 \cdot 10^4$  Н/Кл. Определите диэлектрическую проницаемость среды (ответ округлите до целого числа).

Ответ: \_\_\_\_\_.

**15** Определите индуктивность катушки, которую при силе тока 8 А пронизывает магнитный поток 0,12 Вб.

Ответ: \_\_\_\_\_ Гн

**16** На рисунке приведен график зависимости силы тока от времени в колебательном контуре, образованном конденсатором и катушкой, индуктивность которой равна 0,3 Гн.



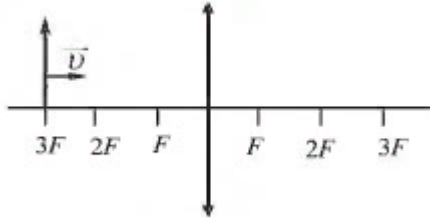
Определите частоту колебаний силы тока в данном контуре.

Ответ: \_\_\_\_\_ Гц.





- 17 Предмет, расположенный на тройном фокусном расстоянии от тонкой собирающей линзы, передвигают к двойному фокусу (см. рисунок). Пользуясь приведенным рисунком, выберите из приведенного ниже списка два правильных утверждения, характеризующих изображение предмета



Выберите **все** верные утверждения и укажите их номера.

- 1) Размер изображения уменьшается.
- 2) Изображение не перемещается.
- 3) Изображение движется от положения на расстоянии  $1,5F$  к двойному фокусу.
- 4) Размер изображения увеличивается.
- 5) Изображение движется от положения на расстоянии  $1,5F$  от линзы к фокусу.

Ответ: \_\_\_\_\_.

- 18 По проволочному резистору течет ток. Как изменятся при уменьшении длины проволоки в 4 раза и увеличении силы тока вдвое следующие величины: тепловая мощность, выделяющаяся на резисторе и напряжение на нем?

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.

Тепловая мощность, выделяющаяся на резисторе	Напряжение на резисторе

- 19 Пучок монохроматического света переходит из воды в воздух. Частота световой волны в воде –  $\nu$ , длина световой волны в воде –  $\lambda$ , показатель преломления воды относительно воздуха –  $n$ .

Установите соответствие между физическими величинами формулами, по которым их можно рассчитать.

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

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА	ФОРМУЛА
А) скорость света в воздухе	1) $\lambda\nu$
Б) скорость света в воде	2) $\lambda n$
	3) $\lambda\nu n$
	4) $\frac{\lambda}{v} n$

Ответ: 

--	--

- 20 Ядро висмута  ${}_{83}^{214}\text{Bi}$  испытывает электронный  $\beta^-$ -распад, при этом образуется ядро элемента  ${}_{Z}^AX$ . Каковы заряд  $Z$  (в единицах элементарного заряда) и массовое число  $A$  образовавшегося ядра.

Запишите в таблицу цифры для каждой физической величины

Заряд ядра $Z$	Массовое число ядра $A$



**21** Для некоторых атомов характерной особенностью является возможность захвата атомным ядром одного из ближайших к нему электронов. При захвате электрона некоторые характеристики атомного ядра изменяются. Как изменятся при данном процессе массовое число и заряд ядра?

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.

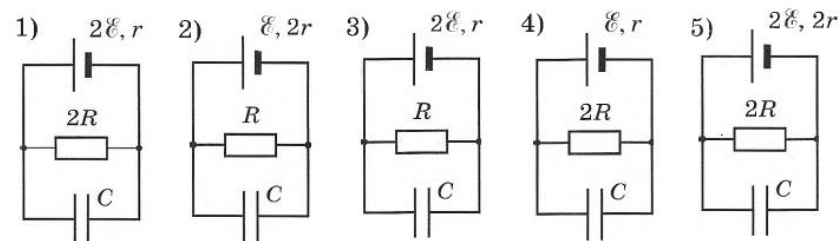
Массовое число	Заряд ядра

**22** При определении сопротивления резистора ученик измерил напряжение на нем:  $U = (4,6 \pm 0,2) В$ . Сила тока через резистор измерялась настолько точно, что погрешностью можно пренебречь:  $I = 0,500 А$ . По результатам этих измерений можно определить сопротивление резистора. Запишите ответ с учетом погрешности.

Ответ: ( \_\_\_\_\_  $\pm$  \_\_\_\_\_ ) Ом.

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

**23** Необходимо экспериментально изучить зависимость заряда, накопленного конденсатором, от ЭДС аккумулятора.



Какие две схемы следует использовать для проведения такого исследования?

В ответ запишите номера выбранных опытов.

Ответ:

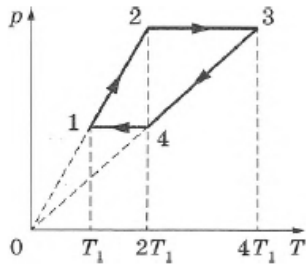
*Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы. Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.*

*Для записи ответов на задания 24–30 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (24, 25 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.*



**Часть 2**

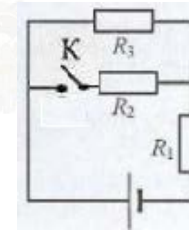
- 24** В тепловом двигателе 3 моль неона совершают цикл 1-2-3-4-1, показанный на графике в координатах  $p-T$ , где  $p$  – давление газа,  $T$  – абсолютная температура. Температуры в точках 2 и 4 равны и в 2 раза больше температуры в точке 1, а температура в точке 3 в 4 раза больше температуры в точке 1. Постройте график этого процесса в переменных  $p-V$ . Построение объясните, опираясь на законы молекулярной физики. Найдите модуль отношения работ  $|A_{13} / A_{41}|$ .



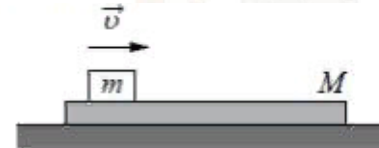
*Полное правильное решение каждой из задач 25–30 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.*

- 25** Небольшой камень, брошенный с ровной горизонтальной поверхности земли под углом к горизонту, упал обратно на землю в 20 метрах от места броска. Сколько времени прошло от броска до того момента, когда его скорость была направлена горизонтально и равна 10 м/с?
- 26** Напряжение на концах первичной обмотки трансформатора 220 В, сила тока в ней 1 А. Напряжение на концах вторичной обмотки 22 В. Какой была бы сила тока во вторичной обмотке при коэффициенте полезного действия трансформатора 95 %?

- 27** Два одинаковых теплоизолированных сосуда соединены короткой трубкой с краном. Объем каждого сосуда  $V = 1 \text{ м}^3$ . В первом сосуде находится  $\nu_1 = 1$  моль гелия при температуре  $T_1 = 400 \text{ К}$ ; во втором –  $\nu_2 = 3$  моль аргона при температуре  $T_2$ . Кран открывают. После установления равновесного состояния давление в сосудах  $p = 5,4 \text{ кПа}$ . Определите первоначальную температуру аргона  $T_2$ .
- 31** Определить во сколько раз изменилась мощность третьего резистора после размыкания ключа в схеме, изображенной на рисунке.  $R_1 = R_2 = R_3 = 1 \text{ Ом}$ ,  $r = 0,5 \text{ Ом}$ .



- 29** На поверхность водяной капли объемом  $V=1 \text{ мм}^3$  каждую секунду падает  $N=10^{16}$  фотонов с длиной волны  $\lambda = 500 \text{ нм}$ . Все фотоны поглощаются водой. За какое время капля нагреется на  $\Delta T = 47 \text{ К}$ ?
- 30** На гладкой горизонтальной плоскости находится длинная доска массой  $M = 2 \text{ кг}$ . По доске скользит шайба массой  $m = 0,5 \text{ кг}$ . Коэффициент трения между шайбой и доской  $\mu = 0,2$ . В начальный момент времени скорость шайбы  $v_0$ , а доска покоится. В момент  $\tau = 0,8 \text{ с}$  шайба перестает скользить по доске. Определите скорость шайбы в начальный момент.



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



**О проекте «Пробный ЕГЭ каждую неделю»**

Данный ким составлен командой всероссийского волонтерского проекта «ЕГЭ 100баллов» <https://vk.com/ege100ballov> и безвозмездно распространяется для любых некоммерческих образовательных целей.

**Нашли ошибку в варианте?**

**Напишите нам, пожалуйста, и мы обязательно её исправим!**

Для замечаний и пожеланий: [https://vk.com/topic-10175642\\_47937899](https://vk.com/topic-10175642_47937899)  
(также доступны другие варианты для скачивания)

**СОСТАВИТЕЛЬ ВАРИАНТА:**

<b>ФИО:</b>	Вахнина Светлана Васильевна
<b>Предмет:</b>	Физика
<b>Стаж:</b>	12 лет
<b>Аккаунт ВК:</b>	<a href="https://vk.com/id249117870">https://vk.com/id249117870</a>
<b>Сайт и доп. информация:</b>	<a href="https://vk.com/examcourses">https://vk.com/examcourses</a>

ЕГЭ 100 БАЛЛОВ  
ВСЕРОССИЙСКИЙ ШКОЛЬНЫЙ ПРОЕКТ  
VK.COM/EGE100BALLOV

ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 21 1 122



[vk.com/ege100ballov](https://vk.com/ege100ballov)





**Система оценивания экзаменационной работы по физике**

**Задания 1–23**

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

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

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

Ответы на задания 1, 6, 12 и 17 оцениваются 2 баллами, если указаны все верные элементы ответа; 1 баллом, если допущена одна ошибка (в том числе указана одна лишняя цифра наряду со всеми верными элементами или не записан один элемент ответа); 0 баллов, если допущены две ошибки или ответ отсутствует. В заданиях 1, 6, 12, 17 и 23 порядок записи цифр в ответе не имеет принципиального значения.

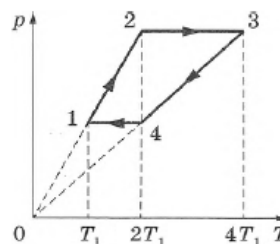
Номер задания	Правильный ответ	Номер задания	Правильный ответ
1	134	12	25
2	315	13	12
3	2	14	4
4	21	15	0,015
5	900	16	250
6	145	17	34
7	11	18	31
8	24	19	84214
9	4	20	23
10	400	21	32
11	1,02	22	9,20,4
		23	14

**Критерии оценивания выполнения заданий с развёрнутым ответом**

Выполнение заданий 24–30 (с развёрнутым ответом) оценивается предметной 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 максимального балла.

24

В тепловом двигателе 3 моль неона совершают цикл 1-2-3-4-1, показанный на графике в координатах  $p$ - $T$ , где  $p$  – давление газа,  $T$  – абсолютная температура. Температуры в точках 2 и 4 равны и в 2 раза больше температуры в точке 1, а температура в точке 3 в 4 раза больше температуры в точке 1. Постройте график этого процесса в переменных  $p$ - $V$ . Построение объясните, опираясь на законы молекулярной физики. Найдите модуль отношения работ  $|A_{13} / A_{41}|$ .



**Возможное решение:**

Анализируя график цикла, получим, что он состоит из двух изохор (1-2, 3-4) и двух изобар (2-3, 4-1). В процессе 1-2, согласно закону Шарля,

$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}, \frac{p_1}{T_1} = \frac{T_1}{2T_1} = \frac{1}{2}, p_2 = 2p_1.$$

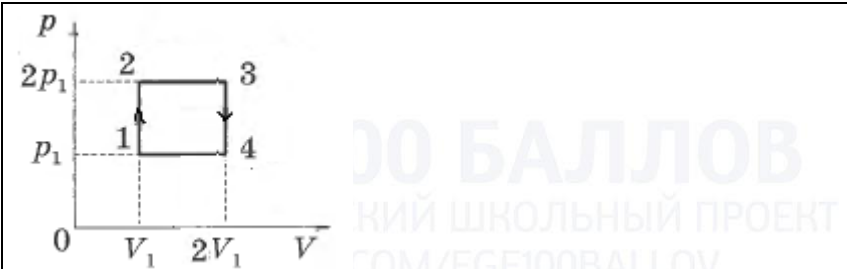
В процессе 4-1, согласно закону Гей-Люссака  $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_4}{T_4}$ ;

$$\frac{V_1}{V_4} = \frac{T_1}{T_4} = \frac{T_1}{2T_1} = \frac{1}{2}, \text{ тогда } V_4 = 2V_1.$$

При построении графика процесса в переменных  $p$ - $V$ , учтем, что

$$V_1 = V_2, V_3 = V_4 = 2V_1, p_1 = p_4, p_2 = p_3 = 2p_1.$$





Найдем работу на участке 1-3:  $A_{13} = A_{12} + A_{23} = A_{23}$  (процесс 1-2 изохорный  $A_{12} = 0$ ). Работа, совершенная газом, численно равна площади фигуры, ограниченной графиком:  $A_{13} = A_{23} = (V_3 - V_2) \cdot 2p_1 = V_1 \cdot 2p_1 = 2p_1V_1$ .

Найдем работу на участке 4-1:  $A_{41} = (V_1 - V_4) \cdot p_1 = -V_1 \cdot p_1 = -p_1V_1$ .

Найдем модуль отношения работ:  $\left| \frac{A_{13}}{A_{41}} \right| = \frac{2p_1V_1}{p_1V_1} = 2$ .

Ответ:  $\left| A_{13} / A_{41} \right| = 2$ .

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>законы изопроцессов: Шарля и Гей-Люссака, работа газа при изохорном процессе, геометрический смысл работы в термодинамике</i> ), построен график процесса в заданных переменных.	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.) И (ИЛИ)	2

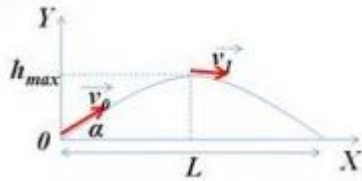
<p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но в них содержится один логический недочёт.</p> <p>И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты.</p> <p>И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеется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

25

Небольшой камень, брошенный с ровной горизонтальной поверхности земли под углом к горизонту, упал обратно на землю в 20 метрах от места броска. Сколько времени прошло от броска до того момента, когда его скорость была направлена горизонтально и равна 10 м/с?



**Возможное решение:**



В верхней точке траектории полета камня направлена горизонтально. При движении тела, брошенного под углом к горизонту (если пренебрегаем сопротивлением воздуха), горизонтальная составляющая вектора скорости не меняется в течение всего полета:  $v_1 = v_0 \cdot \cos \alpha = const.$

Дальность полета:  $L = v_1 t$ , время полета  $t = \frac{L}{v_1} = \frac{20}{10} = 2c.$  Без учета

сопротивления воздуха время подъема камня до максимальной высоты

равно времени падения камня  $t_1 = \frac{t}{2} = \frac{2}{2} = 1c.$

Ответ: 1 с

Критерии оценивания 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: постоянство горизонтальной проекции скорости при движении тела, брошенного под углом к горизонту, формула для определения дальности полета, равенство времен подъема и падения тела);</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов);</p> <p>III) представлены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному</p>	2

<p>числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</p>	
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены преобразования, направленные на решение задачи, но имеется один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p>И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты.</p> <p>И (ИЛИ)</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях / вычислениях пропущены логически важные шаги.</p> <p>И (ИЛИ)</p> <p>Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1 или 2 балла</p>	0
<i>Максимальный балл</i>	2

ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 211122



26

Напряжение на концах первичной обмотки трансформатора 220 В, сила тока в ней 1 А. Напряжение на концах вторичной обмотки 22 В. Какой была бы сила тока во вторичной обмотке при коэффициенте полезного действия трансформатора 95 %?

<b>Возможное решение:</b>	
Коэффициент полезного действия трансформатора: $\eta = \frac{P_2}{P_1} \cdot 100\%$ .	
Мощность тока в первичной обмотке $P_1 = I_1 U_1$ , во вторичной - $P_2 = I_2 U_2$ . Подставим в выражение для определения КПД $\eta = \frac{I_2 U_2}{I_1 U_1} \cdot 100\%$ .	
Получим формулу для определения силы тока $I_2 = \frac{I_1 U_1 \eta}{U_2 \cdot 100\%}$ .	
Подставим численные значения $I_2 = \frac{1 \cdot 220 \cdot 95}{22 \cdot 100\%} = 9,5 \text{ A}$ .	
<b>Ответ:</b> 9,5 А	
Критерии оценивания 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>формула определения КПД трансформатора, формула мощности тока в обмотках трансформатора</i> ); II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов); III) представлены 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	2

Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены преобразования, направленные на решение задачи, но имеется один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения 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 (в том числе в записи единиц измерения величины)	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1 или 2 балла	0
<i>Максимальный балл</i>	2

ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 21 1122





27

Два одинаковых теплоизолированных сосуда соединены короткой трубкой с краном. Объем каждого сосуда  $V = 1 \text{ м}^3$ . В первом сосуде находится  $\nu_1 = 1$  моль гелия при температуре  $T_1 = 400 \text{ К}$ ; во втором –  $\nu_2 = 3$  моль аргона при температуре  $T_2$ . Кран открывают. После установления равновесного состояния давление в сосудах  $p = 5,4 \text{ кПа}$ . Определите первоначальную температуру аргона  $T_2$ .

**Возможное решение:**

Так как сосуды теплоизолированные, то отсутствует теплообмен газов с окружающими телами. Суммарный объем газов не меняется, тогда, пренебрегая работой сил вязкого трения, возникающих при перетекании газов при их смешивании, можно сделать вывод, что газы не совершают работы над внешними телами. Следовательно, согласно первому закону термодинамики, суммарная внутренняя энергия смеси газов сохраняется:  $U_1 + U_2 = U_1' + U_2'$ , где  $U_1, U_1'$  – внутренняя энергия гелия до и после открытия крана соответственно,  $U_2, U_2'$  – внутренняя энергия аргона до и после открытия крана.

$$\frac{3}{2} \nu_1 RT_1 + \frac{3}{2} \nu_2 RT_2 = \frac{3}{2} \nu_1 RT + \frac{3}{2} \nu_2 RT, \text{ где } T \text{ – температура смеси газов.}$$

Выполнив преобразования, получим  $T = \frac{\nu_1 T_1 + \nu_2 T_2}{\nu_1 + \nu_2}$ . (1)

Найдем давление смеси газов. Согласно закону Дальтона:  $p = p_1 + p_2$ ,

где  $p_1, p_2$  – парциальные давления газов. Из уравнения Менделеева-Клапейрона получим выражение для парциальных давлений газов:

$$p_1 2V = \nu_1 RT, \quad p_2 2V = \nu_2 RT. \text{ Откуда } p_1 = \frac{\nu_1 RT}{2V}, \quad p_2 = \frac{\nu_2 RT}{2V}.$$

Подадим в формулу для давления смеси газов  $p = (\nu_1 + \nu_2) \frac{RT}{2V}$ .

Выразим температуру смеси:  $T = \frac{2pV}{(\nu_1 + \nu_2)R}$ . Подставим в формулу (1):

$$\frac{2pV}{(\nu_1 + \nu_2)R} = \frac{\nu_1 T_1 + \nu_2 T_2}{\nu_1 + \nu_2}; \quad \frac{2pV}{R} = \nu_1 T_1 + \nu_2 T_2;$$

$$T_2 = \frac{2pV}{\nu_2 R} - \frac{\nu_1 T_1}{\nu_2} = \frac{2pV - \nu_1 RT_1}{\nu_2 R}; \text{ Подставим численные значения}$$

физических величин:  $T_2 = \frac{2 \cdot 5,4 \cdot 10^3 \cdot 1 - 1 \cdot 400 \cdot 8,31}{3 \cdot 8,31} \approx 300 \text{ К}.$

Ответ:  $T_2 = 300 \text{ К}.$

Критерии оценивания 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>первое начало термодинамики, закон Дальтона, уравнение Менделеева-Клапейрона</i>);</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов);</p> <p>III) представлены 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 преобразования, направленные на решение задачи, но имеется один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических</p>	2

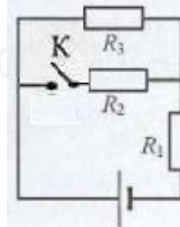
ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 21 1 122



<p>преобразованиях / вычислениях пропущены логически важные шаги.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)</p>	
<p>Представлены записи, соответствующие <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 <b>ОДНА</b> 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 <b>ОДНОЙ</b> 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

28

Определить во сколько раз изменится мощность, выделяемая на третьем резисторе, после размыкания ключа в схеме, изображенной на рисунке.  
 $R_1 = R_2 = R_3 = 1\text{ Ом}, r = 0,5\text{ Ом}.$



**Возможное решение:**

Возможное решение

Запишем закон Ома для полной цепи при замкнутом ключе:

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R_0 + r}, \text{ где } R_0 - \text{ полное сопротивление внешней цепи. Резисторы}$$

$R_2, R_3$  соединены параллельно с друг с другом и последовательно с резистором  $R_1$ . Тогда  $\frac{1}{R_{23}} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \frac{1}{1} + \frac{1}{1} = \frac{2}{1}$ , следовательно,

$$R_{23} = 0,5 \text{ Ом}, R_0 = R_{23} + R_1 = 0,5 + 1 = 1,5 \text{ (Ом)}. I = I_1 = I_2 + I_3;$$

где  $I_1, I_2, I_3$  – силы тока через первый, второй и третий резисторы, соответственно. Так как  $U_2 = U_3$ , а  $R_2 = R_3$ , то, согласно закону Ома

$$\text{для участка цепи } I_3 = \frac{U_3}{R_3}, I_2 = I_3 = \frac{I}{2}. \text{ Мощность, выделяемая на}$$

третьем резисторе до размыкания ключа:

$$P = I_3^2 R_3 = \left(\frac{I}{2}\right)^2 \cdot R_3 = \left(\frac{\mathcal{E}}{2(R_0 + r)}\right)^2 \cdot R_3. \text{ После размыкания ключа,}$$

первый и третий резисторы будут соединены последовательно, и общее сопротивление внешней цепи будет равно:  $R'_0 = R_1 + R_3 = 1 + 1 = 2 \text{ Ом}.$



<p>Сила тока в цепи после размыкания ключа: <math>I = \frac{\mathcal{E}}{R_0 + r}</math>, тогда мощность, выделявшаяся на третьем резисторе <math>P' = \left(\frac{\mathcal{E}}{R_0 + r}\right)^2 \cdot R_3</math>. Тогда:</p> $\frac{P'}{P} = \frac{\left(\frac{\mathcal{E}}{R_0 + r}\right)^2 \cdot R_3}{\left(\frac{\mathcal{E}}{2(R_0 + r)}\right)^2 \cdot R_3} = \left(\frac{2(R_0 + r)}{R_0 + r}\right)^2 = \left(\frac{2(1,5 + 0,5)}{2 + 0,5}\right)^2 = \left(\frac{4}{2,5}\right)^2;$ $\frac{P'}{P} = 2,56.$ <p>Ответ: <math>\frac{P'}{P} = 2,56</math></p>	
Критерии оценивания 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, формулы для последовательного и параллельного соединения проводников, закон Ома для участка цепи, формула для определения мощности, выделяющейся на резисторе);</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов);</p> <p>III) представлены 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 преобразования, направленные на решение задачи, но имеется один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях / вычислениях пропущены логически важные шаги.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)</p>	2
<p>Представлены записи, соответствующие <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> <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>	3
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p>	0





Максимальный балл	3
-------------------	---

29

На поверхность водяной капли объемом  $V = 1 \text{ мм}^3$  каждую секунду падает  $N=10^{16}$  фотонов с длиной волны  $\lambda = 500 \text{ нм}$ . Все фотоны поглощаются водой. За какое время капля нагреется на  $\Delta T = 47 \text{ К}$ ?

**Возможное решение:**

По условию задачи вся энергия фотонов идет на нагревание воды. Составим уравнение теплового баланса:  $Q = E$ , где  $E$  – энергия всех фотонов,  $Q$  – количество теплоты, необходимое для нагревания воды.

$Q = Cm\Delta T$ , где  $m$  – масса капли,  $C$  – удельная теплоемкость воды. Так

как  $m = \rho V$ , где  $\rho = 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$  – плотность воды, то  $Q = C \cdot \rho \cdot V \cdot \Delta T$ .

Энергия одного фотона равна  $E_1 = \frac{hc}{\lambda}$ , тогда энергия  $N$  фотонов,

падающих за 1 с:  $E_n = N \cdot \frac{hc}{\lambda}$ , за время  $t$  выделится энергия

$$E = \frac{N \cdot h \cdot c}{\lambda} \cdot t.$$

Запишем уравнение теплового баланса с учетом полученных выражений:

$$\frac{N \cdot h \cdot c \cdot t}{\lambda} = C \cdot \rho \cdot V \cdot \Delta T, \text{ откуда } t = \frac{C \cdot \rho \cdot V \cdot \Delta T \cdot \lambda}{N \cdot h \cdot c}.$$

Подставим численные значения:

$$t = \frac{4,2 \cdot 10^3 \cdot 10^3 \cdot 10^{-9} \cdot 47 \cdot 5 \cdot 10^{-7}}{10^{16} \cdot 6,6 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8} = 49,8(c) \approx 50(c).$$

Ответ:  $t \approx 50 \text{ с}$ .

Критерии оценивания 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: формула для определения количества теплоты для	3

<p>нагревания жидкости, закон сохранения энергии, формула плотности, формула для определения энергии фотонов);</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов);</p> <p>III) представлены 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>	
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены преобразования, направленные на решение задачи, но имеется один или несколько из следующих недостатков. 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 (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях / вычислениях пропущены логически важные шаги.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>Отсутствует пункт V, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)</p>	2
<p>Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев.</p> <p>Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо и достаточно для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи.</p>	





<p>ИЛИ</p> <p>В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p> <p>ИЛИ</p> <p>В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи</p> <p>ИЛИ</p> <p>Сделаны только правильные рисунки, на которых построены изображения двух источников с указанием хода лучей в линзе</p>	
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p>	0
<p>Максимальный балл</p>	3

30

На гладкой горизонтальной плоскости находится длинная доска массой  $M = 2$  кг. По доске скользит шайба массой  $m = 0,5$  кг. Коэффициент трения между шайбой и доской  $\mu = 0,2$ . В начальный момент времени скорость шайбы  $v_0$ , а доска покоится. В момент  $\tau = 0,8$  с шайба перестает скользить по доске. Определите скорость шайбы в начальный момент.



**Возможное решение:**

**Обоснование:**  
 Будем считать систему отсчета, связанную с доской инерциальной. Шайба движется поступательно, поэтому можем считать ее материальной точкой. В инерциальных системах отсчета движения материальных точек описываются вторым законом Ньютона.

Рассмотрим силы, действующие на шайбу: сила реакции опоры  $\vec{N}$ , сила тяжести  $m\vec{g}$  и сила трения  $\vec{F}_{тр}$  со стороны доски. Точно такая же по модулю (согласно третьему закону Ньютона), но противоположная по направлению  $\vec{F}'_{тр}$  действует на доску со стороны шайбы, при этом шайбу она тормозит, а доску разгоняет из состояния покоя. Внешние силы, действующие на систему тел «шайба-доска», направлены по вертикали и в сумме равны нулю. Импульс системы тел «шайба-доска» сохраняется.

Закон сохранения импульса:  $mv_0 = (M + m)v$ , где  $v$  – конечная скорость шайбы и доски, после того как шайба перестала скользить по доске,  $v_0$  – начальная скорость шайбы. Тогда  $v_0 = \frac{(M + m)v}{m}$ .

Запишем второй закон Ньютона для доски в проекции на ось  $Ox$ :  $F'_{тр} = Ma$ , так как по модулю  $F'_{тр} = F_{тр}$ , а  $F_{тр} = \mu N = \mu mg$ , то  $Ma = \mu mg$ , откуда можно получить  $a = \frac{\mu mg}{M}$ . Под действием силы трения доска разгоняется до скорости  $v$  за время  $\tau$ . Тогда  $v = v'_0 + a\tau = a\tau = \frac{\mu mg\tau}{M}$  (так как начальная скорость доски  $v'_0 = 0$ ).

Подставим полученное выражение в уравнение для начальной скорости шайбы:  $v_0 = \frac{(M + m) \cdot \mu mg\tau}{Mm} = \frac{(M + m) \cdot \mu g\tau}{M}$ . Подставим численные значения физических величин:  $v_0 = \frac{(2 + 0,5) \cdot 0,2 \cdot 10 \cdot 0,8}{2} = 2(м/с)$ .

Ответ: 2 м/с.

<b>Баллы</b>
--------------

ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 21 1122



<b>Критерий 1</b>	
Верно обоснована возможность использования законов (закономерностей)	1
В обосновании возможности использования законов (закономерностей) допущена ошибка. ИЛИ Обоснование отсутствует	0
<b>Критерий 2</b>	
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>третий и второй законы Ньютона, закон сохранения импульса, формула для определения силы трения, формула для определения скорости при равноускоренном движении</i> ); II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов); III) представлены 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 преобразования, направленные на решение задачи, но имеется один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют. И (ИЛИ) В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения и не зачёркнуты. И (ИЛИ)	2

В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях / вычислениях пропущены логически важные шаги. И (ИЛИ) Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)	
Представлены записи, соответствующие <b>одному</b> из следующих случаев. 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. 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	
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0
<i>Максимальный балл</i>	4

В соответствии с Порядком проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам среднего общего образования (приказ Минпросвещения России и Росособнадзора 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».

1. Существенным считается расхождение в 2 или более балла, выставленных экспертами за выполнение любого из заданий 24–30. Третий эксперт проверяет только те ответы на задания, которые вызвали столь существенное расхождение.

2. Расхождение в результатах оценивания двумя экспертами ответа на одно из заданий 24–30 заключается в том, что один эксперт указал на отсутствие ответа на задание, а другой выставил за выполнение этого задания ненулевой балл. В этом случае третий эксперт проверяет только ответы на задания, которые были оценены со столь существенным расхождением.

ЕГЭ 100 БАЛЛОВ  
ВСЕРОССИЙСКИЙ ШКОЛЬНЫЙ ПРОЕКТ  
VK.COM/EGE100BALLOV



vk.com/ege100ballov

