



**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
1 астрономическая единица	1 а.е. = 150000000 км
1 световой год	1 св. год = 9,46·10 <sup>15</sup> м
1 парсек	1 пк = 3,26 св. года

**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.

**Астрономические величины**

средний радиус Земли	R <sub>З</sub> = 6370 км
радиус Солнца	R <sub>С</sub> = 6,96 · 10 <sup>8</sup> м
температура поверхности Солнца	T = 6000 К

**Плотность**

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

**Удельная теплоёмкость**

воды	4,2·10 <sup>3</sup> Дж/(кг·К)	алюминия	900 Дж/(кг·К)
льда	2,1·10 <sup>3</sup> Дж/(кг·К)	меди	380 Дж/(кг·К)
железа	460 Дж/(кг·К)	чугуна	800 Дж/(кг·К)
свинца	130 Дж/(кг·К)		

**Удельная теплота**

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

**Нормальные условия:** давление – 10<sup>5</sup> Па, температура – 0 °С

**Молярная масса**

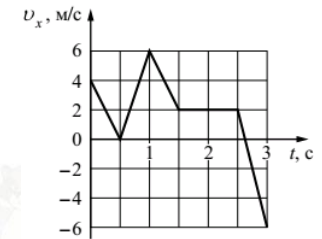
азота	28 · 10 <sup>-3</sup> кг/моль	гелия	4 · 10 <sup>-3</sup> кг/моль
аргона	40 · 10 <sup>-3</sup> кг/моль	кислорода	32 · 10 <sup>-3</sup> кг/моль
водорода	2 · 10 <sup>-3</sup> кг/моль	лития	6 · 10 <sup>-3</sup> кг/моль
воздуха	29 · 10 <sup>-3</sup> кг/моль	неона	20 · 10 <sup>-3</sup> кг/моль
воды	18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

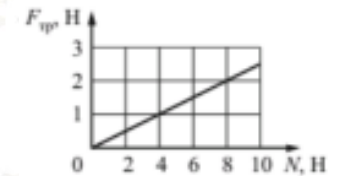
На рисунке показан график зависимости от времени для проекции  $v_x$  скорости тела. Какова проекция  $a_x$  ускорения этого тела в интервале времени от 1 до 1,5 с?



Ответ: \_\_\_\_\_ м/с<sup>2</sup>.

2

На рисунке приведён график зависимости модуля силы трения скольжения от модуля силы нормального давления. Чему равен коэффициент трения?



Ответ: \_\_\_\_\_.

3

Скорость груза массой 0,4 кг равна 3 м/с. В результате внешнего воздействия скорость груза увеличивается вдвое. Насколько при этом изменится кинетическая энергия груза?

Ответ: на \_\_\_\_\_ Дж.

4

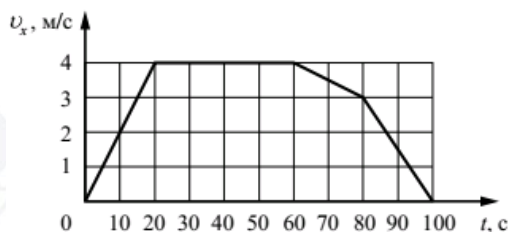
Смещение груза горизонтального пружинного маятника от положения равновесия меняется с течением времени по закону  $x = A \cos\left(\frac{2\pi}{T} t\right)$ , где период  $T = 1$  с. Через какое минимальное время начиная с момента  $t = 0$  потенциальная энергия маятника вернётся к своему исходному значению?

Ответ: \_\_\_\_\_ с.



5

В инерциальной системе отсчёта вдоль оси  $Ox$  движется тело массой 20 кг. На рисунке приведён график зависимости проекции скорости  $v_x$  этого тела от времени  $t$ .



Из приведённого ниже списка выберите два правильных утверждения.

- 1) В промежутке времени от 0 до 20 с импульс тела увеличился на 80 кг·м/с.
- 2) В промежутке времени от 60 до 100 с тело переместилось на 40 м.
- 3) В момент времени 10 с модуль равнодействующей сил, действующих на тело, равен 4 Н.
- 4) Модуль ускорения тела в промежутке времени от 60 до 80 с в 9 раз меньше модуля ускорения тела в промежутке времени от 80 до 100 с.
- 5) Кинетическая энергия тела в промежутке времени от 80 до 100 с уменьшилась в 9 раз.

Ответ:

--	--

6

На поверхности воды плавает деревянный шарик, не касаясь дна и стенок сосуда. Сверху доливают керосин так, что он не смешивается с водой, а шарик уже не касается воды. Как при этом изменятся сила Архимеда, действующая на шарик, и объём части шарика, находящейся над поверхностью жидкости.

Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

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

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

Сила Архимеда, действующая на шарик	Объём части шарика над жидкостью

7

Материальная точка движется по окружности радиусом  $R$  с постоянной линейной скоростью  $v$ . Установите соответствие между физическими величинами, характеризующими движение точки, 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.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА	ФОРМУЛЫ
А) частота обращения	1) $\frac{2\pi R}{v}$
Б) угловая скорость движения	2) $\frac{v}{2\pi R}$
	3) $\frac{v}{R}$
	4) $\frac{v^2}{R}$

Ответ:

А	Б

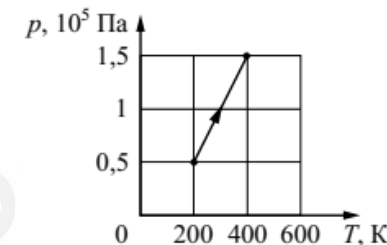
8

При температуре  $T_0$  и давлении 40 кПа 2 моль идеального газа занимают объём  $V_0$ . Каково давление 1 моль этого газа в объёме  $V_0$  при температуре  $2T_0$ ?

Ответ: \_\_\_\_\_ кПа.

9

На рисунке показан график зависимости давления одноатомного идеального газа от температуры при постоянной массе газа. Во сколько раз увеличилась внутренняя энергия газа в этом процессе?



Ответ: в \_\_\_\_\_ раз(-а).



**10** Тепловая машина с КПД, равным 30%, за цикл отдаёт холодильнику 21 кДж теплоты. Какую работу за цикл совершает рабочее тело этой машины?

Ответ: \_\_\_\_\_ кДж.

**11** Во вторник и в среду температура воздуха была одинаковой. Парциальное давление водяного пара в атмосфере во вторник было меньше, чем в среду. Из приведённого ниже списка выберите **два** правильных утверждения по поводу этой ситуации.

- 1) Относительная влажность воздуха во вторник была меньше, чем в среду.
- 2) Масса водяных паров, содержащихся в 1 м<sup>3</sup> воздуха, во вторник была больше, чем в среду.
- 3) Плотность водяных паров, содержащихся в воздухе, во вторник и в среду была одинаковой.
- 4) Давление насыщенных водяных паров во вторник было больше, чем в среду.
- 5) Концентрация молекул водяного пара в воздухе во вторник была меньше, чем в среду.

Ответ: 

--	--

**12** На рисунках А и Б приведены графики двух процессов: 1–2 и 3–4, в каждом из которых участвует 1 моль гелия. Графики построены в координатах  $V-T$  и  $p-V$ , где  $p$  – давление,  $V$  – объём и  $T$  – абсолютная температура газа.

Установите соответствие между графиками и утверждениями, характеризующими изображённые на графиках процессы.

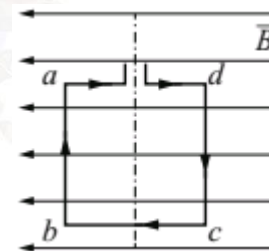
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры.

ГРАФИКИ	УТВЕРЖДЕНИЯ
<p>А) </p> <p>Б) </p>	<p>1) Газ получает положительное количество теплоты, при этом его внутренняя энергия увеличивается.</p> <p>2) Газ получает положительное количество теплоты, при этом его внутренняя энергия не изменяется.</p> <p>3) Над газом совершают положительную работу, при этом его внутренняя энергия уменьшается.</p> <p>4) Над газом совершают положительную работу, при этом он получает положительное количество теплоты.</p>

Ответ: 

А	Б

**13** Квадратная рамка расположена в однородном магнитном поле в плоскости линий магнитной индукции так, как показано на рисунке. Направление тока в рамке показано стрелками.



Куда направлена относительно рисунка (*вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*) сила Ампера, действующая на сторону  $cd$  рамки со стороны магнитного поля?  
 Ответ запишите словом (словами).

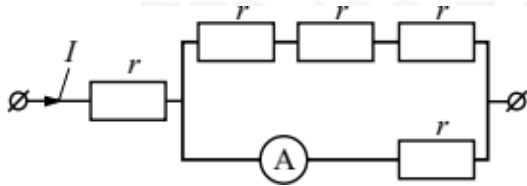
Ответ: \_\_\_\_\_.

vk.com/ege100ballov





- 14 По участку цепи течёт постоянный ток  $I = 6$  А. Какую силу тока показывает амперметр, если сопротивление  $r = 1$  Ом? Сопротивлением амперметра пренебречь.

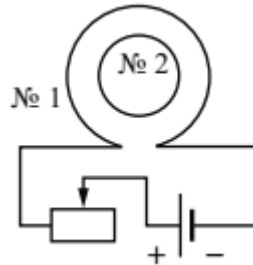


Ответ: \_\_\_\_\_ А.

- 15 Луч света падает на плоское зеркало. Угол между падающим лучом и зеркалом равен  $40^\circ$ . Каков угол между падающим и отражённым лучами?

Ответ: \_\_\_\_\_ градусов.

- 16 Катушка № 1 включена в электрическую цепь, состоящую из источника напряжения и реостата. Катушка № 2 помещена внутрь катушки № 1 и замкнута (см. рисунок).



Из приведённого ниже списка выберите **два** правильных утверждения, характеризующих процессы в цепи и катушках при перемещении ползунка реостата **в п р а в о**.

- 1) Магнитный поток, пронизывающий катушку № 2, увеличивается.
- 2) Вектор индукции магнитного поля, созданного катушкой № 2, в центре этой катушки направлен от наблюдателя.
- 3) Вектор индукции магнитного поля, созданного катушкой № 1, всюду увеличивается.
- 4) В катушке № 2 индукционный ток направлен по часовой стрелке.
- 5) Сила тока в катушке № 1 увеличивается.

Ответ:

- 17 Протон в однородном магнитном поле между полюсами магнита под действием силы Лоренца движется по окружности радиусом  $R$ . Как изменятся по сравнению с протоном модуль силы Лоренца и период обращения  $\alpha$ -частицы, если она будет двигаться в этом же поле по окружности такого же радиуса, что и протон?

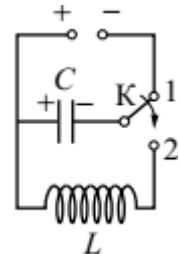
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Модуль силы Лоренца	Период обращения частицы

- 18 Конденсатор колебательного контура длительное время подключён к источнику постоянного напряжения. В момент  $t = 0$  переключатель  $K$  переводят из положения 1 в положение 2. На графиках А и Б представлены изменения физических величин, характеризующих колебания в контуре после этого, где  $T$  – период электромагнитных колебаний.



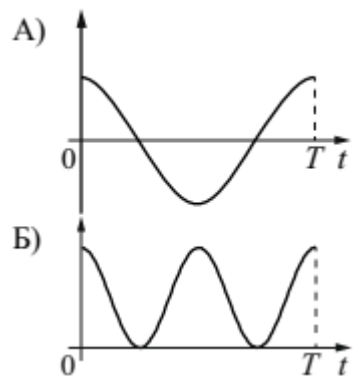
Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

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



**ГРАФИКИ**

**ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ**



- 1) заряд правой обкладки конденсатора
- 2) заряд левой обкладки конденсатора
- 3) энергия электрического поля конденсатора
- 4) модуль напряжения на конденсаторе

Ответ:

А	Б

19 Ядро бора может захватить нейтрон, в результате чего происходит ядерная реакция  ${}_0^1n + {}_5^{10}\text{B} \rightarrow {}_Z^A\text{X} + {}_2^4\text{He}$ . Каковы заряд образовавшегося ядра Z (в единицах элементарного заряда) и его массовое число A?

Заряд ядра Z	Массовое число ядра A

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

20 Два источника излучают свет с частотами  $\nu_1$  и  $\nu_2$ . Найдите отношение,

$$\frac{P_1}{P_2} = 2$$

если отношение импульсов фотонов этих излучений

Ответ: \_\_\_\_\_.

21

Большое число  $N$  радиоактивных ядер распадается, образуя стабильные дочерние ядра. Период полураспада равен 18 ч. Какое количество исходных ядер останется через 36 ч, а дочерних появится за 54 ч после начала наблюдений?

Установите соответствие между величинами и их значениями. К каждой позиции из первого столбца подберите соответствующую позицию из второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

**ВЕЛИЧИНЫ**

**ИХ ЗНАЧЕНИЯ**

- |  |           |
|--|-----------|
| А) Количество исходных ядер через 36 ч | 1) 0,125N |
| Б) Количество дочерних ядер через 54 ч | 2) 0,25N  |
|  | 3) 0,75N  |
|  | 4) 0,875N |

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

Ответ:

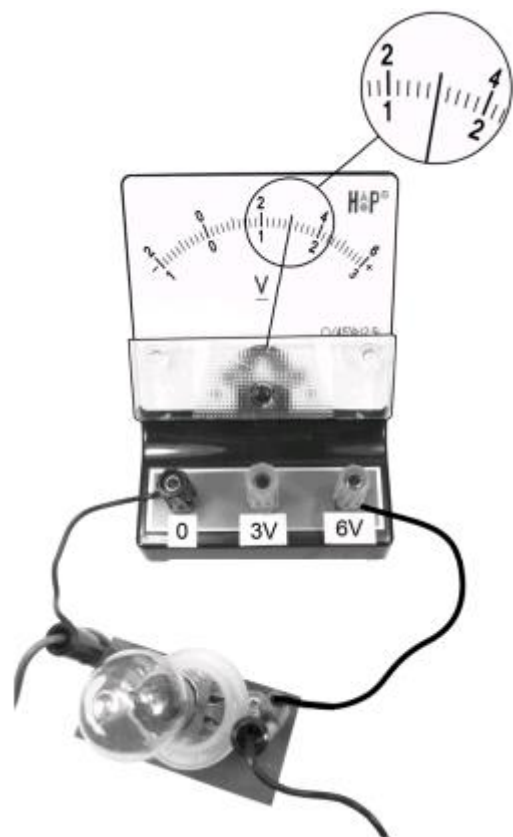
А	Б

vk.com/ege100ballov

ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 210503



- 22 Определите напряжение на лампочке (см. рисунок), если погрешность прямого измерения напряжения равна половине цены деления вольтметра.



Ответ: ( \_\_\_\_\_ ± \_\_\_\_\_ ) В.

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

- 23 С помощью дифракционной решётки получают картину на экране. В серии опытов меняют период решётки  $d$ , длину волны  $\lambda$  падающего монохроматического света и расстояние  $L$  от решётки до экрана. Выберите номера двух опытов, с помощью которых можно установить зависимость расстояния между первыми максимумами дифракционной картины от длины волны света.

Номер опыта	$d$ , мкм	$\lambda$ , нм	$L$ , м
1	1	600	0,5
2	1,5	600	0,5
3	2	700	1
4	1,5	800	1
5	2	800	1

Запишите в таблицу номера выбранных опытов.

Ответ:

--	--



24

Рассмотрите таблицу, содержащую сведения о ярких звездах.

Наименование звезды	Температура поверхности, К	Масса (в массах Солнца)	Радиус (в радиусах Солнца)	Плотность по отношению к плотности воды
Альдебаран	3600	5,0	45	$7,7 \cdot 10^{-5}$
$\epsilon$ Возничего В	11 000	10,2	3,5	0,33
Капелла	5200	3,3	23	$4 \cdot 10^{-4}$
Ригель	11 200	40	138	$2 \cdot 10^{-5}$
Сириус А	9250	2,1	2,0	0,36
Сириус В	8200	1	$2 \cdot 10^{-2}$	$1,75 \cdot 10^6$
Солнце	6000	1,0	1,0	1,4
$\alpha$ Центавра А	5730	1,02	1,2	0,80

Выберите **все** утверждения, которые соответствуют характеристикам звезд, и укажите их номера.

- 1) Звезда Сириус А относится к звёздам главной последовательности на диаграмме Герцшпрунга – Рассела.
- 2) Звезда Ригель относится к сверхгигантам.
- 3) Наше Солнце имеет максимальную массу для звёзд главной последовательности на диаграмме Герцшпрунга – Рассела.
- 4) Звезда Сириус В относится к белым звёздам спектрального класса А.
- 5) Звезда  $\alpha$  Центавра А относится к жёлтым карликам.

Ответ: \_\_\_\_\_.

## Часть 2

*Ответом к заданиям 25 и 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

В калориметр с водой бросают кусочки тающего льда. В некоторый момент кусочки льда перестают таять. Первоначальная масса воды в калориметре 330 г. Насколько увеличилась масса воды в калориметре, если её первоначальная температура 20 °С? Тепловыми потерями пренебречь.

Ответ: \_\_\_\_\_ г.

26

Два точечных заряда  $q_1 = 0,2$  мкКл и  $q_2 = -2q_1$  расположены в вакууме на расстоянии 4 м друг от друга. Чему равен потенциал их электрического поля в точке на прямой, соединяющей заряды, посередине между ними?

Ответ: \_\_\_\_\_ В.

*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*

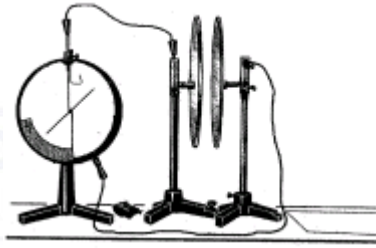
*Для записи ответов на задания 27–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.*

vk.com/ege100ballov



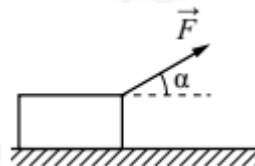


- 27 Две плоские пластины конденсатора, закреплённые на изолирующих штативах, расположили на небольшом расстоянии друг от друга и соединили одну пластину с заземлённым корпусом, а другую – со стержнем электрометра (см. рисунок). Затем пластину, соединённую со стержнем электрометра, зарядили. Объясните, опираясь на известные Вам законы, как изменяются показания электрометра при сближении пластин. Отклонение стрелки электрометра пропорционально разности потенциалов между пластинами. Ёмкость электрометра пренебрежимо мала.



*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.*

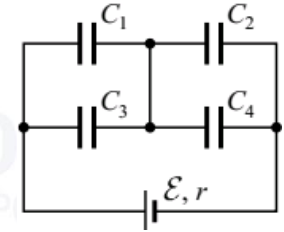
- 28 Брусок массой 1,0 кг движется по горизонтальной плоскости прямолинейно с постоянным ускорением 1 м/с<sup>2</sup> под действием силы  $F$ , направленной вверх под углом  $\alpha = 30^\circ$  к горизонту. Какова величина этой силы, если коэффициент трения бруска о плоскость равен 0,2?



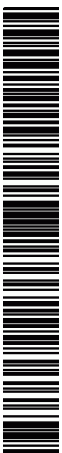
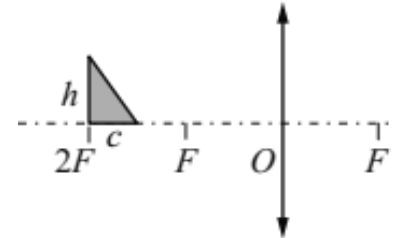
- 29 Пушка, закреплённая на вершине холма высотой 5 м, стреляет в горизонтальном направлении снарядами массы 10 кг. Вследствие отдачи ее ствол, сжимает на 1 м пружину жесткости 6 кН/м, производящую перезарядку пушки. Считая, что 1/6 энергии отдачи идет на сжатие пружины, найдите массу ствола, если дальность полёта снаряда составила 600 м. Сопротивлением движению пренебречь.

- 30 Сосуд объёмом 10 л содержит смесь водорода и гелия общей массой 2 г при температуре 27 °С и давлении 200 кПа. Каково отношение массы водорода к массе гелия?

- 31 Батарея из четырёх конденсаторов электроёмкостью  $C_1 = 3C$ ,  $C_2 = 2C$ ,  $C_3 = 5C$  и  $C_4 = 2C$  подключена к источнику постоянного тока с ЭДС  $\mathcal{E}$  и внутренним сопротивлением  $r$  (см. рисунок). Определите энергию конденсатора  $C_2$ .



- 32 Прямоугольный треугольник с катетами  $c = 2$  см и  $h = 3$  см расположен перед собирающей линзой с фокусным расстоянием  $F = 10$  см, как показано на рисунке. Чему равна площадь даваемого линзой изображения этого треугольника? Сделайте рисунок с указанием хода лучей.



СОСТАВИТЕЛЬ ВАРИАНТА:	
<b>ФИО:</b>	Кузьмин Михаил Юрьевич
<b>Предмет:</b>	Физика
<b>Стаж:</b>	15 лет стажа групповых заочных занятий, 7 лет - групповых очных занятий, 13 лет - индивидуальных занятий.
<b>Регалии:</b>	Сдал физику в 2017 году на 96 баллов, в том же году подготовил единственного пока своего 100-балльника по физике, средний балл по всем ученикам за последние 5 лет - порядка 65 баллов.
<b>Аккаунт ВК:</b>	<a href="https://vk.com/mukuzmin1986">https://vk.com/mukuzmin1986</a>
<b>Сайт и доп. информация:</b>	<a href="https://unium.ru/">https://unium.ru/</a>

#### 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\\_41259310](https://vk.com/topic-10175642_41259310)

(также доступны другие варианты для скачивания)

ЕГЭ 100 БАЛЛОВ  
ВСЕРОССИЙСКИЙ ШКОЛЬНЫЙ ПРОЕКТ  
[VK.COM/EGE100BALLOV](https://vk.com/ege100ballov)



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



**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.

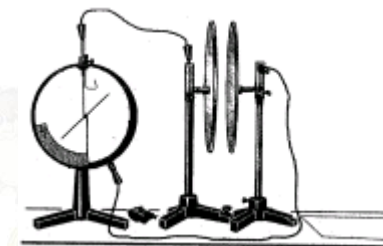
№	Ответ	№	Ответ	№	Ответ
1	–8	10	9	19	37
2	0,25	11	15 или 51	20	2
3	5,4	12	32	21	24
4	0,5	13	От наблюдателя	22	3,00,1
5	13 или 31	14	4,5	23	35 или 53
6	32	15	100	24	124 или 142 или 214 или 241 или 412 или 421
7	23	16	24 или 42	25	84
8	40	17	31	26	–900
9	2	18	23		

**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 28 и от 0 до 3 баллов за задания 27 и 29–32.

27

Две плоские пластины конденсатора, закреплённые на изолирующих штативах, расположили на небольшом расстоянии друг от друга и соединили одну пластину с заземлённым корпусом, а другую – со стержнем электрометра (см. рисунок). Затем пластину, соединённую со стержнем электрометра, зарядили. Объясните, опираясь на известные Вам законы, как изменяются показания электрометра при сближении пластин. Отклонение стрелки электрометра пропорционально разности потенциалов между пластинами. Ёмкость электрометра пренебрежимо мала.



**Возможное решение задачи 27**

- 1) Заряд  $q$ , сообщённый пластине, соединённой со стержнем электрометра, распределяется так, что их потенциалы оказываются одинаковыми. При этом практически весь заряд  $q$  оказывается на пластине.
- 2) На заземлённом корпусе электрометра и второй пластине возникают индуцированные заряды противоположного знака, при этом заряд пластины равен  $q$  по модулю.
- 3) Разность потенциалов между пластинами  $U = \frac{q}{C}$ .
- 4) Ёмкость плоского воздушного конденсатора прямо пропорциональна площади обкладок и обратно пропорциональна расстоянию  $d$  между пластинами. Следовательно, уменьшение расстояния между пластинами приведёт к увеличению ёмкости.
- 5) Суммарный заряд стержня электрометра и соединённой с ним пластины не изменяется, так как эта система тел электроизолирована.

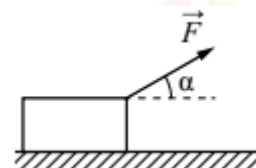


Разность потенциалов между пластинами после сближения уменьшится, что приведёт к уменьшению угла отклонения стрелки электромметра.	
Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае <i>п.п. 1 – 2</i> ) и исчерпывающие верные рассуждения с прямым указанием наблюдаемых явлений и законов (в данном случае: <i>электризация индукцией, зависимость напряжения от ёмкости, зависимость ёмкости конденсатора от его размеров, закон сохранения заряда</i> ).	3
<p>Дан правильный ответ, и приведено объяснение, но в решении имеются один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>В объяснении не указано или не используется одно из физических явлений, свойств, определений или один из законов (формул), необходимых для полного верного объяснения. (Утверждение, лежащее в основе объяснения, не подкреплено соответствующим законом, свойством, явлением, определением и т.п.)</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но в них содержится один логический недочёт.</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 (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.).</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеется неточность в указании на одно из физических явлений, свойств, определений, законов (формул), необходимых для полного верного объяснения.</p>	2
Представлено решение, соответствующее <b>одному</b> из следующих случаев. Дан правильный ответ на вопрос задания, и приведено	1

<p>объяснение, но в нём не указаны два явления или физических закона, необходимых для полного верного объяснения.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, направленные на получение ответа на вопрос задания, не доведены до конца.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, приводящие к <u>ответу</u>, содержат ошибки.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>Указаны не все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеются верные рассуждения, направленные на решение задачи.</p>	
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.	0
<i>Максимальный балл</i>	3

28

Брусок массой 1,0 кг движется по горизонтальной плоскости прямолинейно с постоянным ускорением  $1 \text{ м/с}^2$  под действием силы  $F$ , направленной вверх под углом  $\alpha = 30^\circ$  к горизонту. Какова величина этой силы, если коэффициент трения бруска о плоскость равен 0,2?



ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 210503





<b>Возможное решение задачи 28</b>	
<p>Кроме силы <math>F</math> на брусок массой <math>m</math> действуют сила тяжести <math>mg</math>, сила нормальной реакции <math>N</math> и сила трения <math>F_{mp}</math>. В результате этих сил у бруска возникает ускорение <math>a</math>, направленное горизонтально вправо.</p> <p>Направим ось <math>Ox</math> горизонтально вправо, а ось <math>Oy</math> вертикально вверх. Запишем второй закон Ньютона для бруска в проекциях на эти оси.</p> <p><math>Ox</math>: <math>F \cos \alpha - F_{mp} = ma</math></p> <p><math>Oy</math>: <math>F \sin \alpha + N - mg = 0</math>, откуда <math>N = mg - F \sin \alpha</math></p> <p>По закону Кулона – Амонтона <math>F_{mp} = \mu N = \mu(mg - F \sin \alpha)</math>, где <math>\mu</math> – коэффициент трения бруска о плоскость. Подставим это в первое уравнение: <math>F \cos \alpha - \mu mg + \mu F \sin \alpha = ma</math>.</p> <p>Отсюда <math>F = \frac{m(a + \mu g)}{\cos \alpha + \mu \sin \alpha} \approx 3,1 \text{ (Н)}</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: <i>второй закон Ньютона, закон Кулона – Амонтона</i>);</p> <p>II) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>III) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины.</p>	2
<p>Представлены записи, соответствующие <b>одному</b> 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>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но допущена ошибка в ответе или в математических преобразованиях или вычислениях.</p>	
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1 или 2 балла.</p>	0
<p><i>Максимальный балл</i></p>	2

**29** Пушка, закрепленная на вершине холма высотой 5 м, стреляет в горизонтальном направлении снарядами массы 10 кг. Вследствие отдачи ее ствол, сжимает на 1 м пружину жесткости 6 кН/м, производящую перезарядку пушки. Считая, что 1/6 энергии отдачи идет на сжатие пружины, найдите массу ствола, если дальность полёта снаряда составила 600 м. Сопротивлением движению пренебречь.

<b>Возможное решение задачи 29</b>
<p>Перед выстрелом система «пушка + снаряд» покоилась, обладая нулевым импульсом. Сразу после выстрела ствол пушки массой <math>M</math> приобрела скорость <math>u</math>, а снаряд массой <math>m</math> – скорость <math>v</math>. Импульсы их после выстрела направлены горизонтально и противоположно друг другу. По закону сохранения импульса <math>0 = Mu - mv</math>, откуда <math>u = \frac{mv}{M}</math>.</p> <p>Далее снаряд полетит по параболе.</p>



<p>По вертикали это будет свободное падение без начальной скорости с высоты <math>h</math> за время <math>t</math>, поэтому <math>h = \frac{g}{2} t^2</math>, откуда <math>t = \sqrt{\frac{2h}{g}}</math>. По горизонтали снаряд движется равномерно со скоростью <math>v</math>, значит, дальность его полёта <math>L = vt = v \sqrt{\frac{2h}{g}}</math>. Отсюда <math>v = L \sqrt{\frac{g}{2h}} = 600</math> (м/с).</p> <p>После выстрела энергия отдачи состоит из кинетической энергии ствола пушки <math>\frac{Mu^2}{2}</math>, шестая часть которой переходит в потенциальную энергию упруго сжатой на <math>x</math> пружины жёсткостью <math>k</math>. Следовательно, <math>\frac{Mu^2}{2} = \frac{6kx^2}{2}</math>. Подставим в это равенство выражение для <math>u</math>, полученное выше. Имеем: <math>\frac{(mv)^2}{M} = 6kx^2</math>. Тогда <math>M = \frac{(mv)^2}{6kx^2} = 1000</math> (кг).</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: <i>закон сохранения импульса, законы баллистического движения, выражения для кинетической и потенциальной энергии</i>);</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (<i>за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений величин, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов</i>);</p> <p>III) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу</p>	3

<p>(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 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 (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.).</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)</p>	2
<p>Представлены записи, соответствующие <b>одному</b> 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>	1



<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>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.</p>	0
<p>Максимальный балл</p>	3

**30** Сосуд объёмом 10 л содержит смесь водорода и гелия общей массой 2 г при температуре 27 °С и давлении 200 кПа. Каково отношение массы водорода к массе гелия?

<b>Возможное решение задачи 30</b>	
<p>Запишем уравнение Клапейрона – Менделеева для смеси газов массой <math>m</math> со средней молярной массой <math>\mu</math>, находящихся в сосуде объёмом <math>V</math> под давлением <math>p</math> и при температуре <math>T</math>: <math>pV = \frac{m}{\mu}RT</math>. Отсюда</p> $\mu = \frac{mRT}{pV} = 2,493 \cdot 10^{-3} \text{ (кг/моль).}$ <p>Пусть масса гелия равна <math>m_{\text{г}}</math>, а его молярная масса <math>\mu_{\text{г}}</math>, тогда количество моль гелия составляет <math>\frac{m_{\text{г}}}{\mu_{\text{г}}}</math>. Если обозначить искомое отношение массы</p>	

<p>водорода к массе гелия за <math>\alpha</math>, то количество моль водорода с молярной массой <math>\mu_{\text{в}}</math> равно <math>\frac{\alpha m_{\text{г}}}{\mu_{\text{в}}}</math>.</p> <p>Следовательно, средняя молярная масса смеси</p> $\mu = \frac{m_{\text{г}} + \alpha m_{\text{г}}}{\frac{m_{\text{г}}}{\mu_{\text{г}}} + \frac{\alpha m_{\text{г}}}{\mu_{\text{в}}}} = \frac{\mu_{\text{г}}\mu_{\text{в}} + \alpha\mu_{\text{г}}\mu_{\text{в}}}{\mu_{\text{г}} + \alpha\mu_{\text{г}}}.$ <p>Отсюда <math>\alpha = \frac{\mu_{\text{в}}(\mu_{\text{г}} - \mu)}{\mu_{\text{г}}(\mu - \mu_{\text{в}})} \approx 1,5</math>.</p>	
Критерии оценивания выполнения задания	
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: уравнение Менделеева – Клапейрона, определение средней молярной массы смеси);</p> <p>II) 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>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.</p>	3
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены</p>	2

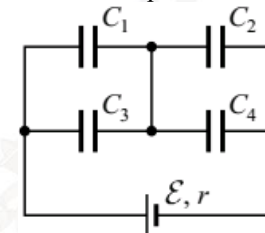


<p>необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.).</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)</p>	
<p>Представлены записи, соответствующие <b>одному</b> 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 <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>	1

<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>	

**31**

Батарея из четырёх конденсаторов ёмкостью  $C_1 = 3C$ ,  $C_2 = 2C$ ,  $C_3 = 5C$  и  $C_4 = 2C$  подключена к источнику постоянного тока с ЭДС  $\mathcal{E}$  и внутренним сопротивлением  $r$  (см. рисунок). Определите энергию конденсатора  $C_2$ .



<p><b>Возможное решение задачи 31</b></p> <p>Внешняя часть цепи представляет из себя два последовательно соединённых участка, каждый из которых представляет собой два параллельно соединённых конденсатора. То есть напряжение на конденсаторах 1 и 3 одинаково и равно <math>U_1</math>, а напряжение на конденсаторах 2 и 4 равно <math>U_2</math>. А раз эти два участка соединены последовательно и тока в цепи нет, то общее напряжение в цепи <math>\mathcal{E} = U_1 + U_2</math>.</p> <p>Поскольку участки 13 и 24 соединены последовательно, то общие заряды конденсаторов на них равны: <math>Q_{13} = Q_{24}</math>. Заряд <math>Q_{13}</math> складывается из зарядов параллельно соединённых конденсаторов 1 и 3: <math>Q_{13} = Q_1 + Q_3</math>. Аналогично <math>Q_{24} = Q_2 + Q_4</math>.</p>
--





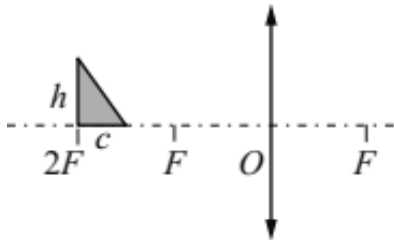
<p>Заряд <math>Q_1 = C_1U_1 = 3CU_1</math>. Аналогично <math>Q_2 = C_2U_2 = 2CU_2</math>, <math>Q_3 = C_3U_1 = 5CU_1</math>, <math>Q_4 = C_4U_2 = 2CU_2</math>. Получаем, что <math>(3C + 5C)U_1 = (2C + 2C)U_2</math>, откуда <math>U_1 = \frac{U_2}{2}</math>. Значит, <math>\mathcal{E} = \frac{3U_2}{2}</math>, откуда <math>U_2 = \frac{2\mathcal{E}}{3}</math>.</p> <p>Энергия конденсатора 2 равна <math>W_2 = \frac{C_2U_2^2}{2} = \frac{4C\mathcal{E}^2}{9}</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: <i>соотношения при последовательном и параллельном соединении конденсаторов, определение ёмкости конденсатора, выражение для энергии конденсатора</i>);</p> <p>II) 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>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.</p>	3
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p>	2

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

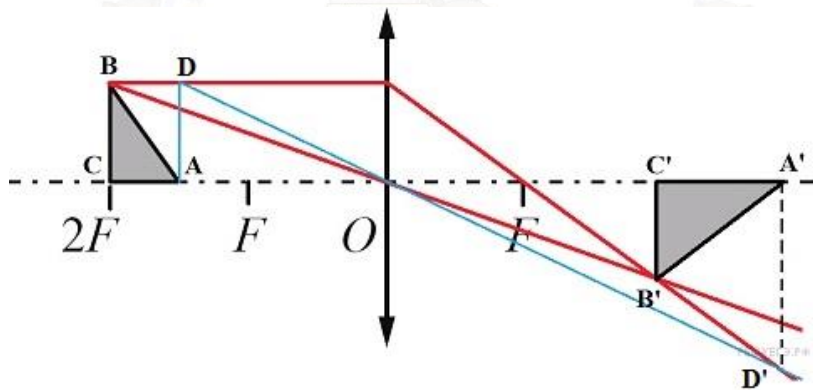


Максимальный балл	3
-------------------	---

- 32 Прямоугольный треугольник с катетами  $c = 2$  см и  $h = 3$  см расположен перед собирающей линзой с фокусным расстоянием  $F = 10$  см, как показано на рисунке. Чему равна площадь даваемого линзой изображения этого треугольника? Сделайте рисунок с указанием хода лучей.



**Возможное решение задачи 32**



Обозначим треугольник ABC, где C – вершина прямого угла. Построим изображение точки B в линзе. Для этого проведём два луча. Один пойдёт через центр O линзы без преломления, другой пустим параллельно главной оптической оси – после линзы он пройдёт через главный фокус. На пересечении продолжения лучей будет точка B'. Проведём перпендикуляр от B' к главной оптической оси – получим катет B'C' (изображение катета BC в линзе). Чтобы найти изображение точки A,

нужно достроить ABC до прямоугольника ABCD, а затем с помощью двух лучей подобно построению изображения B найти D' – изображение точки D. Проекцией D' на главную оптическую ось и является A'. Получили прямоугольный треугольник A'B'C'. Найдём его катеты.

Расстояние от линзы до катета BC равно  $2F$ . Найдём расстояние  $f_c$  от линзы до изображения B'C'. По формуле тонкой линзы  $\frac{1}{2F} + \frac{1}{f_c} = \frac{1}{F}$ , откуда  $f_c = 2F$ . Треугольники BCO и B'C'O равны, поэтому катет B'C' равен h.

Аналогично запишем формулу линзы для точки A и её изображения (расстояние от A до линзы равно  $2F - c$ , расстояние от A' до линзы обозначим за  $f_A$ ):  $\frac{1}{2F - c} + \frac{1}{f_A} = \frac{1}{F}$ . Отсюда  $f_A = \frac{F(2F - c)}{F - c} = 22,5$  (см). Значит, катет A'C' равен  $b = f_A - 2F = 2,5$  (см).

Итак, площадь изображения треугольника равна  $S = 0,5bh = 3,75$  (см<sup>2</sup>).

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>формула тонкой линзы, правила построения хода лучей через линзу</i>);</p> <p>II) 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>III) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p>	3



IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины.	
<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 (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.).</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)</p>	2
<p>Представлены записи, соответствующие <b>одному</b> 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 <b>ОДНА</b> из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные</p>	1

<p>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
<i>Максимальный балл</i>	3

