

**Единый государственный экзамен  
по ФИЗИКЕ**

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

**Инструкция по выполнению работы**

**Десятичные приставки**

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 3 часа 55 минут (235 минут). Работа состоит из двух частей, включающих в себя 31 задание.

В заданиях 1–4, 8–10, 14, 15, 20, 24–26 ответом является целое число или конечная десятичная дробь. Число запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите по приведённому ниже образцу в бланк ответа № 1. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

КИМ Ответ: 7,5 см. 3 7,5 Бланк

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

КИМ Ответ: 

А	Б
4	1

7 4 1 Бланк

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

КИМ Ответ: вправо 13 В П РАВО Бланк

Ответом к заданиям 19 и 22 являются 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.

КИМ Ответ: (14 ± 0,2) Н 22 1,40,2 Бланк

Ответ к заданиям 27–31 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 гелевой, или капиллярной, или перьевой ручки.

При выполнении заданий можно пользоваться черновиком. Записи в черновике не учитываются при оценивании работы.

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

**Желаем успеха!**

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 = $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н}\cdot\text{м}^2/\text{Кл}^2$
модуль заряда электрона (элементарный электрический заряд)	e = 1,6 · 10 <sup>-19</sup> Кл
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.





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

<b>Удельная теплоёмкость</b>			
воды	4,2·10 <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)		
<b>Удельная теплота</b>			
парообразования воды	2,3·10 <sup>6</sup> Дж/К		
плавления свинца	2,5·10 <sup>4</sup> Дж/К		
плавления льда	3,3·10 <sup>5</sup> Дж/К		

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

<b>Молярная масса</b>			
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 1–23 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** Скорость поезда, движущегося под уклон, возросла с 15 до 19 м/с. Поезд прошел при этом путь 340 м. Сколько времени продолжалось движение под уклон?

Ответ: \_\_\_\_\_ с.

**2** Определите силу, под действием которой пружина жёсткостью 200 Н/м имеет запас потенциальной энергии 4 Дж.

Ответ: \_\_\_\_\_ Н.

**3** Тело движется прямолинейно. Под действием постоянной силы величиной 4 Н импульс тела за 2 с увеличился и стал равен 20 кг·м/с. Первоначальный импульс тела равен

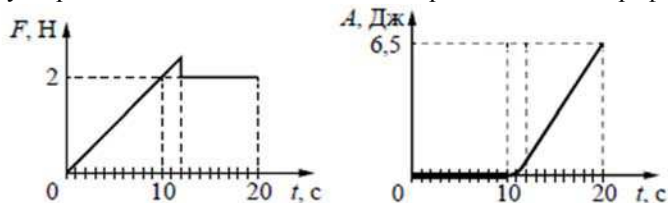
Ответ: \_\_\_\_\_ кг·м/с.

**4** Найдите массу груза, который на пружине жесткостью 250 Н/м делает 20 колебаний за 16 с.

Ответ: \_\_\_\_\_ кг.



- 5 На шероховатой поверхности лежит брусок массой 1 кг. На него начинает действовать горизонтальная сила,  $\vec{F}$ , направленная вдоль поверхности и зависящая от времени так, как показано на графике слева. Зависимость работы этой силы от времени представлена на графике справа. Выберите два верных утверждения на основании анализа представленных графиков.



- 1) В момент времени 10 с сила трения покоя равна 2 Н.
- 2) За первые 10 с брусок переместился на 20 м.
- 3) В момент времени 10 с сила трения скольжения равна 2 Н.
- 4) В интервале времени от 12 до 20 с брусок двигался с постоянным ускорением.
- 5) В интервале времени от 12 до 20 с брусок двигался с постоянной скоростью.

Ответ: 

--	--

- 6 В школьной лаборатории изучают колебания пружинного маятника при различных значениях массы маятника. Если увеличить массу маятника, то как изменятся: частота его колебаний и период изменения его потенциальной энергии?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

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

Частота колебаний	Период изменения потенциальной энергии

- 7 В каких условиях происходят гармонические колебания материальной точки по прямой и движение тела, брошенного под углом к горизонту? К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

**ФИЗИЧЕСКОЕ ЯВЛЕНИЕ**

- А) материальная точка совершает гармонические колебания по прямой
  - Б) тело брошено под углом к горизонту
- сопротивление воздуха ничтожно мало

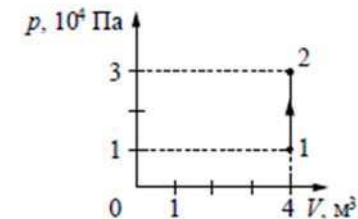
**ЗАКОНОМЕРНОСТЬ**

- 1)  $F_{\text{равнодейств}} = 0$
- 2)  $F_{\text{равнодейств}} = F_{\text{тяж}}$
- 3)  $g = V^2/R$
- 4)  $ma_x = -kx$

Ответ: 

А	Б

- 8 На рисунке изображено изменение состояния постоянной массы разреженного аргона. Температура газа в состоянии 2 равна 327 °С. Какая температура соответствует состоянию 1?



Ответ: \_\_\_\_\_ К.

- 9 При изохорном охлаждении внутренняя энергия уменьшилась на 350 Дж. А давление уменьшилось в 2 раза. Какую работу совершил при этом газ?

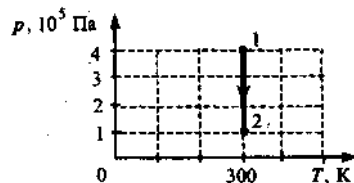
Ответ: \_\_\_\_\_ Дж.

- 10 В идеальном тепловом двигателе абсолютная температура нагревателя в 3 раза выше температуры холодильника. Нагреватель передал газу количество теплоты 40 кДж. Какую работу совершил газ? Ответ округлить до целого числа.

Ответ: \_\_\_\_\_ кДж.



**11** На рисунке показана зависимость давления идеального одноатомного газа  $p$  от его температуры  $T$ . В этом процессе газ совершает работу, равную 3 кДж. На основании анализа графика выберите два верных утверждения.



- 1) В процессе 1–2 объем газа уменьшается.
- 2) Количество теплоты, полученное газом равно 1 кДж.
- 3) В процессе 1–2 объём газа увеличивается.
- 4) Количество теплоты, полученное газом равно 3 кДж.
- 5) Работа газа в процессе 1–2 отрицательна.

Ответ:

**12** Температуру нагревателя тепловой машины увеличили, оставив температуру холодильника прежней. Количество теплоты, переданное газом холодильнику за цикл, не изменилось. Как изменились при этом КПД тепловой машины и работа газа за цикл?

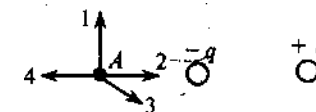
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

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

КПД тепловой машины	Работа газа за цикл

**13** На рисунке представлено расположение двух неподвижных точечных электрических зарядов  $-q$  и  $+q$  ( $q > 0$ ). Направлению вектора напряженности электрического поля этих зарядов в точке  $A$  соответствует стрелка



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

Ответ: \_\_\_\_\_

**14** Определите полную мощность элемента при сопротивлении внешней цепи 4 Ом, если внутреннее сопротивление элемента 2 Ом, а напряжение на его зажимах 6 В.

Ответ: \_\_\_\_\_ Вт

**15** Конденсатор, состоящий из двух пластин, имеет емкость 5 пФ. Какой заряд находится на каждой из его обкладок, если разность потенциалов между ними 1000 В.

Ответ: \_\_\_\_\_ нКл.

**16** Поверхность металла освещают светом, длина волны которого меньше длины волны  $\lambda$ , соответствующей красной границе фотоэффекта для данного вещества. При увеличении интенсивности света

- 1) фотоэффект не будет происходить при любой интенсивности света
- 2) будет увеличиваться количество фотоэлектронов
- 3) будет увеличиваться максимальная энергия фотоэлектронов
- 4) будет увеличиваться как максимальная энергия, так и количество фотоэлектронов
- 5) фотоэффект будет происходить при любой интенсивности света

Выберите два верных утверждения.

Ответ:





**17** После того как плоский воздушный конденсатор зарядился, его отключили от источника тока, а затем увеличили расстояние между его пластинами. Как изменяются при этом следующие характеристики: заряд на обкладках конденсатора, емкость конденсатора, энергия конденсатора?

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

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

Заряд конденсатора	Емкость конденсатора

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

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ	ФОРМУЛЫ
А) радиус окружности при движении заряженной частицы в перпендикулярном магнитном поле	1) $mV/qB$ 2) $qVB \cdot \sin\alpha$ 3) $qB/mV$ 4) $ B  \cdot \sin\alpha$
Б) модуль силы, действующей на заряженную частицу, движущуюся в постоянном магнитном поле	

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б

**19** Сколько протонов и сколько нейтронов содержится в ядре  ${}_{90}^{232}\text{Th}$

Число протонов	Число нейтронов

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

**20** Активность радиоактивного элемента уменьшилась в 4 раза за 8 дней. Найдите период полураспада?

Ответ: \_\_\_\_\_ дней

**21** При освещении металлической пластины светом частотой  $\nu$  наблюдается фотоэффект. Как изменятся работа выхода  $A_{\text{вых}}$  и красная граница фотоэффекта при увеличении частоты падающего света в 2 раза?

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.

Работа выхода $A_{\text{вых}}$	«Красная граница» фотоэффекта



- 22 Чему равно напряжение на лампочке (см. рисунок), если погрешность прямого измерения напряжения составляет половину цены деления вольтметра?



Ответ: ( \_\_\_\_\_ ± \_\_\_\_\_ ) В.

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

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

- 1) массы маятника и знание табличного значения ускорения свободного падения
- 2) длины нити маятника и знание табличного значения ускорения свободного падения
- 3) амплитуды колебаний маятника и его массы
- 4) количества колебаний и времени, за которое они совершены
- 5) количества колебаний и амплитуды колебаний маятника

Ответ:

--	--

**Часть 2**

**Ответом к заданиям 24–26 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 пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.**

- 24 Над шахтой глубиной 40 м вертикально вверх бросили камень со скоростью 12 м/с. Через сколько времени будет услышан звук от удара камня о дно шахты, если скорость звука равна 330 м/с? Ответ округлить до десятых.

Ответ: \_\_\_\_\_ с.

- 25 Снежок, летящий со скоростью 20 м/с, ударяется в стену. Какая часть его расплавится, если температура окружающей среды равна 0 °С, а вся кинетическая энергия передается снегу?

Ответ: \_\_\_\_\_ %.

- 26 Песчинка, имеющая заряд  $10^{-11}$  Кл, влетела в однородное электрическое поле вдоль его силовых линий с начальной скоростью 0,1 м/с и переместилась на расстояние 4 см. Чему равна масса песчинки, если её скорость увеличилась на 0,2 м/с при напряженности поля  $10^5$  В/м? Ответ выразите в миллиграммах (мг). Влиянием силы тяжести пренебречь.

Ответ: \_\_\_\_\_ мг

**Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.**





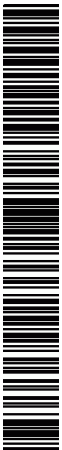
**Для записи ответов на задания 27–31 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.**

- 27 Нагреватель кипятильника состоит из 4 секций, каждая из которых имеет сопротивление 1 Ом. Нагреватель питают от аккумуляторной батареи с ЭДС, равной 8 В, и внутренним сопротивлением 1 Ом. Как нужно включить элементы нагревателя, чтобы вода в кипятильнике нагревалась быстрее? Ответ поясните, опираясь на законы постоянного тока.

**Полное правильное решение каждой из задач 28–31 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 Небольшой шарик массой  $m = 2$  кг подвешен на нити. Шарик отвели в сторону так, что нить приняла горизонтальное положение, и отпустили. Определите угол между нитью и вертикалью, при котором нить оборвется. Нить выдерживает максимальное натяжение  $T_{\max} = 30$  Н. Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.
- 29 Свинцовая пуля, летящая горизонтально со скоростью  $V_0 = 500$  м/с, пробивает доску на высоте  $h = 2$  м над поверхностью земли. Направление скорости пули не изменилось, при движении через доску пуля нагрелась на 200 К. Определите, на каком расстоянии  $S$  от доски пуля упала на землю. Сопротивлением воздуха можно пренебречь. Считайте, что все выделившееся при движении пули через доску тепло пошло на ее нагревание.
- 30 Протон и  $\alpha$ -частица движутся по одной прямой навстречу друг другу. В тот момент, когда расстояние между частицами было велико, скорость протона была равна  $3 \cdot 10^5$  м/с, а скорость  $\alpha$ -частицы  $10^5$  м/с. Определите, на какое наименьшее расстояние  $a$  смогут сблизиться эти частицы.

- 31 От предмета высотой 3 см получили с помощью линзы действительное изображение высотой 18 см. Когда предмет передвинули на 6 см, то получили мнимое изображение высотой 9 см. Определите фокусное расстояние линзы?





**Система оценивания экзаменационной работы по физике**  
**Задания 1–26**

За правильный ответ на каждое из заданий 1–4, 8–10, 13–15, 19, 20, 22– 26 ставится по 1 баллу. Эти задания считаются выполненными верно, если правильно указаны требуемое число, два числа или слово.

Каждое из заданий 5–7, 11, 12, 16–18 и 21 оценивается в 2 балла, если верно указаны оба элемента ответа; в 1 балл, если допущена одна ошибка; в 0 баллов, если оба элемента указаны неверно. Если указано более двух элементов (в том числе, возможно, и правильные) или ответ отсутствует, – 0 баллов.

№ задания	Ответ	№ задания	Ответ
1	20	14	13.5
2	40	15	5
3	12	16	25
4	4	17	32
5	15	18	12
6	21	19	90142
7	42	20	4
8	200	21	33
9	0	22	4.60.2
10	27	23	24
11	34	24	4.3
12	11	25	0.06
13	2	26	1

27) Нужно включить две секции параллельно и затем последовательно к ним еще две секции параллельно. В итоге общее сопротивление  $R$  будет равно 1 Ом.

28)  $60^0$

29) 281.4 м

30)  $4 \cdot 10^{-12}$  м

31) 12 см.

