

**Единый государственный экзамен  
по ФИЗИКЕ**

**Инструкция по выполнению работы**

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 3 часа 55 минут (235 минут). Работа состоит из двух частей, включающих в себя 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 Р А В О Бланк

Ответом к заданиям 19 и 22 являются два числа. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите по 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!**

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

**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>A</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

*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 пишется в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.*

- 1** Лодка плывет под парусом по ветру со скоростью 9 км/ч относительно воды. Ветер дует со скоростью 15 км/ч. Чему равна скорость ветра относительно лодки?  
 Ответ: \_\_\_\_\_ км/ч
- 2** С каким максимальным ускорением можно поднимать с помощью веревки тело массой 200 кг, если веревка выдерживает неподвижный груз массой 240 кг?  
 Ответ: \_\_\_\_\_ м/с<sup>2</sup>
- 3** На движущееся тело массой 2 кг начала действовать постоянная тормозящая сила. Величина импульса этой силы к моменту остановки тела составила 4 Н·с. Какой была скорость тела в момент начала торможения?  
 Ответ: \_\_\_\_\_ м/с.
- 4** Какова длина волны  $\lambda$  звуковых волн в среде, если скорость звука в этой среде  $v = 1500$  м/с, а период звуковых колебаний  $T = 2 \cdot 10^{-2}$  с?  
 Ответ: \_\_\_\_\_ м.

## Часть 1





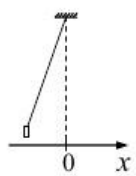
**5** Пуля движется горизонтально и пробивает доску. При этом скорость ее движения уменьшается в 2.5 раза. Выберите 2 верных утверждения.

- 1) выполняется закон сохранения энергии
- 2) скорость пули уменьшается за счет работы силы тяжести
- 3) скорость пули уменьшается за счет работы силы трения
- 4) полная механическая энергия пули уменьшается
- 5) полная механическая энергия пули увеличивается

Ответ: 

--	--

**6** Груз, привязанный к нити, отклонили от положения равновесия и в момент  $t = 0$ пустили из состояния покоя (см. рисунок). Установите соответствие между физическими величинами и их изменениями. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца.



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ	ИХ ИЗМЕНЕНИЯ
А) потенциальная энергия $E_p$	1) Увеличивается
Б) тангенциальное ускорение	2) Уменьшается
	3) Не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ: 

А	Б

**7** Мальчик находится в лифте. Лифт начинает движение вверх с ускорением. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ	ФОРМУЛЫ
А) Вес мальчика	1) $mg+ma$
Б) Сила реакции опоры	2) $mg-ma$
	3) $ma$
	4) $mg$

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ: 

А	Б

**8** В сосуде находится смесь двух газов:  $4 \cdot 10^{23}$  молекул кислорода и  $4 \cdot 10^{23}$  молекул водорода. Каково соотношение количества вещества кислорода к водороду?

Ответ: \_\_\_\_\_

**9** Тепловая машина с КПД 50% за цикл работы отдает холодильнику 50 Дж. Какое количество теплоты машина получает за цикл от нагревателя?

Ответ: \_\_\_\_\_ Дж

**10** В баллоне объемом  $1.66 \text{ м}^3$  находится молекулярный кислород при давлении  $10^5 \text{ Па}$  и температуре  $47^\circ\text{C}$ . Какова масса кислорода?

Ответ: \_\_\_\_\_ кг

**11** Температуру холодильника тепловой машины увеличили, оставив температуру нагревателя прежней. Количество теплоты, полученное газом от нагревателя за цикл, не изменилось. В этом процессе

- 1) КПД тепловой машины увеличилось
- 2) КПД тепловой машины уменьшилось
- 3) Работа газа за цикл не изменилась
- 4) Работа газа за цикл уменьшилась
- 5) Работа газа за цикл увеличилась

Ответ:

**12** Объем сосуда с идеальным газом увеличили втрое и увеличили температуру в 2 раза. Давление при этом осталось неизменным. Как изменилась концентрация и среднеквадратичная скорость молекул? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- увеличилась
- уменьшилась
- не изменилась

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

Концентрация молекул	Среднеквадратичная скорость молекул

**13** На рисунке изображен длинный цилиндрический проводник, по которому протекает электрический ток. Направление тока указано стрелкой. Как направлен вектор магнитной индукции поля этого тока в точке С?



- 1) в плоскости чертежа вверх
- 2) в плоскости чертежа вниз
- 3) от нас перпендикулярно плоскости чертежа
- 4) к нам перпендикулярно плоскости чертежа

Ответ: \_\_\_\_\_

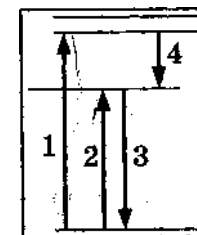
**14** Луч света переходит из глицерина в воду. Определите угол преломления луча, если угол падения равен  $30^{\circ}$ ?

Ответ: \_\_\_\_\_<sup>0</sup>

**15** Электрон и протон влетают в однородное магнитное поле перпендикулярно вектору магнитной индукции со скоростями  $v$  и  $2v$  соответственно. Отношение модуля силы, действующей со стороны магнитного поля на электрон, к модулю силы, действующей на протон, равно

Ответ: \_\_\_\_\_

**16** На рисунке представлена диаграмма энергетических уровней, атома.



- 1) Поглощению атомами света наименьшей частоты соответствует переход 1
- 2) Поглощению атомами света наименьшей частоты соответствует переход 2
- 3) Поглощению атомами света наименьшей частоты соответствует переход 3
- 4) Излучению света наибольшей частоты соответствует переход 1
- 5) Излучению света наибольшей частоты соответствует переход 3

Ответ:



**17** Источник тока с ЭДС и внутренним сопротивлением  $r$  сначала был замкнут на внешнее сопротивление  $R$ . Затем внешнее сопротивление увеличили. Как при этом изменяется сила тока в цепи и напряжение на внешнем сопротивлении? Установите соответствие между физическими величинами и характером их изменения. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ	ИХ ИЗМЕНЕНИЯ
А) сила тока	1) Увеличивается
Б) напряжение на внешнем сопротивлении	2) Уменьшается
	3) Не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

А	Б

**18** Колебательный контур состоит из конденсатора ёмкостью  $C$  и катушки индуктивностью  $L$ . При электромагнитных колебаниях, происходящих в этом контуре, максимальный заряд пластины конденсатора равен  $q$ . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. Сопротивлением контура пренебречь. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ	ФОРМУЛЫ
А) максимальная энергия электрического поля конденсатора	1) $\frac{q^2}{2C}$
Б) максимальная сила тока, протекающего через катушку	2) $q\sqrt{\frac{C}{L}}$
	3) $\frac{q}{\sqrt{LC}}$
	4) $\frac{Cq^2}{2}$

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б

**19** Изотоп  ${}_{90}^{234}\text{Th}$  превратился в изотоп  ${}_{84}^{222}\text{Po}$ . При этом произошло

- 1) 2  $\alpha$ -распада и 1  $\beta$ -распад
- 2) четыре  $\alpha$ -распада и 2  $\beta$ -распада
- 3) 3  $\alpha$ -распада
- 4) три  $\beta$ -распада

Ответ: \_\_\_\_\_

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

**20** Период полураспада изотопа натрия  ${}_{11}^{22}\text{Na}$  равен 2.6 года. Если изначально было 104 мг этого изотопа, то сколько примерно его будет через 5.2 года?

Ответ: \_\_\_\_\_ мг

**21** Частица массой  $m$ , несущая заряд  $q$ , влетает со скоростью  $\vec{v}$  в однородное магнитное поле с индукцией  $\vec{B}$  и движется по окружности радиусом  $R$ . Что произойдёт с радиусом орбиты и периодом обращения частицы при увеличении её заряда  $q$ ?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

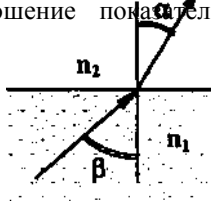
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины.

Цифры в ответе могут повторяться.

Радиус орбиты	Период обращения



- 22 Луч оранжевого света преломляется на границе раздела двух сред, как показано на рисунке. Измерения показали, что углы  $\alpha$  и  $\beta$  соответственно равны  $\arcsin 0,5$  и  $\arcsin 0,6$ . Определите отношение показателей преломления этих сред  $\frac{n_2}{n_1}$



Ответ: \_\_\_\_

- 23 При освещении металлической пластины светом длиной волны  $\lambda$  наблюдается явление фотоэлектрического эффекта. Выберите 2 верных утверждения при уменьшении в 2 раза длины волны падающего на пластину света.

- 1) Энергия фотона уменьшается в 2 раза
- 2) Энергия фотона увеличивается в 2 раза
- 3) Максимальная кинетическая энергия фотоэлектрона увеличивается в 2 раза
- 4) Максимальная кинетическая энергия фотоэлектрона увеличивается более чем в 2 раза
- 5) Максимальная кинетическая энергия фотоэлектрона уменьшается менее чем в 2 раза

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 пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.*

- 24 Машина, движущая по инерции с выключенным двигателем, проезжает 50 м под уклон под углом  $30^\circ$  к горизонту и оказывается на горизонтальном участке дороги. Скорость ее при этом составляет 30 м/с. Какова начальная скорость машины? Трение отсутствует.

Ответ: \_\_\_\_\_ м/с

- 25 Небольшой оловянный шар, летевший со скоростью 30 м/с, в результате столкновения с массивной стальной плитой остановился, и его температура повысилась на  $2^\circ\text{C}$ . Пренебрегая потерями энергии на теплопередачу окружающим телам, вычислите по этому результату удельную теплоемкость олова.

Ответ: \_\_\_\_\_ Дж/(кг\*К).

- 26 Собирающая линза дает мнимое, увеличенное в 5 раз изображение предмета, находящегося на расстоянии 20 см от нее. Определите оптическую силу линзы.

Ответ: \_\_\_\_\_ дптр.

*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 четко и разборчиво.*





**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	6	14	33.5
2	2	15	0.5
3	2	16	25
4	30	17	21
5	34	18	13
6	22	19	3
7	11	20	26
8	1	21	22
9	100	22	1.2
10	1	23	24
11	24	24	2
12	21	25	225
13	3	26	4

- 27** Отдельная икринка лягушки прозрачна, оболочка ее состоит из студенистого вещества; внутри икринки находится темный зародыш. Ранней весной в солнечные дни, когда температура воды в водоемах близка к нулю, икра на ощупь кажется теплой. Измерения показывают, что ее температура может достигать 30 градусов.
- 1) Как можно объяснить это явление?
  - 2) Приведите подобные примеры, встречающиеся в быту или в природе.

*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** Человек начинает подниматься по движущемуся вверх эскалатору метро с ускорением  $a = 0,21 \text{ м/с}^2$ . Добежав до середины эскалатора, он останавливается, поворачивает и начинает спускаться вниз с тем же ускорением. Определите, сколько времени человек находится на эскалаторе. Длина эскалатора  $L=100 \text{ м}$ , а скорость его движения  $V = 2 \text{ м/с}$ .
- 29** В цилиндре находится азот массой  $m = 24 \text{ г}$  при температуре  $T = 300 \text{ К}$ . Газ охлаждается изохорно так, что его давление падает в  $n = 3$  раза. Затем газ нагревается при постоянном давлении до тех пор, пока его температура не достигает первоначальной. Определите работу  $A$ , совершенную газом.
- 30** При коротком замыкании выводов гальванического элемента сила тока в цепи равна 2 А. При подключении к выводам гальванического элемента электрической лампы с электрическим сопротивлением 3 Ом сила тока в цепи равна 0,5 А. По результатам этих экспериментов определите внутреннее сопротивление гальванического элемента.
- 31** Человек читает книгу, держа ее на расстоянии 50 см от глаз. Если это для него расстояние наилучшего видения, то какой оптической силы очки позволят ему читать книгу на расстоянии 25 см?

- 27)** Передача тепла икринке посредством солнечного излучения + плохая теплопроводность студенистого вещества помогает сохранить тепло икринки.
- 28)** 47.6 с
- 29)** 1425 Дж
- 30)** 1 Ом
- 31)** 2 дптр