

**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 2 частей, включающих в себя 32 задания. Ответы к заданиям 1, 2, 8, 9, 13, 14, 19, 20 и 23 записываются по приведённому ниже образцу в виде одной цифры, которая соответствует номеру правильного ответа. Эту цифру запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в бланк ответов № 1.

КИМ Ответ:

4

2	4																		
---	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

 Бланк

В заданиях 3–5, 10, 15, 16, 21, 25–27 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 6, 7, 11, 12, 17, 18, 22 и 24 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

Ответ к заданиям 28–32 включает в себя подробное описание всего хода выполнения задания. В бланке ответов № 2 укажите номер задания и запишите его полное решение.

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Все бланки ЕГЭ заполняются яркими чёрными чернилами. Допускается использование гелевой, капиллярной или перьевой ручек.

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 ⁹	санτι	с	10 ⁻²
мега	М	10 ⁶	милли	м	10 ⁻³
кило	к	10 ³	микро	мк	10 ⁻⁶
гекто	г	10 ²	нано	н	10 ⁻⁹
деци	д	10 ⁻¹	пико	п	10 ⁻¹²

Константы

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





Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются цифра, 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.

Часть 1

1 Точка движется по окружности радиуса R с угловой скоростью ω . Как нужно изменить радиус окружности, чтобы при увеличении угловой скорости вдвое центростремительное ускорение точки осталось неизменным?

- 1) увеличить в 2 раза
- 2) уменьшить в 2 раза
- 3) увеличить в 4 раза
- 4) уменьшить в 4 раза

Ответ:

2 Деревянный брусок массой m , площади граней которого связаны отношением $S_1: S_2: S_3 = 1: 2: 3$, скользит равномерно по горизонтальной шероховатой опоре, соприкасаясь с ней гранью площадью S_3 , под действием горизонтальной силы F . Каков коэффициент трения бруска об опору?

- 1) $6F/mg$
- 2) $3F/mg$
- 3) F/mg
- 4) $2F/mg$

Ответ:

Соотношение между различными единицами

температура	$0 \text{ К} = -273 \text{ }^\circ\text{C}$
атомная единица массы	$1 \text{ а.е.м.} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
1 атомная единица массы эквивалента	931 МэВ
1 электронвольт	$1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$

Масса частиц

электрона	$9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг} \approx 5,5 \cdot 10^{-4} \text{ а.е.м.}$
протона	$1,673 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,007 \text{ а.е.м.}$
нейтрона	$1,675 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,008 \text{ а.е.м.}$

Плотность

	подсолнечного масла	900 кг/м^3
воды	алюминия	2700 кг/м^3
древесины (сосна)	железа	7800 кг/м^3
керосина	ртути	13600 кг/м^3

Удельная теплоёмкость

воды	$4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$	алюминия	$900 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$
льда	$2,1 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$	меди	$380 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$
железа	$460 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$	чугуна	$800 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$
свинца	$130 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$		

Удельная теплота

парообразования воды	$2,3 \cdot 10^6 \text{ Дж/К}$
плавления свинца	$2,5 \cdot 10^4 \text{ Дж/К}$
плавления льда	$3,3 \cdot 10^5 \text{ Дж/К}$

Нормальные условия: давление - 10^5 Па , температура - $0 \text{ }^\circ\text{C}$

Молярная масса

азота	$28 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	гелия	$4 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
аргона	$40 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	кислорода	$32 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
водорода	$2 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	лития	$6 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
воздуха	$29 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	неона	$20 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
воды	$2,1 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{К)}$	углекислого газа	$44 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$



3 Еловое полено плавает в воде. Какая часть его объема находится под водой?

- 1) 9/20
- 2) 11/20
- 3) 20/9
- 4) 20/11

Ответ:

4 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.

5 Какова длина волны λ 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.

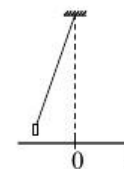
6 Брусok движется равномерно по горизонтальной поверхности. Установите для силы трения соответствие параметров силы, перечисленных в верхней строке таблицы, со следующими свойствами вектора силы:

- 1) вертикально вниз
- 2) против направления вектора скорости .
- 3) вертикально вверх
- 4) обратно пропорционален площади поверхности бруска
- 5) пропорционален риле нормального давления
- 6) обратно пропорционален силе нормального давления
- 7) пропорционален площади поверхности бруска
- 8) не зависит от площади поверхности бруска

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

Направление вектора	Модуль вектора
	—

7 Груз, привязанный к нити, отклонили от положения равновесия и в момент $t = 0$ отпустили 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 $E_{\text{п}}$	1) Увеличивается
Б) тангенциальное ускорение	2) Уменьшается
	3) Не изменяется

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 этих газов?

- 1) v кислорода равно v водорода
- 2) v кислорода равно $8v$ водорода
- 3) $8v$ кислорода равно v водорода
- 4) v кислорода равно $4v$ водорода

Ответ: _____

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

- 1) 150 Дж
- 2) 100 Дж
- 3) 50 Дж
- 4) 25 Дж

Ответ: _____

10 Идеальный газ сжимают при постоянной температуре. В этом процессе

- 1) средняя энергия хаотичного движения молекул газа увеличивается
- 2) средняя энергия хаотичного движения молекул газа не меняется
- 3) молярная масса газа увеличивается
- 4) молярная масса газа уменьшается

Ответ: _____



11 Объём 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:

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

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины.

Цифры в ответе могут повторяться.

Концентрация молекул	Среднеквадратичная скорость молекул

12 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.

Ответ:

А	Б

13 Плоский воздушный конденсатор заряжают и отключают от источника тока. Как изменится напряжение между обкладками конденсатора, если расстояние между его обкладками затем увеличить в 2 раза?

- 1) увеличится в 2 раза
- 2) уменьшится в 2 раза
- 3) увеличится в 4 раза
- 4) уменьшится в 4 раза

Ответ: ____

14 Электрон e , влетевший в зазор между полюсами электромагнита, имеет скорость v , перпендикулярную вектору индукции B магнитного поля (см. рисунок), точка указывает направление движения электрона. Как направлена действующая на него сила Лоренца F ?



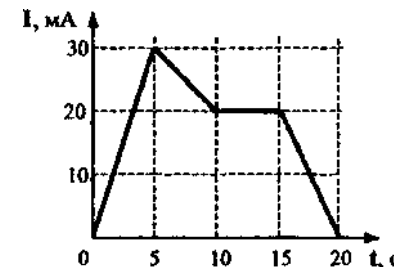
- 5) от наблюдателя
- 6) горизонтально вправо
- 7) на рисунке вниз
- 8) на рисунке вверх

Ответ: ____

15 На рисунке приведен график зависимости силы тока от времени в электрической цепи, индуктивность которой 1 мГн. Определите модуль среднего значения ЭДС самоиндукции в интервале времени от 5 до 15 с.

- 1) 0 мкВ
- 2) 1 мкВ
- 3) 2 мкВ
- 4) 3 мкВ

Ответ: ____



16) Какие из стеклянных линз, изображенных на рис. 5, будут использованы в качестве объектива фотоаппарата?



- 1) А и В
- 2) В и С
- 3) А и С
- 4) все три

17) Частица массой m , несущая заряд q , влетает со скоростью v в однородное магнитное поле с индукцией B и движется по окружности радиусом R . Что произойдет 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

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
- Б) максимальная сила тока, протекающего через катушку

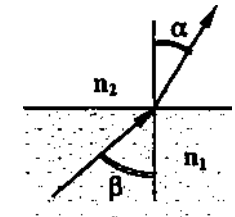
- 1) $\frac{q^2}{2C}$
- 2) $q\sqrt{\frac{C}{L}}$
- 3) $\frac{q}{\sqrt{LC}}$
- 4) $\frac{Cq^2}{2}$

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

А	Б

Ответ:

19) Луч оранжевого света преломляется на границе раздела двух сред, как показано на рисунке. Измерения показали, что углы α и β соответственно равны $\arcsin 0,5$ и $\arcsin 0,6$. Определите отношение показателей преломления этих сред



- 1) 1,20
- 2) 0,83
- 3) 0,80
- 4) 1,25

Ответ: ____

20) Частота красного света в 2 раза меньше частоты фиолетового света. Импульс фотона красного света по отношению к импульсу фотона фиолетового света

- 1) больше в 4 раза
- 2) меньше в 4 раза
- 3) больше в 2 раза
- 4) меньше в 2 раза

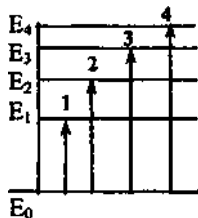
Ответ: ____



- 21 Красная граница фотоэффекта для калия $\lambda_0 = 0,62$ мкм. Какова частота света, падающего на калиевый фотокатод, если максимальная скорость фотоэлектронов $v = 680$ км/с?
 1) $6 \cdot 10^{14}$ Гц 2) $7 \cdot 10^{14}$ Гц 3) $8 \cdot 10^{14}$ Гц 4) $9 \cdot 10^{14}$ Гц

Ответ: ____

- 22 На рисунке представлена диаграмма энергетических уровней атома. Переход с поглощением фотона минимальной частоты обозначен цифрой



Ответ: ____

- 23 Медный проводник площадью поперечного сечения $S = 1$ мм² расположен между полюсами постоянного магнита перпендикулярно линиям индукции магнитного поля. Определите модуль вектора магнитной индукции магнитного поля, если сила Ампера $F = 5$ Н, а напряжение, приложенное к концам проводника, $U = 8,5$ В. Удельное сопротивление меди $\rho = 1,7 \cdot 10^{-2}$ Ом мм²/м.

- 1) 10^{-2} Тл 2) 5 Тл 3) 10^2 Тл 4) $25 \cdot 10^2$ Тл

Ответ: ____

- 24 При освещении металлической пластины светом длиной волны λ наблюдается явление фотоэлектрического эффекта. Установите соответствие между физическими величинами, характеризующими процесс фотоэффекта, перечисленными в первом столбце, и их изменениями во втором столбце при уменьшении в 2 раза длины волны падающего на

пластину света.
ИХ ИЗМЕНЕНИЕ

ФИЗИЧЕСКИЕ
ВЕЛИЧИНЫ

- А) Частота световой волны
 Б) Энергия фотона
 В) Работа выхода
 Г) Максимальная кинетическая энергия фотоэлектрона

- 1) Остается неизменной
 2) Увеличивается в 2 раза
 3) Уменьшается в 2 раза
 4) Увеличивается более чем в 2 раза
 5) Увеличивается менее чем в 2 раза

А	Б	В	Г

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 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 Машина, движущая по инерции с выключенным двигателем, проезжает 50 м под уклон под углом 30° к горизонту и оказывается на горизонтальном участке дороги. Скорость ее при этом составляет 30 м/с. Какова начальная скорость машины? Трение отсутствует.

Ответ: _____ .



- 26 Небольшой оловянный шар, летевший со скоростью 30 м/с, в результате столкновения с массивной стальной плитой остановился, и его температура повысилась 2 °С. Пренебрегая потерями энергии на теплопередачу окружающим телам, вычислите по этому результату удельную теплоемкость олова.
 Ответ: _____ Дж/(кг*К).

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

- 28 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 29–32 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.

- 29 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 $V = 2 \text{ м/с}$.
- 30 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.
- 31 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.
- 32 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?





Система оценивания экзаменационной работы по физике

Задания 1–27

За правильный ответ на каждое из заданий 1–5, 8–10, 13–16, 19–21, 23 и 25–27 ставится по 1 баллу. Эти задания считаются выполненными верно, если правильно указаны требуемая цифра или число.

Каждое из заданий 6, 7, 11, 12, 17, 18, 22 и 24 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	4	15	2
2	3	16	3
3	1	17	22
4	2	18	13
5	30	19	1
6	258	20	4
7	22	21	3
8	1	22	1
9	2	23	1
10	2	24	2214
11	21	25	20
12	21	26	225
13	1	27	4
14	4		

Ответы на часть 2

28. Передача тепла икринке посредством солнечного излучения + плохая теплопроводность студенистого вещества помогает сохранить тепло икринки.

29. 47.6 с

30. 1440 Дж

31. 1 Ом

32. 2 дптр