

**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: **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!



Десятичные приставки

Наимено- вание	Обозначение	Множитель	Наимено- вание	Обозначение	Множитель
гига	Г	10^9	санти	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	$R = 8,31 \text{ Дж/(моль}\cdot\text{К)}$
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	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж}\cdot\text{с}$



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

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

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

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

Удельная теплота	
парообразования воды	$2,3 \cdot 10^6$ Дж/К
плавления свинца	$2,5 \cdot 10^4$ Дж/К
плавления льда	$3,3 \cdot 10^5$ Дж/К

Нормальные условия: давление - 10^5 Па, температура - 0 °С

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

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 пишите 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 брускок 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:

- 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 Бруск 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 радиусу нормального давления
- 6) обратно пропорционален силе нормального давления
- 7) пропорционален площади поверхности бруска
- 8) не зависит от площади поверхности бруска

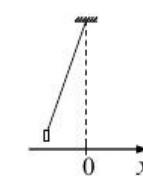
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

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_p | 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) в кислорода равно в водорода
- 2) в кислорода равно $8v$ водорода
- 3) $8v$ кислорода равно в водорода
- 4) в 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

- А) сила тока
Б) напряжение на внешнем сопротивлении

ИХ ИЗМЕНЕНИЯ

- 1) Увеличивается
- 2) Уменьшается
- 3) Не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

A	B
_____	_____

Ответ:

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 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.

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 ?



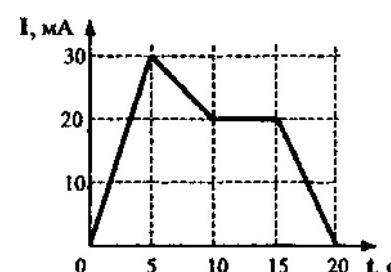
- 5) от наблюдателя
- 6) горизонтально вправо
- 7) нарисунке вниз
- 8) нарисунке вверх

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.

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



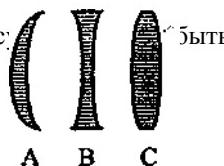
Ответ: _____



16

Какие из стеклянных линз, изображенных на рисунке, могут быть 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 \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

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.

18

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

А) максимальная энергия

электрического поля конденсатора

Б) максимальная сила тока,

протекающего через катушку

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

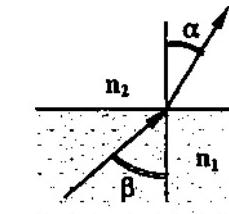
A	B

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: _____

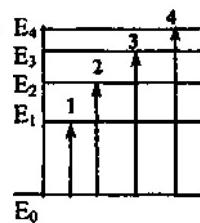


21 Красная граница фотоэффекта для калия $\lambda_0 = 0,62$ мкм. Какова частота света, падающего на калиевый фотокатод, если максимальная скорость фотоэлектронов $v = 680$ км/с?

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

- 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 пластины света.

ФИЗИЧЕСКИЕ

ВЕЛИЧИНЫ

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

ИХ ИЗМЕНЕНИЕ

- 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

A	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, движущаяся 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°C . 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.



**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	2
12	21	26	225
13	2	27	4
14	4		

Ответы на часть 2

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

29. 47.6 с

30. 1440 Дж