

**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 26 заданий.

В заданиях 1–4, 7, 8, 11–13 и 16 ответом является целое число или конечная десятичная дробь. Ответ 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: -2,5 м/с<sup>2</sup>. -2,5

Ответом к заданиям 5, 6, 9, 10, 14, 15, 17, 18 и 20 является последовательность цифр. В заданиях 5, 9, 14 и 18 предполагается два или три верных ответа. 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

4 |

Ответом к заданию 19 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: (1,4 ± 0,2) Н. 1,40,2

Ответ к заданиям 21–26 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 ручки.

При выполнении заданий можно пользоваться черновиком. Записи в черновике, а также в тексте контрольных измерительных материалов не учитываются при оценивании работы.

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

После завершения работы проверьте, чтобы ответ на каждое задание в бланках ответов № 1 и № 2 был записан под правильным номером.

***Желаем успеха!***

Бланк

Бланк

Blank

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

## Десятичные приставки

Наименование	Обозначение	Множитель	Наименование	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 $\pi$	$\pi = 3,14$
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	$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
(элементарный) электрический заряд	
постоянная Планка	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$

### Соотношения 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 эквивалентна	931,5 МэВ
1 электронвольт	1 эВ = 1,6·10 <sup>-19</sup> 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**

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	13 600 кг/м <sup>3</sup>

**Удельная теплоёмкость**

воды	$4,2 \cdot 10^3$	Дж/(кг·К)	алюминия	900	Дж/(кг·К)
льда	$2,1 \cdot 10^3$	Дж/(кг·К)	меди	380	Дж/(кг·К)
железа	460	Дж/(кг·К)	чугуна	500	Дж/(кг·К)
свинца	130	Дж/(кг·К)			

**Удельная теплота**

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

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

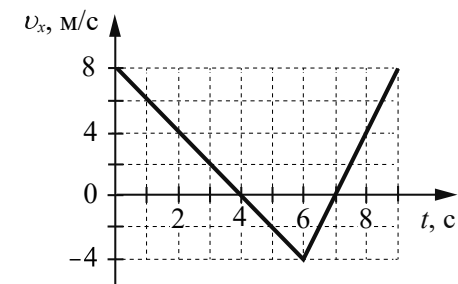
**Молярная масса**

азота	$28 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	гелия	$4 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
аргона	$40 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	кислорода	$32 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
водорода	$2 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	лития	$6 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
воздуха	$29 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	неона	$20 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
воды	$18 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	углекислого газа	$44 \cdot 10^{-3}$ кг/моль

**Часть 1**

Ответами к заданиям 1–20 являются число или последовательность цифр. Ответ запишите 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.

- 1 На рисунке приведён график зависимости проекции  $v_x$  скорости тела от времени  $t$ .



Определите проекцию  $a_x$  ускорения тела в интервале времени от 7 до 9 с. Ответ запишите с учётом знака проекции.

Ответ: \_\_\_\_\_ м/с<sup>2</sup>.

- 2 Вертикальная пружина под действием груза, подвешенного к ней, удлинилась на 3 см. Такой же груз подвесили к пружине с вдвое большей жёсткостью. Каково удлинение второй пружины?

Ответ: \_\_\_\_\_ см.

- 3 В инерциальной системе отсчёта тело двигалось прямолинейно в одном направлении под действием постоянной силы, равной по модулю 6 Н. Модуль импульса тела изменился на 18 кг·м/с. Сколько времени потребовалось для этого изменения импульса?

Ответ: \_\_\_\_\_ с.

- 4 Груз массой 0,16 кг, подвешенный на лёгкой пружине, совершает вертикальные свободные гармонические колебания. Новый груз какой массы надо подвесить вместо прежнего к той же пружине, чтобы период его свободных вертикальных гармонических колебаний увеличился в 2 раза?

Ответ: \_\_\_\_\_ кг.

- 5 Однородный брусок толщиной 6 см и массой 1 кг плавает в воде, причём уровень воды приходится на середину толщины бруска. Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения.

- 1) Сила Архимеда, действующая на брусок, равна 5 Н.
- 2) Плотность материала, из которого изготовлен брусок, равна  $1000 \text{ кг/м}^3$ .
- 3) Если на брусок положить стальной груз массой 1,5 кг, то брусок утонет.
- 4) Если воду заменить на подсолнечное масло, то глубина погружения бруска увеличится.
- 5) Если на брусок положить ещё один такой же брусок, то глубина погружения нижнего бруска увеличится на 1 см.

Ответ: \_\_\_\_\_.

- 6 В результате перехода искусственного спутника Земли с одной круговой орбиты на другую его кинетическая энергия уменьшается. Как изменяются в результате этого перехода радиус орбиты спутника и период его обращения вокруг Земли?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Радиус орбиты спутника	Период обращения спутника вокруг Земли

- 7 При увеличении абсолютной температуры средняя кинетическая энергия поступательного теплового движения молекул разреженного одноатомного газа увеличилась в 2,5 раза. Конечная температура газа равна 500 К. Какова была начальная температура газа?

Ответ: \_\_\_\_\_ К.

- 8 На нагревание куска металла массой 2 кг от  $20^\circ\text{C}$  до  $100^\circ\text{C}$  затрачено количество теплоты, равное 144 кДж. Чему равна удельная теплоёмкость металла?

Ответ: \_\_\_\_\_ Дж/(кг·К).

- 9 В субботу и в воскресенье температура воздуха была одинаковой. Парциальное давление водяного пара в атмосфере в субботу было больше, чем в воскресенье. Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения.

- 1) Плотность водяных паров, содержащихся в воздухе, в субботу была меньше, чем в воскресенье.
- 2) Давление насыщенных водяных паров в субботу и в воскресенье было одинаковым.
- 3) Относительная влажность воздуха в субботу была меньше, чем в воскресенье.
- 4) Масса водяных паров, содержащихся в  $1 \text{ м}^3$  воздуха, в субботу была больше, чем в воскресенье.
- 5) Концентрация молекул водяного пара в воздухе в субботу была меньше, чем в воскресенье.

Ответ: \_\_\_\_\_.

- 10** В сосуде неизменного объёма при комнатной температуре находилась смесь из двух идеальных газов, по 1 моль каждого. Половину содержимого сосуда выпустили, а затем добавили в сосуд 3 моль первого газа. Как изменились в результате этого парциальное давление второго газа и суммарное давление газов, если температура в сосуде поддерживалась неизменной?

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.

Парциальное давление второго газа	Давление смеси газов в сосуде

- 11** При прохождении по проводнику постоянный электрический ток в течение 60 с совершает работу, равную 270 кДж. Сопротивление проводника равно 500 Ом. Какова сила тока в проводнике?

Ответ: \_\_\_\_\_ А.

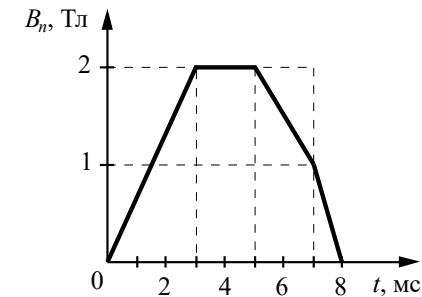
- 12** По катушке индуктивности протекает ток  $I = 5$  А. Энергия магнитного поля катушки равна 2,5 мДж. Чему равна индуктивность катушки?

Ответ: \_\_\_\_\_ мГн.

- 13** Во сколько раз уменьшится период свободных электромагнитных колебаний в идеальном колебательном контуре, если ёмкость конденсатора, входящего в состав контура, уменьшить в 9 раз?

Ответ: в \_\_\_\_\_ раз(а).

- 14** Проволочная рамка площадью  $20 \text{ см}^2$  помещена в однородное магнитное поле. Проекция  $B_n$  индукции магнитного поля на нормаль к плоскости рамки изменяется во времени  $t$  согласно графику на рисунке.



Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения о процессах, происходящих в рамке.

- 1) Модуль ЭДС индукции в рамке в интервале времени от 5 до 7 мс равен 1 В.
- 2) Модуль скорости изменения магнитного потока через рамку максимален в интервале времени от 0 до 3 мс.
- 3) Магнитный поток через рамку в интервале времени от 3 до 5 мс равен 2 мВб.
- 4) В интервале времени от 3 до 5 мс сила индукционного тока в рамке равна 0.
- 5) Модуль ЭДС индукции в рамке максимален в интервале времени от 0 до 3 мс.

Ответ: \_\_\_\_\_.

- 15** Отрицательно заряженный ион хлора движется по окружности в однородном магнитном поле. Как изменятся сила Лоренца, действующая на ион, и частота обращения иона, если увеличить его кинетическую энергию? 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.

Сила Лоренца	Частота обращения иона

16 Сколько нейтронов содержится в ядре изотопа магния  $^{27}_{12}\text{Mg}$ ?

Ответ: \_\_\_\_\_.

17 Как изменяются с уменьшением массового числа изотопов одного и того же химического элемента число нейтронов в ядре и число электронов в нейтральном атоме?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Число нейтронов в ядре	Число электронов в нейтральном атоме

18 Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) При прямолинейном движении материальной точки вектор ускорения всегда направлен в ту же сторону, что и вектор перемещения.
- 2) Процесс конденсации пара происходит с поглощением положительного количества теплоты.
- 3) Электростатический заряд равномерно распределён по всему объёму проводника.
- 4) При интерференции когерентных волн от синфазных источников минимум наблюдается в том случае, если разность хода двух волн, возбуждающих колебания в точке наблюдения, равна нечётному числу длин полуволн.
- 5) В планетарной модели атома в центре атома находится положительно заряженное ядро.

Ответ: \_\_\_\_\_.

19 Чтобы узнать массу одной конфеты, взвесили 20 одинаковых конфет. Результат взвешивания –  $(140 \pm 10)$  г. Чему равна масса одной конфеты с учётом абсолютной погрешности измерений?

Ответ: ( \_\_\_\_\_  $\pm$  \_\_\_\_\_ ) г.

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

20 Ученику необходимо на опыте обнаружить зависимость сопротивления проволочного проводника от удельного сопротивления материала, из которого сделан проводник. У него имеется пять проводников, характеристики которых приведены в таблице. Какие два проводника необходимо взять ученику, чтобы провести исследование?

№ проводника	Длина проволоки, м	Площадь поперечного сечения проволоки, мм <sup>2</sup>	Материал, из которого изготовлена проволока
1	0,8	1	медь
2	1,2	1,5	алюминий
3	1,6	2,5	медь
4	1,2	0,5	алюминий
5	0,8	1	алюминий

Запишите в ответе номера выбранных проводников.

Ответ: 

--	--



**Не забудьте перенести все ответы в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы. Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.**

**Часть 2**

*Для записи ответов на задания 21–26 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (21, 22 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.*

- 21** Парциальное давление водяного пара в комнате понизилось, при этом температура воздуха осталась прежней. Как изменились при этом относительная влажность воздуха и плотность водяных паров в комнате? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности Вы использовали для объяснения.

*Полное правильное решение каждой из задач 22–26 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.*

- 22** Какова масса тела  $m$ , если в результате прямолинейного равноускоренного движения из состояния покоя под действием силы  $F = 2$  Н в течение 10 с оно приобрело кинетическую энергию  $W = 40$  Дж?

- 23** Идеальный колебательный контур содержит конденсатор ёмкостью  $C_1 = 1$  мкФ и катушку индуктивности  $L = 0,01$  Гн. На конденсатор какой ёмкости надо заменить  $C_1$ , чтобы циклическая частота колебаний заряда в контуре уменьшилась на  $\Delta\omega = 5 \cdot 10^3$  с<sup>-1</sup>?

- 24** Два баллона объёмами 30 и 20 л содержат соответственно 4 г водорода и 112 г азота при одинаковой температуре. Если баллоны соединить между собой, то в них установится давление 300 кПа. Определите температуру газов, считая её неизменной. Газы считать идеальными.

- 25** Между горизонтальными обкладками плоского конденсатора висит заряженная капелька ртути. Определите модуль её заряда, если известно, что напряжение между обкладками конденсатора равно 1 кВ, расстояние между ними равно 2 см, а объём капельки равен  $2 \cdot 10^{-18}$  м<sup>3</sup>.

- 26** Начальная скорость снаряда, выпущенного из пушки вертикально вверх с поверхности Земли, равна 200 м/с. В точке максимального подъёма снаряд разорвался на два одинаковых осколка. Первый осколок полетел вертикально вниз и упал на Землю вблизи точки выстрела, имея скорость в 2 раза больше начальной скорости снаряда. На какую максимальную высоту относительно точки разрыва поднялся второй осколок? Сопротивлением воздуха пренебречь.

*Обоснуйте применимость законов, используемых для решения задачи.*



*Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с номером соответствующего задания.*