

**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 , 4 0 , 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 | 10^9 | 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 | $R = 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$ |
| 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 | $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$ |



Соотношение между различными единицами

| | |
|-------------------------------------|--------------------------------------|
| температура | 0 К = -273 °С |
| атомная единица массы | 1 а.е.м. = 1,66·10 ⁻²⁷ кг |
| 1 атомная единица массы эквивалента | 931 МэВ |
| 1 электронвольт | 1 эВ = 1,6 · 10 ⁻¹⁹ Дж |

Масса частиц

| | |
|-----------|--------------------------------------------------------------|
| электрона | 9,1 · 10 ⁻³¹ кг ≈ 5,5 · 10 ⁻⁴ а. е. м. |
| протона | 1,673 · 10 ⁻²⁷ кг ≈ 1,007 а. е. м. |
| нейтрона | 1,675 · 10 ⁻²⁷ кг ≈ 1,008 а. е. м. |

Плотность

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

Удельная теплоёмкость

| | | | |
|--------|-------------------------------|----------|---------------|
| воды | 4,2·10 ³ Дж/(кг·К) | алюминия | 900 Дж/(кг·К) |
| льда | 2,1·10 ³ Дж/(кг·К) | меди | 380 Дж/(кг·К) |
| железа | 460 Дж/(кг·К) | чугуна | 800 Дж/(кг·К) |
| свинца | 130 Дж/(кг·К) | | |

Удельная теплота

| | |
|----------------------|--------------------------|
| парообразования воды | 2,3·10 ⁶ Дж/К |
| плавления свинца | 2,5·10 ⁴ Дж/К |
| плавления льда | 3,3·10 ⁵ Дж/К |

Нормальные условия: давление - 10⁵ Па, температура – 0 °С

Молярная масса

| | | | |
|----------|-------------------------------|------------------|-----------------------------|
| азота | 28·10 ⁻³ кг/моль | гелия | 4·10 ⁻³ кг/моль |
| аргона | 40·10 ⁻³ кг/моль | кислорода | 32·10 ⁻³ кг/моль |
| водорода | 2·10 ⁻³ кг/моль | лития | 6·10 ⁻³ кг/моль |
| воздуха | 29·10 ⁻³ кг/моль | неона | 20·10 ⁻³ кг/моль |
| воды | 2,1·10 ³ Дж/(кг·К) | углекислого газа | 44·10 ⁻³ 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 пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

- 1 Диск радиусом 20 см равномерно вращается вокруг своей оси. Скорость точки, находящейся на расстоянии 15 см от центра диска, равна 1.5 м/с. Скорости крайних точек диска равна?

Ответ: _____ м/с
- 2 В инерциальной системе отсчета сила F=10 Н сообщает телу массой m ускорение a. Какой должна быть сила, чтобы при уменьшении массы тела вдвое его ускорение стало в 4 раза больше?

Ответ: _____ Н
- 3 Во сколько раз сила притяжения Земли к Солнцу больше силы притяжения Меркурия к Солнцу? Масса Меркурия составляет 1/18 массы Земли, а расположен он в 2.5 раза ближе к Солнцу, чем Земля. Ответ округлить до десятых.

Ответ: _____
- 4 Груз массой 0.16 кг, подвешенный на легкой пружине, совершает свободные гармонические колебания. Какой массы груз надо подвесить к той же пружине, чтобы частота колебаний увеличилась в 2 раза?

Ответ: _____ кг

Часть 1





5 Материальная точка движется с постоянной скоростью по прямой и в некоторый момент начинает тормозить. Выберите 2 верных утверждения, если коэффициент трения уменьшится в 1.5 раза?

- 1) Сила тяги по модулю равна силе трения скольжения
- 2) Тормозной путь увеличится
- 3) Сила реакции опоры уменьшится
- 4) Сила трения увеличится за счет увеличения тормозного пути
- 5) Сила трения уменьшится

Ответ:

6 Грузик привязан к длинной нити вращается описывая в горизонтальной плоскости окружность. Угол отклонения нити от вертикали уменьшился с 45 до 30 градусов. Как изменились при этом: сила натяжения нити, центростремительное ускорение грузика

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

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

| | |
|---------------------|---------------------------------------|
| Сила натяжения нити | Центростремительное ускорение грузика |
| | |

Ответ: _____

7 Тело бросили с земли с начальной скоростью V_0 под углом α к горизонту.

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

| ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ | ФОРМУЛЫ |
|-------------------------------------------------|-------------------------------|
| А) скорость V_y в точке максимального подъема | 1) 0 |
| Б) максимальная высота подъема | 2) $V_0 \cdot \sin \alpha$ |
| | 3) $V_0^2 \sin^2 \alpha / 2g$ |
| | 4) $V_0^2 \sin \alpha / 2g$ |

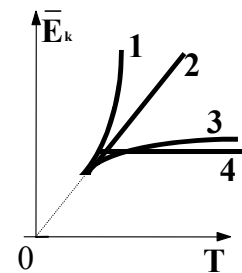
Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

8 На рисунке показан график процесса для постоянной массы идеального одноатомного газа. В этом процессе газ совершает работу, равную 3 кДж. Количество теплоты, полученное газом, равно

Ответ: _____ кДж

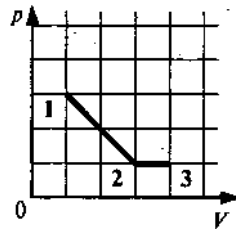
9 Какой график (см. рис.) – верно изображает зависимость средней кинетической энергии частиц идеального газа от абсолютной температуры?



Ответ: _____



10 На рисунке показано, как менялось давление идеального газа в зависимости от его объема при переходе из состояния 1 в состояние 2, а затем в состояние 3. Каково отношение работ газа A_{12}/A_{13} ?



Ответ: _____

11 Одноатомный идеальный газ неизменной массы в изотермическом процессе совершает работу $A > 0$. Выберите 2 верных утверждения

- 1) объем идеального газа уменьшается
- 2) объем идеального газа увеличивается
- 3) внутренняя энергия газа увеличивается
- 4) внутренняя энергия газа уменьшается
- 5) давление газа уменьшается

Ответ:

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

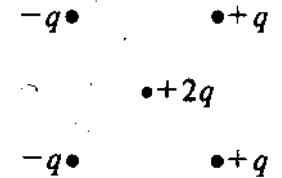
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

| КПД тепловой машины | Работа газа за цикл |
|---------------------|---------------------|
| | |

13 Как направлена кулоновская сила F , действующая на положительный точечный заряд $2q$, помещенный в центр квадрата (см. рисунок), в вершинах которого находятся заряды: $+q, +q, -q, -q$?



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 Какой заряд нужно сообщить двум параллельно соединенным конденсаторам, чтобы зарядить их до разности потенциалов 20000 В, если емкости конденсаторов равны 2000 пФ и 1000 пФ.

Ответ: _____ Кл

16 К источнику тока присоединен резистор. Выберите два верных утверждения, если параллельно к имеющемуся резистору подсоединить еще один такой же?

- 1) Общее сопротивление цепи увеличивается
- 2) Напряжение на источнике тока не изменяется
- 3) Общее сопротивление цепи уменьшается
- 4) Сила тока в цепи увеличивается
- 5) Сила тока в цепи не изменяется

Ответ:





17 К источнику тока присоединен резистор. Как изменятся общее сопротивление цепи, сила тока в ней и напряжение на клеммах источника тока, если последовательно к имеющемуся резистору подсоединить еще два таких же?

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

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

| Общее сопротивление цепи | Сила тока в цепи | Напряжение на источнике тока |
|--------------------------|------------------|------------------------------|
| | | |

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

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) радиус окружности при движении заряженной частицы в перпендикулярном магнитном поле
 Б) период обращения по окружности заряженной частицы в перпендикулярном магнитном поле

ФОРМУЛЫ

- 1) mV/qB
- 2) $2\pi m/qB$
- 3) qB/mV
- 4) $2\pi R/qB$

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

| А | Б |
|---|---|
| | |

19 Частица X участвует в реакции ${}_9^{19}\text{F} + X = {}_2^4\text{He} + {}_8^{16}\text{O}$

| Массовое число частицы X | Зарядовое число частицы X |
|--------------------------|---------------------------|
| | |

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

20 Период полураспада радиоактивного изотопа кальция составляет 164 суток. Если изначально было $4 \cdot 10^{24}$ атомов, то через сколько суток их будет $1 \cdot 10^{24}$?

Ответ: _____ сут

21 При освещении металлической пластины светом частотой ν наблюдается фотоэффект. Как изменятся кинетическая энергия фотоэлектронов и количество выбитых электронов при увеличении интенсивности и 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.

| Кинетическая энергия фотоэлектронов | Количество выбитых электронов |
|-------------------------------------|-------------------------------|
| | |

22 Плоский воздушный конденсатор зарядили и НЕ отключили от источника тока. Как изменится энергия электрического поля внутри конденсатора, если расстояние между пластинами конденсатора 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: _____



23 Предмет расположен на тройном фокусном расстоянии от тонкой собирающей линзы. Его изображение будет ... Выберите *два* утверждения.

- 1) Его изображение будет перевернутым
- 2) Его изображение будет прямым
- 3) Его изображение будет увеличенным
- 4) Его изображение будет уменьшенным
- 5) Предмет и изображение будут одного размера

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 Тело, свободно падающее с некоторой высоты без начальной скорости, за время 1 с после начала движения проходит путь в 5 раз меньший, чем за последнюю секунду своего движения. Найти полное время движения?

Ответ: _____ с

25 В калориметре находится вода, масса которой 100 г и температура 0 °С. В него добавляют кусок льда, масса которого 20 г и температура -5 °С. Какой будет температура содержимого калориметра после установления в нем теплового равновесия?

Ответ: _____ °С

26 Дифракционная решетка, имеющая 750 штрихов на 1 см, расположена параллельно экрану на расстоянии 1,5 м от него. На решетку перпендикулярно ее плоскости направляют пучок света. Определите длину волны света, если расстояние на экране между вторыми максимумами, расположенными слева и справа от центрального (нулевого), равно 22,5 см. Ответ выразите в микрометрах (мкм) и округлите до десятых. Считать $\sin \alpha = \text{tg} \alpha$.

Ответ: _____ мкм

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.

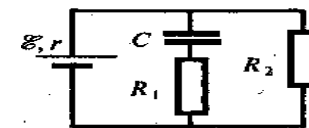
27 В цилиндрическом сосуде под поршнем длительное время находятся вода и ее пар. Поршень начинают вдвигать в сосуд. При этом температура воды и пара остается неизменной. Как будет меняться при этом масса жидкости в сосуде? Ответ поясните.

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 Шарик массой 0.1 кг на нити длиной 0.4 м раскачивают так, что каждый раз, когда шарик проходит положение равновесия, на него в течение 0.01 с действует сила 0.1 Н, направленная параллельно скорости. Через сколько полных колебаний шарик на нити отклонится на 60°?

29 В сосуде находится некоторое количество воды и такое же количество льда в состоянии теплового равновесия. Через сосуд пропускают водяной пар при температуре 100°С. Определите температуру воды в сосуде t_2 , если масса пара, пропущенного через воду, равна первоначальной массе воды. Теплоемкостью сосуда можно пренебречь.

30 Напряженность электрического поля плоского конденсатора (см. рисунок) равна 24 кВ/м. Внутреннее сопротивление источника $\gamma = 10$ Ом, ЭДС 30 В, сопротивления резисторов $R_1 = 20$ Ом, $R_2 = 40$ Ом, Найдите расстояние между пластинами конденсатора.



- 31 Электроэнергия передается от генератора к потребителю по проводам, общее сопротивление которых $r = 400$ Ом. Коэффициент полезного действия линии передачи 0,95. Определите сопротивление нагрузки R . Внутреннее сопротивление генератора $r_g = 100$ Ом.