

**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 | 10^9 | 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 | $0 \text{ К} = -273 \text{ }^\circ\text{C}$ |
| 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 | 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 |

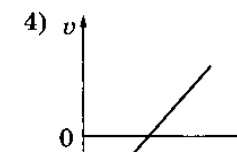
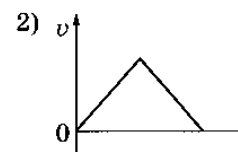
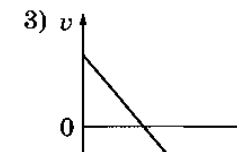
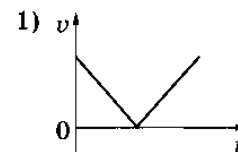
Нормальные условия: давление - 10⁵ Па, температура - 0 °С

| | | | |
|-----------------------|-----------------------------|------------------|-----------------------------|
| 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 | 18·10 ⁻³ кг/моль | углекислого газа | 44·10 ⁻³ кг/моль |

Часть 1

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

1 Мяч, брошенный вертикально вверх со скоростью v_0 и, через некоторое время упал на поверхность Земли. Какой график соответствует зависимости модуля скорости мяча от времени движения?



Ответ: _____

2 С каким максимальным ускорением можно поднимать с помощью веревки тело массой 200 кг, если веревка выдерживает неподвижный груз массой 240 кг?

Ответ: _____ м/с²





3 Расстояние от спутника до поверхности Земли равно радиусу Земли. Во сколько раз уменьшится сила притяжения спутника к Земле, если расстояние от него до поверхности Земли станет равным трём радиусам Земли?

Ответ: уменьшится в _____ раз

4 При деформации 2 см стальная пружина имеет потенциальную энергию упругой деформации 4 Дж. Насколько уменьшится потенциальная энергия этой пружины при уменьшении деформации на 1 см?

Ответ: уменьшится на _____ Дж

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 На тело массой m , поступательно движущееся в инерциальной системе отсчёта действует постоянная равнодействующая сила F в течение времени Δt . Если действующая на тело сила увеличится, то как изменятся модуль импульса силы и модуль изменения импульса тела в течение того же промежутка времени Δt ?

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

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

| Модуль импульса равнодействующей силы | Модуль изменения импульса тела |
|---------------------------------------|--------------------------------|
| | |

Ответ: _____

7 Тело бросили под углом 30° к горизонту с начальной скоростью V_0 . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

| ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ | ФОРМУЛЫ |
|---|-------------------------------------|
| А) скорость V тела в проекции на ось Y при движении вверх | 1) $(V_{0y})^2/2g$ |
| Б) максимальная высота подъема | 2) $(V_0 \cdot \cos 30^\circ)^2/2g$ |
| | 3) $V_{0y} - gt$ |
| | 4) $V_{0y} + gt$ |

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

| А | Б |
|---|---|
| | |

8 Чтобы нагреть 96 г молибдена на 1 К, нужно передать ему количество теплоты, равное 24 Дж. Чему равна удельная теплоемкость этого вещества?

Ответ: _____ Дж/(кг*К)



9 При адиабатном сжатии двухатомного газа была совершена работа 200 Дж. Определить изменение внутренней энергии газа? Количество вещества 2 моль.

Ответ: _____ Дж

10 В печь поместили некоторое количество алюминия. Печь при постоянной мощности нагрева передает алюминию 1 кДж теплоты в минуту. Какое количество теплоты потребовалось для плавления алюминия, если на нагрев до температуры его плавления потребовалось 10 мин, а затем на его плавление 15 мин?

Ответ: _____ кДж

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 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 |
|----------------------|-------------------------------------|
| | |

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 В электронагревателе с неизменным сопротивлением спирали, через который течет постоянный ток, за время t выделяется количество теплоты $Q=100$ Дж. Если силу тока и время t увеличить вдвое, то количество теплоты, выделившееся в нагревателе, будет равно

Ответ: _____ Дж

15 Имеются два конденсатора электроемкостью 1 мкФ и 2 мкФ. Какова электроемкость параллельно соединенных конденсаторов?

Ответ: _____ мкФ

16 Плоский воздушный конденсатор заряжают и отключают от источника тока. Выберите два верных утверждения, если расстояние между его обкладками увеличили в 2 раза?

- 1) Напряжение между обкладками увеличилось в 2 раза
- 2) Заряд конденсатора не изменился
- 3) Заряд конденсатора увеличился в 2 раза
- 4) Напряжение между обкладками уменьшилось в 2 раза
- 5) Напряжение между обкладками не изменилось

Ответ:

| | |
|--|--|
| | |
|--|--|

17 Источник находится на расстоянии, чуть меньшем F от собирающей линзы. Как изменятся расстояние от линзы до изображения и увеличение при движении источника к линзе?

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

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

| Расстояние | Увеличение |
|------------|------------|
| | |

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 В герметичный контейнер поместили 40 мг полония ${}_{84}^{210}\text{Po}$, ядра которого испытывают α -распад с периодом полураспада 140 дней. Какая масса полония останется в контейнере через 420 дней?

Ответ: _____ мг

21 При исследовании зависимости кинетической энергии фотоэлектронов от длины волны падающего света фотоэлемент освещался через различные светофильтры. В первой серии опытов использовался светофильтр, пропускающий только красный свет, а во второй — только зелёный. В каждом опыте наблюдали явление фотоэффекта и измеряли запирающее напряжение.

Как изменятся длина световой волны и запирающее напряжение при переходе первой серии опытов ко второй? 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.

| Длина световой волны, падающей на фотоэлемент | Запирающее напряжение |
|---|-----------------------|
| | |



- 22 Чему равно напряжение на лампочке (см. рисунок), если погрешность прямого измерения напряжения составляет половину цены деления вольтметра?



Ответ: (_____ ± _____) В.

- 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:

| | |
|--|--|
| | |
|--|--|

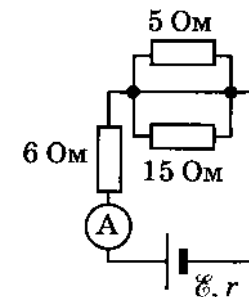
Часть 2

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

- 24 Брусок массой $m_1 = 500$ г соскальзывает по наклонной поверхности с высоты $h = 0,8$ м и, двигаясь по горизонтальной поверхности, сталкивается с неподвижным бруском массой $m_2 = 300$ г. Считая столкновение абсолютно неупругим, определите изменение кинетической энергии первого бруска в результате столкновения. Трением при движении пренебречь. Считать, что наклонная плоскость плавно переходит в горизонтальную. Ответ округлить до десятых.

Ответ: _____ Дж.

- 25 В цепи, изображённой на рисунке, идеальный амперметр показывает 3 А. Найдите внутреннее сопротивление источника, если его ЭДС равно 24 В.



Ответ: _____ Ом

- 26 Фокусное расстояние тонкой собирающей линзы равно 20 см. Предмет малых размеров расположен на её главной оптической оси, при этом изображение предмета находится на расстоянии 60 см от линзы. На каком расстоянии от линзы расположен предмет?

Ответ: _____ см

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

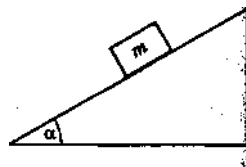
Для записи ответов на задания 27–31 используйте БЛАНК





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

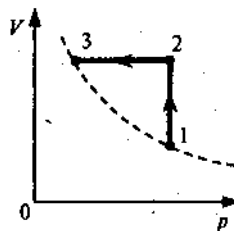
27 Брусок массой m кладут на плоскость, наклоненную под углом α к горизонту, и отпускают с начальной скоростью, равной нулю. Коэффициент трения между бруском и плоскостью равен μ . При каких α брусок будет съезжать по плоскости? Чему равна при этом сила трения бруска о плоскость?



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 Кусок пластилина сталкивается со скользящим навстречу по горизонтальной поверхности стола бруском и прилипает к нему. Скорости пластилина и бруска перед ударом направлены взаимно противоположно и равны 15 м/с и 5 м/с. Масса бруска в 4 раза больше массы пластилина. Коэффициент трения скольжения между бруском и столом 0,17. На какое расстояние переместятся слипшиеся брусок с пластилином к моменту, когда их скорость уменьшится в 2 раза?

29 Один моль идеального одноатомного газа сначала нагрели, а затем охладил до первоначальной температуры 300 К, уменьшив давление в 3 раза (см. рисунок). Какое количество теплоты сообщено газу на участке 1-2?



30 Плоский воздушный конденсатор емкостью $C = 100$ пФ присоединен к источнику с ЭДС 10 В. Определите работу A , которую надо совершить, чтобы увеличить расстояние между пластинами в $n = 2$ раза.

31 В двух опытах по фотоэффекту металлическая пластина облучалась светом с длинами волн $\lambda_1 = 350$ нм и $\lambda_2 = 540$ нм. В этих опытах максимальные скорости фотоэлектронов отличались в $V_1/V_2 = 2$ раза. Какова работа выхода с поверхности металла? Ответ выразите в эВ.



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 | 1 | 14 | 800 |
| 2 | 2 | 15 | 3 |
| 3 | 4 | 16 | 12 |
| 4 | 3 | 17 | 22 |
| 5 | 34 | 18 | 12 |
| 6 | 11 | 19 | 11 |
| 7 | 31 | 20 | 5 |
| 8 | 250 | 21 | 21 |
| 9 | 200 | 22 | 4.60.2 |
| 10 | 15 | 23 | 14 |
| 11 | 24 | 24 | -2.4 |
| 12 | 21 | 25 | 2 |
| 13 | 3 | 26 | 30 |

$$27) F_{\text{тр}} = \mu mg \cdot \cos \alpha, \quad \alpha > \alpha_0 = \arctg(\mu)$$

$$28) 0.22 \text{ м}$$

$$29) 12.5 \text{ кДж}$$

$$30) 2.5 \cdot 10^{-9} \text{ Дж}$$

$$31) 1.9 \text{ эВ}$$