

**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.

- Шарик, скатываясь с наклонного желоба из состояния покоя, за первую секунду прошел путь 10 см. Какой путь пройдет шарик за первые 3 с?

Ответ: _____ м
- Подвешенное к тросу тело массой 10 кг поднимается вертикально. С каким ускорением движется тело, если трос жесткостью 59 кН/м удлинился на 2 мм?

Ответ: _____ м/с²
- Тело массой 1 кг с начальной скоростью 14 м/с падает с высоты 240 м и углубляется в песок на 0,2 м. Определите среднюю силу сопротивления песка. Сопротивление воздуха не учитывать.

Ответ: _____ Н
- По поверхности воды в озере волна распространяется со скоростью 6 м/с. Каков период колебаний бакена, если длина волны 3 м?

Ответ: _____ с



ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 031601





5 Камень бросили с балкона вертикально вверх. Что происходит в процессе движения камня вверх? Выберите 2 верных утверждения.

- 1) ускорение камня уменьшается
- 2) полная механическая энергия камня увеличивается
- 3) ускорение камня не изменяется
- 4) полная механическая энергия камня уменьшается
- 5) полная механическая энергия камня не изменяется

Ответ:

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

6 Сани скатываются с ледяной горки, расположенной под углом 45° к горизонту. Как изменятся ускорение санок и сила трения, если на санки сядет человек?

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

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

| | |
|-----------|-------------|
| Ускорение | Сила трения |
| | |

Ответ: _____

7 Кубик объемом V полностью погружен в жидкость плотностью ρ так, что его нижняя грань находится на глубине h под поверхностью воды, но не касается дна сосуда. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) гидростатическое давление жидкости на нижнюю грань кубика
- Б) выталкивающая сила, действующая на кубик со стороны жидкости

ФОРМУЛЫ

- 1) ρgV
- 2) $\rho ghV^{2/3}$
- 3) ρgh
- 4) $\rho gV/h^2$

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

| | |
|---|---|
| А | Б |
| | |

8 Сколько молекул содержится в газе объемом 2 м^3 при давлении 150 кПа и температуре 27°C ?

Ответ: _____ $\cdot 10^{25}$

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?

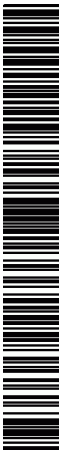
Ответ: _____ кДж

11 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) газ отдает определенное количество теплоты
- 5) газ получает определенное количество теплоты

Ответ:

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



12 Объём сосуда с идеальным газом увеличили втрое и увеличили температуру в 2 раза. Давление при этом осталось неизменным. Как изменилась плотность газа и внутренняя энергия газа? 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.

| Плотность газа | Внутренняя энергия газа |
|----------------|-------------------------|
| | |

13 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 ?



Ответ: _____

14 Ток в цепи батареи, ЭДС которой 30 В, равен 3 А. Напряжение на зажимах батареи 18 В. Найдите внутреннее сопротивление батареи?

Ответ: _____ Ом

15 Имеются два конденсатора ёмкостью 1 мкФ и 2 мкФ. Какова ёмкость параллельно соединённых 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 единицами измерения.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) Магнитный поток
- Б) Индуктивность

ФОРМУЛЫ

- 1) Тесла
- 2) Генри
- 3) Вебер
- 4) Вольт

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

| | |
|---|---|
| А | Б |
| | |

- 19** Изотоп ${}_{88}^{226}\text{Ra}$ превратился в изотоп ${}_{82}^{206}\text{Pb}$. При этом произошло
- 1) пять α -распадов и четыре β -распада
 - 2) четыре α -распада и три β -распада
 - 3) два α -распада и два β -распада
 - 4) два α -распада и три β -распада

Ответ: _____

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

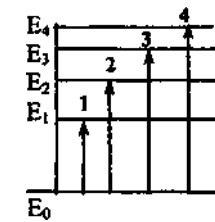
- 20** Какая часть атомов кобальта распадается за 20 суток, если период полураспада равен 72 суткам? Ответ выразите в процентах.
- Ответ: _____ %

- 21** Радиоактивное ядро претерпело ряд β -распадов. Как при этом изменились число протонов в ядре и заряд ядра?
- 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 протонов в ядре | Заряд ядра |
|-----------------------|------------|
| | |

- 22**



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

Ответ: ____

- 23** Какой из объектов, согласно классической электродинамике, не излучает электромагнитных волн в инерциальной системе отсчета? Выберите 2 верных утверждения.
- 1) Неподвижный заряженный конденсатор
 - 2) Заряд, совершающий колебания с изменяющейся амплитудой
 - 3) Заряженный конденсатор, подключенный параллельно катушке индуктивности
 - 4) Заряд, движущийся равномерно и прямолинейно в вакууме
 - 5) Заряд, совершающий гармонические колебания постоянной амплитуды

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 Автомобиль движется с выключенным двигателем по горизонтальному участку дороги со скоростью 20 м/с. Какое расстояние он пройдет до полной остановки вверх по склону горы под углом 30° к горизонту? Трением пренебречь.

Ответ: _____ м

- 25 Нагреваемый при постоянном давлении идеальный одноатомный газ совершил работу 400 Дж. Какое количество теплоты было передано газу?

Ответ: _____ Дж

- 26 На какое расстояние по горизонтали переместится частица, имеющая массу 1 мг и заряд 0.02 нКл, за время 3 с в однородном горизонтальном электрическом поле напряженностью 5000 В/м, если начальная скорость частицы равна нулю?

Ответ: _____ м

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 Подъемной силой воздушного шара является архимедова сила, которая создается атмосферным воздухом.

- 1) Как изменяется архимедова сила по мере подъема воздушного шара?
- 2) Зачем воздухоплаватели берут с собой балласт – мешки с песком?

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 Два тела бросили вертикально вверх с одинаковой скоростью $V_0 = 20$ м/с через промежуток времени $t=1$ с одно после другого. Определите когда (через сколько времени после бросания первого тела) они встретятся. Примите $g=10$ м/с².

- 29 В цилиндре под невесомым поршнем находится насыщенный водяной пар. Объем пара $V=1$ м³. Определите наименьшую массу m_* воды при температуре $t=0^\circ\text{C}$, которую нужно впрыснуть в цилиндр, чтобы весь пар сконденсировался. Атмосферное давление $p=10^5$ Па. Теплоемкостью цилиндра и теплопроводностью его стенок можно пренебречь.

- 30 Два параллельно соединенных воздушных конденсатора емкостью $C_0=1$ мкФ каждый заряжены до напряжения $U=200$ В и отсоединены от источника ЭДС. После этого пространство между обкладками одного из конденсаторов полностью заполнили диэлектриком с диэлектрической проницаемостью $\epsilon=7$. Определите заряды q_1 и q_2 каждого из конденсаторов, а также напряжение U на конденсаторах.

- 31 Расстояние от предмета до экрана $L=105$ см. Линза, расположенная между ними, дает на экране увеличенное изображение. Если линзу переместить на расстояние 32 см, то на экране будет уменьшенное изображение. Определите фокусное расстояние линзы.





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 | 0.9 | 14 | 6 |
| 2 | 2 | 15 | 3 |
| 3 | 12500 | 16 | 12 |
| 4 | 0.5 | 17 | 22 |
| 5 | 35 | 18 | 32 |
| 6 | 31 | 19 | 1 |
| 7 | 31 | 20 | 17.5 |
| 8 | 7.2 | 21 | 11 |
| 9 | 200 | 22 | 1 |
| 10 | 15 | 23 | 14 |
| 11 | 24 | 24 | 40 |
| 12 | 21 | 25 | 1000 |
| 13 | вверх | 26 | 0.45 |

27) 1) Плотность воздуха уменьшается с высотой, поэтому архимедова сила становится меньше

2) Сбрасывая балласт, уменьшают силу тяжести. Воздушный шар поднимается выше

28) 2.5 с

29) 3.2 кг

30) $q_1=3.5 \cdot 10^{-4}$ Кл $q_2=0.5 \cdot 10^{-4}$ Кл $U=50$ В

31) 23.8 см