

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/с². -2,5 Бланк

Ответом к заданиям 5, 6, 9, 10, 14, 15, 17, 18 и 20 является последовательность 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.

Ответ:

А	Б
4	1

41 Бланк

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.

Ответ: (1,4 ± 0,2) н. 1,40,2 Бланк

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 гелиевой 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, что ответ на каждое задание в бланках ответов №1 и №2 записан под правильным номером.

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

Соотношение между различными единицами

температура	$0 \text{ К} = -273 \text{ }^\circ\text{С}$
атомная единица массы	$1 \text{ а.е.м.} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
1 атомная единица массы эквивалента	$931,5 \text{ МэВ}$
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	$13\,600 \text{ кг/м}^3$

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°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

Два автомобиля движутся в одном направлении по шоссе. Скорость первого 20 м/с, второго – 15 м/с. Чему равна проекция скорости второго автомобиля относительно первого?

Ответ: _____ м/с.

2

На шероховатой поверхности стола лежит тело массой 1 кг. Коэффициент трения скольжения тела о поверхность равен 0,1. Чему будет равна сила трения между телом и поверхностью стола при действии на тело горизонтальной силы 0,5 Н?

Ответ: _____ Н.

3

Тело массой 100 г брошено вертикально вверх со скоростью 20 м/с, через некоторое время оно упало на землю. Чему равен модуль изменения импульса тела за время полёта? Сопротивлением воздуха пренебречь.

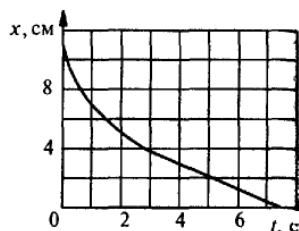
Ответ: _____ кг·м/с.

4

Дубовый брусок объёмом $0,2 \text{ см}^3$ плавает в керосине, на какую величину изменится сила Архимеда, если его переложить в воду?

Ответ: _____ Н.

- 5 Шарик уронили в воду с некоторой высоты. На рисунке показан график изменения координаты шарика с течением времени. Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения.



- 1) Первые три секунды скорость шарика увеличивалась.
- 2) Шарик всё время двигался с постоянным ускорением.
- 3) Первые три секунды шарик двигался равномерно.
- 4) После трёх секунд скорость шарика не изменялась.
- 5) Ускорение шарика увеличивалось в течение всего наблюдения.

Ответ: _____.

- 6 Шарик висит на нити. В нём застревает пуля, летящая горизонтально, в результате чего нить отклоняется на некоторый угол. Как изменятся при увеличении массы шарика импульс, полученный шариком в результате попадания в него пули, и максимальная высота подъёма шарика при отклонении нити.

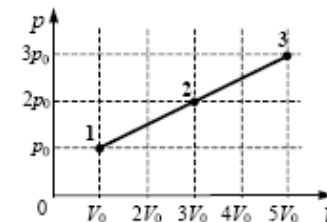
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Импульс, полученный шариком в результате попадания в него пули	Максимальная высота подъёма шарика при отклонении нити

- 7 На рисунке показан график процесса, проведённого над одним молем идеального газа. Найдите отношение температур T_3/T_1 .

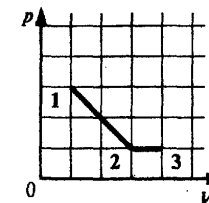


Ответ: _____.

- 8 В процессе эксперимента газ получил от нагревателя количество теплоты, равное 3 кДж, при этом внутренняя энергия газа увеличилась на 5 кДж. Чему равна работа газа в данном эксперименте?

Ответ: _____ кДж.

- 9 Идеальный газ перевели из состояния 1 в состояние 3 так, как показано на графике зависимости давления p газа от объёма V (см. рисунок). Количество вещества газа при этом не менялось. Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения, характеризующие процессы на рисунке.



- 1) Абсолютная температура газа максимальна в состоянии 3.
- 2) В процессе 1–2 температура газа уменьшилась.
- 3) Работа газа в процессе 1–2 в 4 раза больше работы газа в процессе 2–3.
- 4) В процессе 2–3 внутренняя энергия газа уменьшилась.
- 5) Концентрация газа в процессе 1–2 не менялась.

Ответ: _____.

- 10** В сосуде с подвижным поршнем длительное время находилась вода. Поршень медленно начинают вводить в сосуд. При этом температура воды и пара остаётся неизменной. Как изменятся в данном процессе масса жидкости и относительная влажность в сосуде?

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.

Масса жидкости	Относительная влажность

- 11** Амперметр сопротивлением 5 Ом при включении в цепь с сопротивлением 200 Ом показал ток 40 А. Какой станет сила тока в цепи, если отключить амперметр?

Ответ: _____ А.

- 12** Определите индуктивность катушки, которую при силе тока 8 А пронизывает магнитный поток 0,12 Вб.

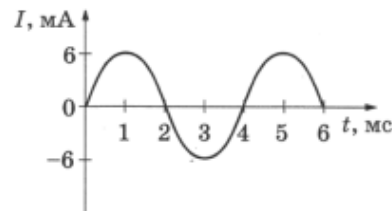
Ответ: _____ Гн.

- 13** Перед плоским зеркалом, закреплённым на вертикальной стене, на расстоянии 80 см стоит девушка ростом 160 см. На сколько уменьшится расстояние между девушкой и её изображением в этом зеркале, если она встанет на расстоянии 50 см от зеркала?

Ответ: на _____ см.

- 14** На рисунке приведён график зависимости силы тока от времени в колебательном контуре, образованном конденсатором и катушкой, индуктивность которой равна 0,3 Гн.

На основании анализа этого графика выберите все верные утверждения из приведённого ниже списка.



- 1) Максимальное значение энергии электрического поля конденсатора примерно равно $10,8 \cdot 10^{-6}$ Дж.
- 2) Ёмкость конденсатора примерно равна $1,7 \cdot 10^6$ Ф.
- 3) В момент времени 2 с энергия электрического поля конденсатора достигает своего максимума.
- 4) Период колебаний на катушке равен 2 мс.
- 5) Ёмкость конденсатора примерно равна $1,35 \cdot 10^{-6}$ Ф.

Ответ: _____.

- 15** Полая металлическая сфера радиусом R имеет заряд q . Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от расстояния эти графики могут представлять.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ	ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ
А) Б)	1) потенциал электрического поля 2) поверхностная плотность заряда 3) напряжённость электрического поля 4) энергия электрического поля

Ответ:

А	Б

- 16** Ядро изотопа тория ${}^{224}_{90}\text{Th}$ претерпевает последовательно три позитронных β^+ -распада. В ответ запишите, на какую величину массовое число больше зарядового числа у получившегося ядра.

Ответ: _____.

- 17 При настройке радиоприёмника поворотом ручки изменяют площадь пластин конденсатора, перекрывающих друг друга. Как изменятся при этом длина волны и ёмкость конденсатора, если площадь пластин увеличивается?

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.

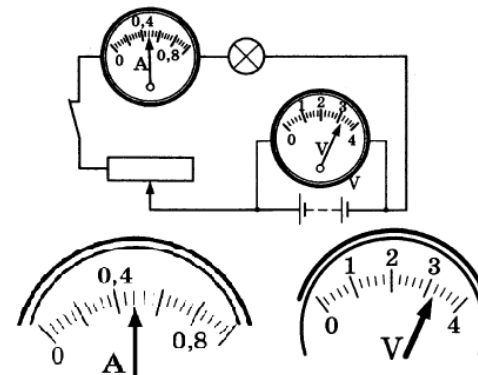
Длина волны	Ёмкость конденсатора

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

- 1) При соскальзывании шайбы по гладкой наклонной плоскости её полная механическая энергия остаётся неизменной, а потенциальная энергия убывает.
- 2) Средняя скорость движения броуновской частицы в газе зависит от температуры газа, но не зависит от массы самой частицы.
- 3) В электрически изолированной системе тел алгебраическая сумма электрических зарядов тел сохраняется.
- 4) Дифракция рентгеновского излучения принципиально невозможна.
- 5) Число нуклонов в ядре атома определяет основные химические свойства элемента.

Ответ: _____.

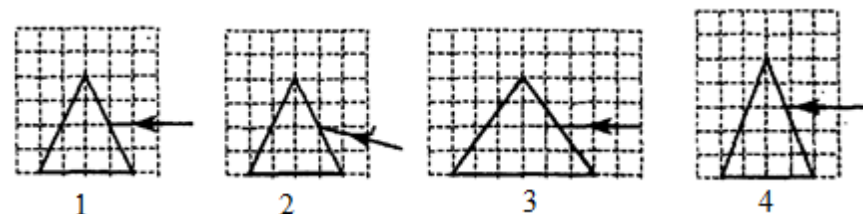
- 19 С помощью амперметра проводились измерения силы тока в электрической цепи (см. рисунок). Шкала амперметра проградуирована в амперах. Погрешность равна половине цены деления шкалы амперметра. Запишите в ответ показания амперметра с учётом погрешности?



Ответ: (_____ $\pm$ _____) А.

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

- 20 Пучок белого света, пройдя через призму, разлагается в спектр. Была выдвинута гипотеза, что ширина спектра, получаемого на стоящем за призмой экране, зависит от угла падения пучка на грань призмы. Необходимо экспериментально проверить эту гипотезу. Какие два опыта нужно провести для такого исследования (см. рисунок)?



В ответе запишите номера выбранных сосудов.

Ответ:

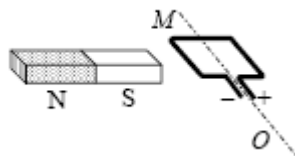
--	--

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** Рамку с постоянным током удерживают неподвижно в поле полосового магнита (см. рисунок). Полярность подключения источника тока к выводам рамки показана на рисунке. Как будет двигаться рамка на неподвижной оси МО, если рамку не удерживать? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности Вы использовали для объяснения. Считать, что рамка испытывает небольшое сопротивление движению воздуха.

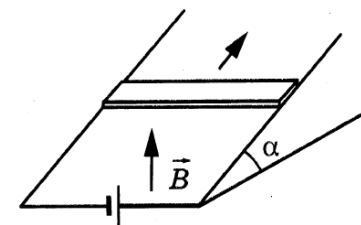


Полное правильное решение каждой из задач 22–26 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

- 22** Тележка массой 50 кг движется со скоростью 1 м/с по гладкой горизонтальной дороге. Каким станет модуль скорости тележки, если мальчик массой 50 кг догонит тележку и запрыгнет на неё с горизонтальной скоростью 2 м/с относительно дороги?
- 23** При облучении натриевого фотокатода светом длиной волны $\lambda = 430$ нм запирающее напряжение для фотоэлектронов равно 0,6 В. Найдите частоту электромагнитного излучения, соответствующую «красной границе» фотоэффекта для натрия.

- 24** В запаянной с одного конца трубке находится влажный воздух, отделённый от атмосферы столбиком ртути длиной $l = 76$ мм. Когда трубка лежит горизонтально, относительная влажность воздуха φ_1 в ней равна 80%. Какой станет относительная влажность этого воздуха φ_2 , если трубку поставить вертикально, открытым концом вниз? Атмосферное давление равно 760 мм рт. ст. Температуру считать постоянной.

- 25** На проводящих рельсах, положенных по наклонной плоскости, в однородном вертикальном магнитном поле $\vec{B}$ находится горизонтальный прямой проводник прямоугольного сечения массой $m = 20$ г (см. рисунок). Плоскость наклонена к горизонту под углом $\alpha = 30^\circ$, модуль индукции магнитного поля $B = 0,04$ Тл, расстояние между рельсами $L = 40$ см. Когда рельсы подключены к источнику тока, по проводнику течёт постоянный ток I и проводник поступательно движется вверх по рельсам равномерно и прямолинейно. Коэффициент трения между проводником и рельсами $\mu = 0,2$. Чему равна сила тока I ? Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на проводник.



- 26** По гладкой наклонной плоскости, составляющей угол $\alpha = 30^\circ$ с горизонтом, скользит из состояния покоя брусок массой $M = 250$ г. В тот момент, когда брусок прошёл по наклонной плоскости расстояние $x = 3,6$ м, в него попала и застряла в нём летящая навстречу ему вдоль наклонной плоскости пуля массой m . Скорость пули $v = 555$ м/с. После попадания пули брусок поднялся вверх вдоль наклонной плоскости на расстояние $S = 2,5$ м от места удара. Найдите массу пули m . Трение бруска о плоскость не учитывать. **Обоснуйте применимость законов, используемых для решения задачи.**

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