

Единый государственный экзамен по ФИЗИКЕ
Вариант № 47

Инструкция по выполнению работы

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 3,5 часа (210 минут). Работа состоит из 3 частей, включающих 39 заданий.

Часть 1 содержит 30 заданий (А1 – А30). К каждому заданию дается 4 варианта ответа, из которых правильный только один.

Часть 2 содержит 4 задания (В1 – В4), на которые следует дать краткий ответ. Для задания В1 ответ необходимо записать в виде набора цифр, а для заданий В2-В4 в виде числа.

Часть 3 состоит из 5 заданий (С1 – С5), на которые требуется дать развернутый ответ. Необходимо записать законы физики, из которых выводятся требуемые для решения задачи соотношения.

При выполнении заданий части 2 значение искомой величины следует выразить в тех единицах физических величин, которые указаны в условии задания. Если такого указания нет, то значение величины следует записать в Международной системе единиц (СИ). При вычислении разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Внимательно прочитайте каждое задание и предлагаемые варианты ответа, если они имеются. Отвечайте только после того, как вы поняли вопрос и проанализировали все варианты ответа.

Выполняйте задания в том порядке, в котором они даны. Если какое-то задание вызывает у вас затруднение, пропустите его. К пропущенным заданиям можно будет вернуться, если у вас останется время.

За выполнение различных по сложности заданий дается один или более баллов. 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	$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{кг}^2$
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	$0 \text{ К} = -273^\circ\text{С}$
атомная единица массы	$1 \text{ а.е.м.} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
1 атомная единица массы эквивалентна	$931,5 \text{ МэВ}$
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

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

Удельная теплоемкость

воды	$4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$	алюминия	$900 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$
льда	$2,1 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$	меди	$380 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$
железа	$640 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$	чугуна	$500 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$
свинца	$130 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$		

Удельная теплота

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

Нормальные условия давление 10^5 Па , температура 0°С

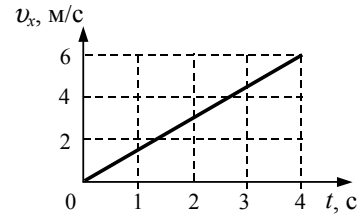
Молярная масса

азота	$28 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	кислорода	$32 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
аргона	$40 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	лития	$6 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
водорода	$2 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	молибдена	$96 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
воздуха	$29 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	неона	$20 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
гелия	$4 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	углекислого газа	$44 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$

Часть 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания (A1 – A30) поставьте знак «X» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

A1 На рисунке изображен график зависимости проекции скорости тела v_x на ось Ox от времени t . Проекция ускорения тела на эту ось равна



- 1) $0,5 \text{ м/с}^2$
- 2) $1,0 \text{ м/с}^2$
- 3) $1,5 \text{ м/с}^2$
- 4) $2,0 \text{ м/с}^2$

A2 Период равномерного движения материальной точки по окружности равен T , радиус окружности R . Точка пройдет по окружности путь, равный πR , за время

- 1) $2T$
- 2) $\frac{T}{2}$
- 3) $\frac{T}{2\pi}$
- 4) $\frac{T}{\pi}$

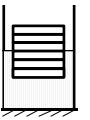
A3 Электрический заряд шарика A в 5 раз больше электрического заряда шарика B . Сравните силу F_1 действия шарика A на шарик B с силой F_2 действия шарика B на шарик A .

- 1) $F_1 = 5F_2$
- 2) $F_1 = 25F_2$
- 3) $F_1 = \frac{1}{5}F_2$
- 4) $F_1 = F_2$

A4 Масса Земли $\approx 6 \cdot 10^{24}$ кг, масса Луны $\approx 7 \cdot 10^{22}$ кг, расстояние между ними $\approx 4 \cdot 10^8$ м. Сила тяготения между ними примерно равна

- 1) $2 \cdot 10^5 \text{ Н}$
- 2) $2 \cdot 10^{10} \text{ Н}$
- 3) $2 \cdot 10^{15} \text{ Н}$
- 4) $2 \cdot 10^{20} \text{ Н}$

A5 Шесть одинаковых брусков толщиной h каждый, связанные в стопку, плавают в воде так, что уровень воды приходится на границу между двумя средними брусками. Если из стопки убрать два бруска, то глубина ее погружения уменьшится на



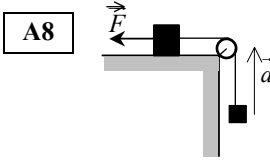
- 1) h
- 2) $\frac{1}{2}h$
- 3) $\frac{1}{3}h$
- 4) $\frac{1}{4}h$

A6 Две пружины имеют одинаковую жесткость. Первая из них растянута на 1 см, вторая сжата на 1 см. Отношение потенциальных энергий пружин $\frac{E_2}{E_1}$ равно

- 1) 1
- 2) 2
- 3) -1
- 4) 4

A7 Колеблущаяся струна издает звук с длиной волны 0,68 м. Каков период ее колебаний, если скорость звука в воздухе 340 м/с?

- 1) 0,02 с
- 2) $\frac{1}{2}\pi$ с
- 3) $5 \cdot 10^{-3}$ с
- 4) $2 \cdot 10^{-3}$ с



A8 Груз, лежащий на столе, связан легкой нерастяжимой нитью, переброшенной через идеальный блок, с грузом массой 0,25 кг. На первый груз действует горизонтальная постоянная сила F , равная 9 Н (см. рисунок). Вторым груз начал двигаться с ускорением 2 м/с^2 , направленным вверх. Трением между грузом и поверхностью стола пренебречь. Какова масса первого груза?

- 1) 1,0 кг
- 2) 1,5 кг
- 3) 2,5 кг
- 4) 3,0 кг

A9 Сани с охотником стоят на очень гладком льду. Охотник стреляет из ружья в горизонтальном направлении. Масса заряда 0,03 кг. Скорость дробинок при выстреле 360 м/с. Общая масса охотника с ружьем и саней 120 кг. Какова скорость саней после выстрела?

- 1) 9 см/с
- 2) 3 см/с
- 3) 1,5 см/с
- 4) 0,75 см/с

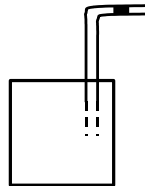
A10 В сосуде неизменного объема находится 2 моля идеального газа. В сосуд добавили еще один моль газа и изменили температуру так, что давление в сосуде увеличилось в 3 раза. Как изменилась абсолютная температура газа?

- 1) увеличилась в 3 раза
- 2) увеличилась в 2 раза
- 3) уменьшилась в 3 раза
- 4) уменьшилась в 2 раза

A11 Концентрация молекул разреженного газа уменьшилась в 4 раза, а средняя кинетическая энергия хаотического поступательного движения молекул увеличилась в 4 раза. Давление газа при этом

- 1) не изменилось
- 2) уменьшилось в 4 раза
- 3) увеличилось в 4 раза
- 4) увеличилось в 16 раз

A12 В герметично закрытый пакет из-под сока вставлена изогнутая трубочка для коктейля (см. рисунок), внутри которой находится небольшой столбик сока. Если обхватить пакет руками и нагревать его, не оказывая на него давления, столбик сока начинает двигаться к открытому концу трубочки. Какой процесс происходит с воздухом в пакете?

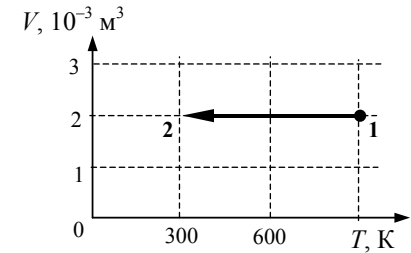


- 1) изобарное нагревание
- 2) изохорное нагревание
- 3) изотермическое расширение
- 4) адиабатный процесс

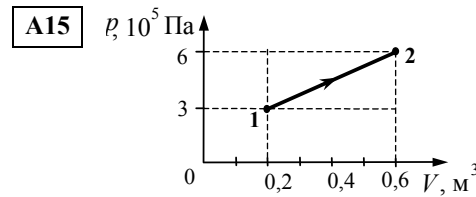
A13 Фарфоровую статуэтку массой 0,2 кг обжигали при температуре 1500 К и выставили на стол, где ее температура уменьшилась до 300 К. Какое приблизительное количество теплоты выделила статуэтка при остывании, если удельная теплоемкость фарфора 1100 Дж/кг·К?

- 1) $2,6 \cdot 10^5$ Дж
- 2) $3,3 \cdot 10^5$ Дж
- 3) $6,6 \cdot 10^4$ Дж
- 4) $2,6 \cdot 10^2$ Дж

A14 На рисунке показан график изменения состояния постоянной массы газа. В этом процессе газ отдал количество теплоты, равное 3 кДж, в результате чего его внутренняя энергия уменьшилась на



- 1) 1,2 кДж
- 2) 1,8 кДж
- 3) 2,4 кДж
- 4) 3 кДж



Какую работу совершает газ при переходе из состояния 1 в состояние 2 (см. рисунок)?

- 1) 360 кДж
- 2) 270 кДж
- 3) 180 кДж
- 4) 60 Дж

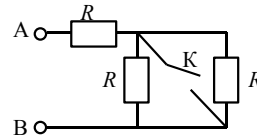
A16 Емкость плоского конденсатора изменится, если изменить

- 1) площадь обкладок
- 2) заряд на обкладках
- 3) напряженность поля в конденсаторе
- 4) напряжение между обкладками

A17 Сила взаимодействия двух маленьких неподвижных заряженных тел равна F . Чему станет равна эта сила, если заряд одного из тел уменьшится в 3 раза, а другого – увеличится в 3 раза?

- 1) $\frac{F}{9}$
- 2) $9F$
- 3) $\frac{F}{3}$
- 4) F

A18 Как изменится сопротивление участка цепи АВ, изображенного на рисунке, если ключ К замкнуть? Сопротивление каждого резистора равно 2 Ом.

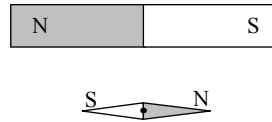


- 1) уменьшится на 2 Ом
- 2) увеличится на 1 Ом
- 3) уменьшится на 1 Ом
- 4) увеличится на 2 Ом

A19 Электрическая лампочка потребляет мощность 60 Вт при напряжении 220 В. Чему равно сопротивление спирали лампочки?

- 1) 3,7 Ом
- 2) 807 Ом
- 3) 130 Ом
- 4) 0,27 Ом

A20 К магнитной стрелке компаса, зафиксированной в положении, представленном на рисунке, поднесли магнит. После освобождения фиксатора стрелка компаса установится в положении равновесия,

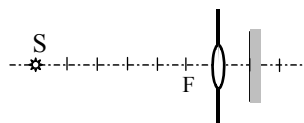


- 1) повернувшись на 180°
- 2) повернувшись на 90° по часовой стрелке
- 3) повернувшись на 90° против часовой стрелки
- 4) оставшись в прежнем положении

A21 За непрозрачным диском, освещенным ярким источником света небольшого размера, в центре тени можно обнаружить светлое пятно. Какое физическое явление при этом наблюдается?

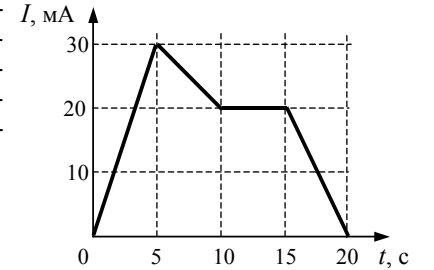
- 1) преломление света
- 2) поляризация света
- 3) дисперсия света
- 4) дифракция света

A22 Лампочка установлена на главной оптической оси собирающей линзы с фокусным расстоянием 10 см, вставленной в отверстие в непрозрачной панели. Справа от линзы установлен экран. Какая энергия попадает на экран за 10 с, если мощность излучения, проходящего через линзу, равна 5 мВт?



- 1) 10 мДж
- 2) 20 мДж
- 3) 25 мДж
- 4) 50 мДж

A23 На рисунке приведен график зависимости силы тока от времени в электрической цепи, индуктивность которой 1 мГн. Определите модуль среднего значения ЭДС самоиндукции в интервале времени от 10 до 15 с.



- 1) 2 мкВ
- 2) 3 мкВ
- 3) 5 мкВ
- 4) 0

A24 В электрическую цепь включена проволока длиной 20 см, изготовленная из латуни. Если напряжение между концами проволоки 10 В, то по ней идет ток силой 2 А. Напряженность электрического поля в проволоке равна



- 1) 10 В/м
- 2) 20 В/м
- 3) 25 В/м
- 4) 50 В/м

A25 Космический корабль, удаляющийся от Земли со скоростью $v = 0,3c$ (c – скорость света), послал на Землю радиосигнал. Каковы значения u_k и u_z скорости радиосигнала относительно корабля и относительно Земли?

- 1) $u_k = c, u_z = 0,7c$
- 2) $u_k = 1,3c, u_z = c$
- 3) $u_k = c, u_z = c$
- 4) $u_k = 0,7c, u_z = c$

A26 Один лазер излучает монохроматический свет с длиной волны $\lambda_1 = 300$ нм, другой – с длиной волны $\lambda_2 = 700$ нм. Отношение импульсов $\frac{P_1}{P_2}$ фотонов,

излучаемых лазерами, равно

- 1) $\frac{7}{3}$
- 2) $\frac{3}{7}$
- 3) $\sqrt{\frac{7}{3}}$
- 4) $\sqrt{\frac{3}{7}}$

A27 Ядро атома содержит 13 нейтронов и 9 протонов, вокруг него обращаются 8 электронов. Эта система частиц –

- 1) атом фтора ${}^{22}_9\text{F}$
- 2) ион фтора ${}^{22}_9\text{F}$
- 3) атом кислорода ${}^{22}_8\text{O}$
- 4) ион кислорода ${}^{13}_8\text{O}$

A28 В образце, содержащем радиоактивный изотоп висмута ${}^{212}_{83}\text{Bi}$, одновременно происходят реакции превращения его в полоний ${}^{212}_{83}\text{Bi} \rightarrow {}^{212}_{84}\text{Po}$ и таллий ${}^{212}_{83}\text{Bi} \rightarrow {}^{208}_{81}\text{Tl}$.

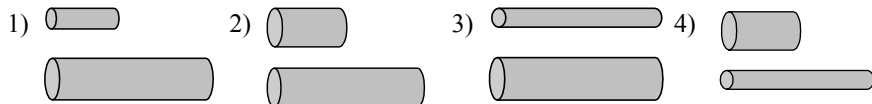
При этом регистрируются следующие виды радиоактивного излучения:

- 1) α -излучение и γ -излучение
- 2) только β -излучение
- 3) и α -, и β -излучение
- 4) только γ -излучение

A29 Работа выхода электрона из металла $A_{\text{вых}} = 3 \cdot 10^{-19}$ Дж. Найдите максимальную длину волны λ излучения, которым могут выбиваться электроны.

- 1) 660 нм
- 2) 66 нм
- 3) 6,6 нм
- 4) 6600 нм

A30 Проводники изготовлены из одного и того же материала. Какую пару проводников нужно выбрать, чтобы на опыте проверить зависимость сопротивления проволоки от ее длины?



Часть 2

В задании В1 требуется указать последовательность цифр, соответствующих правильному ответу. Эту последовательность следует записать сначала в текст экзаменационной работы, а затем перенести в бланк ответов № 1 без пробелов и других символов. (Цифры в ответе могут повторяться.)

В1 Брусок скользит по наклонной плоскости вниз без трения. Как изменяются при этом его скорость, ускорение, кинетическая энергия? К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ		ИХ ИЗМЕНЕНИЕ
А) скорость		1) увеличится
Б) ускорение		2) уменьшится
В) кинетическая энергия		3) не изменится

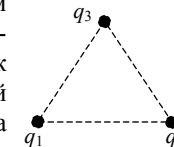
А	Б	В

Получившуюся последовательность цифр перенесите в бланк ответов (без пробелов и каких-либо символов).

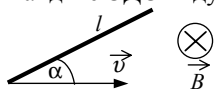
Ответом к каждому заданию этой части будет некоторое число. Это число надо записать в бланк ответов № 1 справа от номера задания (В2 – В4), начиная с первой клеточки. Каждый символ (цифру, запятую, знак минус) пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы физических величин писать не нужно.

В2 С идеальным газом происходит изотермический процесс, в котором в результате уменьшения объема газа на 150 дм³ давление газа возросло в 2 раза. Каким был первоначальный объем газа (в дм³)?

В3 Три медных изолированных шарика диаметром 1 см каждый расположены в воздухе в вершинах правильного треугольника со стороной 20 см. Первый шарик несет заряд $q_1 = 80$ нКл, второй $q_2 = 30$ нКл, а третий $q_3 = 40$ нКл. С какой силой первый шарик действует на третий? Ответ выразите в миллиньютонах.



- В4** Проводящий стержень длиной $l = 20$ см движется поступательно в однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,5$ Тл со скоростью $v = 1$ м/с так, что угол между стержнем и вектором скорости $\alpha = 30^\circ$ (см. рисунок). Найдите ЭДС индукции, возникающую в стержне.

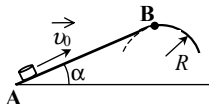


Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1

Часть 3

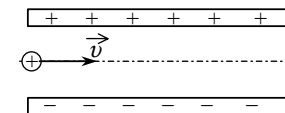
Задания C1 – C5 представляют собой задачи, полное решение которых необходимо записать в бланке ответов № 2. Полное правильное решение каждой задачи должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение. Рекомендуется провести предварительное решение на черновике. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (C1 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи.

- C1** Небольшая шайба после удара скользит вверх по наклонной плоскости из точки А (см. рисунок). В точке касания В наклонная плоскость без излома переходит в наружную поверхность горизонтальной трубы радиусом $R = 0,4$ м. Если в точке А скорость шайбы превосходит $u_0 = 4$ м/с, то в точке В шайба отрывается от опоры. Длина наклонной плоскости $AB = L = 1$ м, угол $\alpha = 30^\circ$. Найдите коэффициент трения μ между наклонной плоскостью и шайбой.



- C2** В калориметре находился 1 кг льда. Какой была температура льда, если после добавления в калориметр 15 г воды, имеющей температуру 20°C , в калориметре установилось тепловое равновесие при -2°C ? Теплообменом с окружающей средой и теплоемкостью калориметра пренебречь.

- C3** Положительно заряженная пылинка, имеющая массу 10^{-8} г, влетает в электрическое поле конденсатора в точке, находящейся посередине между его пластинами (см. рисунок). Минимальная скорость, с которой пылинка должна влететь в конденсатор, чтобы затем пролететь его насквозь, равна 30 м/с. Длина пластин конденсатора 10 см, расстояние между пластинами 1 см, напряженность электрического поля внутри конденсатора 500 кВ/м. Чему равен заряд частицы? Силой тяжести пренебречь. Система находится в вакууме.



- C4** Плоская горизонтальная фигура площадью $S = 0,1$ м², ограниченная проводящим контуром, имеющим сопротивление $R = 5$ Ом, находится в однородном магнитном поле. Какой заряд протечет по контуру за большой промежуток времени, пока проекция магнитной индукции на вертикаль равномерно меняется с $B_{1z} = 0,2$ Тл до $B_{2z} = -0,2$ Тл?

- C5** Препарат, активность которого равна $1,7 \cdot 10^{12}$ частиц в секунду, помещен в калориметр, заполненный водой при 293 К. Сколько времени потребуется, чтобы довести до кипения 10 г воды, если известно, что данный препарат испускает α -частицы энергией $5,3$ МэВ, причем энергия всех α -частиц полностью переходит во внутреннюю энергию? Теплоемкостью препарата, калориметра и теплообменом с окружающей средой пренебречь.