

Единый государственный экзамен по ФИЗИКЕ

Вариант № 354

Инструкция по выполнению работы

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 3,5 часа (210 минут). Работа состоит из 3 частей, включающих 36 заданий.

Часть 1 содержит 25 заданий (A1–A25). К каждому заданию дается 4 варианта ответа, из которых правильный только один.

Часть 2 содержит 5 заданий (B1–B5), на которые следует дать краткий ответ. Для заданий B1 и B2 ответ необходимо записать в виде набора цифр, а для заданий B3–B5 в виде числа.

Часть 3 состоит из 6 заданий (C1–C6), на которые требуется дать развернутый ответ.

При выполнении заданий B3–B5 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	$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{кг}^2$
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°C
атомная единица массы	1 а.е.м. = $1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
1 атомная единица массы эквивалентна	931,5 МэВ
1 электронвольт	1 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 Дж/(кг·К)
льда	$2,1 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$	меди	380 Дж/(кг·К)
железа	640 Дж/(кг·К)	чугуна	500 Дж/(кг·К)
свинца	130 Дж/(кг·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°C
----------------------------	--

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	$44 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$

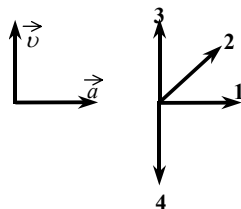
Часть 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания (A1–A25) поставьте знак «X» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

A1 Материальная точка равномерно движется по окружности радиусом R со скоростью v . Как нужно изменить скорость ее движения, чтобы при увеличении радиуса окружности в 2 раза центростремительное ускорение точки осталось прежним?

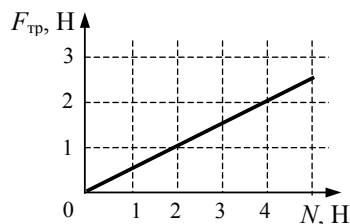
- 1) увеличить в 2 раза
- 2) уменьшить в 2 раза
- 3) увеличить в $\sqrt{2}$ раз
- 4) уменьшить в $\sqrt{2}$ раз

A2 На левом рисунке представлены векторы скорости \vec{v} и ускорения \vec{a} тела в инерциальной системе отсчета. Какой из четырех векторов на правом рисунке указывает направление вектора равнодействующей всех сил, действующих на тело в этой системе отсчета?



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

A3 На графике приведена зависимость силы трения скольжения от силы нормального давления. Каков коэффициент трения?



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

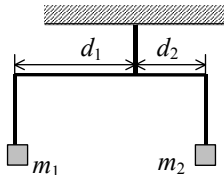
A4 Отношение импульса легкового автомобиля к импульсу мотоцикла $\frac{p_1}{p_2} = 6$. Каково отношение их скоростей, если отношение массы легкового

автомобиля к массе мотоцикла $\frac{m_1}{m_2} = 2$?

- 1) 0,33
- 2) 1,8
- 3) 3
- 4) 12

A5 Тело массой 10 кг движется поступательно и имеет кинетическую энергию 45 Дж. Какова его скорость?

- 1) 450 м/с
- 2) 4,5 м/с
- 3) 3 м/с
- 4) 9 м/с

A6  Коромысло весов, к которому подвешены на нитях два тела (см. рисунок), находится в равновесии. Как нужно изменить плечо d_2 , чтобы после уменьшения массы первого тела в 2 раза равновесие сохранилось? (Коромысло и нити считать невесомыми.)

- 1) увеличить в 2 раза
- 2) увеличить в 4 раза
- 3) уменьшить в 4 раза
- 4) уменьшить в 2 раза

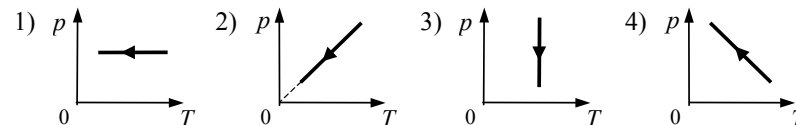
A7 Три одинаковых шарика находятся на оси x . Левый шарик покоится, а средний и правый шарики движутся навстречу друг другу, причем модули их скоростей равны соответственно $3v$ и $9v$. Какими будут модуль и направление скорости всех трех шариков после их абсолютно неупругого соударения?

- 1) v , вправо
- 2) $2v$, влево
- 3) $4v$, влево
- 4) $4v$, вправо

A8 В каком состоянии вещества его молекулы хаотично движутся в окружении своих "соседей", изредка перескакивают на расстояние, сравнимое с размерами молекулы, и там опять движутся в окружении других молекул вещества?

- 1) только в газообразном
- 2) в газообразном и жидком
- 3) в газообразном и твердом
- 4) в жидком и твердом

A9 На рисунке приведены графики зависимости давления 1 моль идеального газа от абсолютной температуры для различных процессов. Изохорному процессу соответствует график



A10 Как изменяется внутренняя энергия идеального газа в теплоизолированном сосуде при сжатии?

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) увеличивается или уменьшается – в зависимости от количества газа
- 4) увеличивается или уменьшается – в зависимости от молярной массы газа

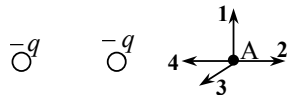
A11 При нагревании 1 кг воздуха от 10°C до 15°C при постоянном давлении ему сообщили количество теплоты, равное 5000 Дж. Чему равна удельная теплоемкость воздуха в этом процессе?

- 1) 18 Дж/(кг·К)
- 2) 250 Дж/(кг·К)
- 3) 1000 Дж/(кг·К)
- 4) 25000 Дж/(кг·К)

A12 Температура нагревателя идеальной тепловой машины равна 327°C, а температура холодильника 17°C. Работа двигателя за цикл равна 15 МДж. Какое количество теплоты получает рабочее тело от нагревателя за это время?

- 1) 15,8 кДж
- 2) 29 кДж
- 3) 15,8 МДж
- 4) 29 МДж

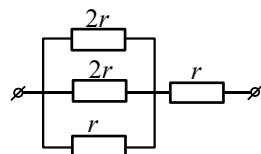
A13 На рисунке представлено расположение двух неподвижных электрических зарядов $-q$ и $-q$.



Направлению вектора напряженности суммарного электрического поля этих зарядов в точке А соответствует стрелка

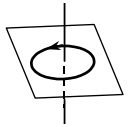
- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 4

A14 На рисунке показан участок цепи постоянного тока. Каково сопротивление этого участка, если $r = 1$ Ом?



- 1) 1,5 Ом
- 2) 6 Ом
- 3) 2 Ом
- 4) 3 Ом

A15 На рисунке изображен проволочный виток, по которому течет электрический ток в направлении, указанном стрелкой. Виток расположен в горизонтальной плоскости. В центре витка вектор индукции магнитного поля тока направлен

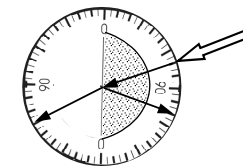


- 1) вертикально вверх ↑
- 2) вертикально вниз ↓
- 3) горизонтально вправо →
- 4) горизонтально влево ←

A16 Заряженный конденсатор в первый раз подключили к катушке с индуктивностью L , а во второй – к катушке с индуктивностью $9L$. В обоих случаях в контуре возникли свободные незатухающие колебания. Во втором случае период колебаний

- 1) в 3 раза меньше
- 2) в 3 раза больше
- 3) в 9 раз меньше
- 4) в 9 раз больше

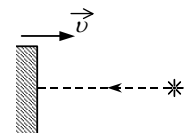
A17 На рисунке – опыт по преломлению света в стеклянной пластине.



Показатель преломления стекла равен отношению

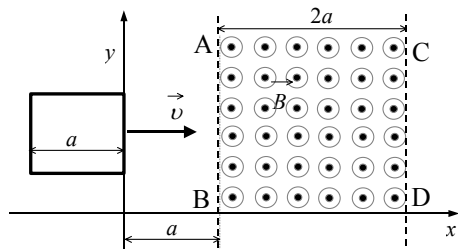
- 1) $\frac{\sin 120^\circ}{\sin 110^\circ}$
- 2) $\frac{\sin 30^\circ}{\sin 20^\circ}$
- 3) $\frac{\sin 70^\circ}{\sin 60^\circ}$
- 4) $\frac{\sin 160^\circ}{\sin 150^\circ}$

A18 Свет от неподвижного источника распространяется со скоростью c и падает перпендикулярно на поверхность зеркала, которое приближается к источнику со скоростью v . Какова скорость отраженного света в инерциальной системе отсчета, связанной с зеркалом?



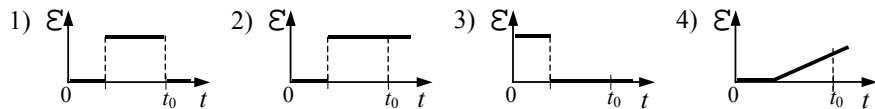
- 1) $c - v$
- 2) c
- 3) $c + v$
- 4) $c \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$

A19



В некоторой области пространства, ограниченной плоскостями АВ и CD, создано однородное магнитное поле (см. рисунок). Металлическая квадратная рамка движется с постоянной скоростью, направленной вдоль плоскости рамки

и перпендикулярно линиям индукции поля. На каком из графиков правильно показана зависимость от времени ЭДС индукции в рамке, если в момент времени t_0 задняя сторона рамки пересекла плоскость АВ?



A20

Планетарной модели атома соответствует утверждение: ядро – в центре атома, большая часть массы атома сосредоточена

- 1) в ядре, заряд электронов положителен
- 2) в ядре, заряд ядра отрицателен
- 3) в электронах, заряд электронов отрицателен
- 4) в ядре, заряд электронов отрицателен

A21

Наблюдение за препаратом массой 1 кг показало, что период полураспада ядер атомов мышьяка ${}_{33}^{72}\text{As}$ составляет 26 ч. Это означает, что

- 1) за 26 ч массовое число каждого атома мышьяка уменьшается вдвое
- 2) одно ядро мышьяка распадается каждые 26 ч
- 3) половина изначально имевшихся ядер мышьяка распадается за 26 ч
- 4) все изначально имевшиеся ядра мышьяка распались через 52 ч

A22

Какое ядро X образуется в ядерной реакции ${}_{7}^{14}\text{N} + {}_{2}^{4}\text{He} \rightarrow \text{X} + {}_{1}^{1}\text{H}$?

- 1) ${}_{9}^{17}\text{F}$
- 2) ${}_{8}^{17}\text{O}$
- 3) ${}_{7}^{18}\text{N}$
- 4) ${}_{9}^{18}\text{F}$

A23

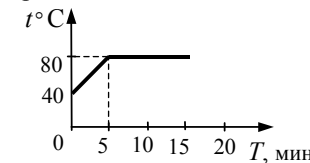
Энергия фотона, соответствующая красной границе фотоэффекта для алюминия, равна $4,5 \cdot 10^{-19}$ Дж. Определите максимальную кинетическую энергию фотоэлектронов, если на металл падает свет, энергия фотонов которого равна 10^{-18} Дж.

- 1) $3,5 \cdot 10^{-19}$ Дж
- 2) 0 Дж
- 3) $1,45 \cdot 10^{-18}$ Дж
- 4) $5,5 \cdot 10^{-19}$ Дж

A24

На рисунке приведен график зависимости температуры вещества от времени. Этот график позволяет с уверенностью утверждать, что

- 1) первые 5 минут вещество постепенно нагревалось, а затем кипело
- 2) первые 5 минут температура вещества повышалась, а затем не менялась
- 3) температура кипения вещества равна 80°C
- 4) первые 5 минут температура вещества повышалась, а затем оно плавилось



A25

В каком из приведенных ниже случаев можно сравнивать результаты измерений физических величин?

- 1) 1 Вт·с и 2 Н
- 2) 2 Вт и 2 Дж·с
- 3) 3 Вт и 2 Дж/с
- 4) 4 Вт и 3 Дж/с²

Часть 2

В заданиях В1–В2 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

Колебания пружинного маятника изучаются при различных значениях массы груза маятника и жесткости его пружины. Если уменьшить массу груза, а жесткость пружины увеличить, то как изменятся 3 величины: период колебаний маятника, их частота, период изменения потенциальной энергии маятника?

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

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ ИХ ИЗМЕНЕНИЕ

- | | |
|---|-----------------|
| А) период колебаний | 1) увеличится |
| Б) частота колебаний | 2) уменьшится |
| В) период изменения потенциальной энергии | 3) не изменится |

А	Б	В

В2

Как изменятся число протонов и нуклонов в ядре в результате β^- -распада? Установите соответствие между физическими величинами и характером их изменения.

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

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ ИХ ИЗМЕНЕНИЕ

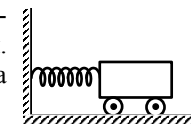
- | | |
|-------------------|-----------------|
| А) число нуклонов | 1) увеличится |
| Б) число протонов | 2) не изменится |
| | 3) уменьшится |

А	Б

Ответом к каждому заданию этой части будет некоторое число. Это число надо записать в бланк ответов № 1 справа от номера задания (В3–В5), начиная с первой клеточки. Каждый символ (цифру, запятую, знак минус) пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы физических величин писать не нужно.

В3

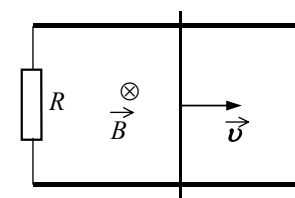
Груз массой 2 кг, закреплённый на пружине жёсткостью 200 Н/м, совершает гармонические колебания (см. рисунок). Максимальная скорость груза при этом равна 1 м/с. Каково максимальное ускорение груза?



В4

С разреженным газом проводится изотермический процесс, в котором для уменьшения давления газа на 150 кПа объем газа увеличили в 2 раза. Масса газа постоянна. Каково было первоначальное давление газа? Ответ выразите в килопаскалях (кПа).

В5



Прямоугольный контур, образованный двумя рельсами и двумя перемычками, находится в однородном магнитном поле, перпендикулярном плоскости контура. Правая перемычка скользит по рельсам, сохраняя надежный контакт с ними. Известны величины: индукция магнитного поля $B = 0,1$ Тл, сила индукционного тока в контуре $i_{\text{инд}} = 10$ мА, скорость движения перемычки $v = 2$ м/с, сопротивление контура $R = 2$ Ом. Каково расстояние между рельсами?

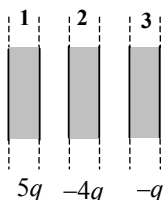
Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1

Часть 3

Задания C1–C6 представляют собой задачи, полное решение которых необходимо записать в бланке ответов № 2. 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.

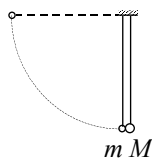
В задаче C1 следует записать развернутый ответ, поясняющий физические процессы, описанные в задаче, и ход ваших рассуждений.

C1 На трех параллельных металлических пластинах большой площади располагаются заряды, указанные на рисунке. Какой заряд находится на правой плоскости третьей пластины? Ответ объясните.

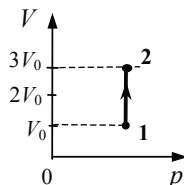


Полное правильное решение каждой из задач C2–C6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

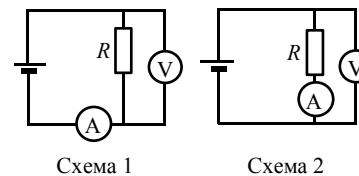
C2 Два шарика, массы которых $m = 0,1$ кг и $M = 0,2$ кг, висят, соприкасаясь, на нитях. Левый шарик отклоняют на угол 90° и отпускают без начальной скорости. Каково отношение количества тепла, выделившегося в результате абсолютно неупругого удара шариков, к кинетической энергии шариков после удара?



C3 На рисунке изображено изменение состояния 1 моль неона. Начальная температура газа 27°C . Какое количество теплоты сообщено газу в этом процессе?



C4 Одни и те же элементы соединены в электрическую цепь сначала по схеме 1, а затем по схеме 2 (см. рисунок). Сопротивление резистора равно R , сопротивление амперметра $\frac{1}{10}R$, сопротивление вольтметра $9R$. Каковы показания вольтметра в первой схеме, если во второй схеме они равны U_2 ? Внутренним сопротивлением источника и сопротивлением проводов пренебречь.



C5 Простой колебательный контур содержит конденсатор емкостью $C = 1$ мкФ и катушку индуктивности $L = 0,01$ Гн. Какой должна стать емкость конденсатора, чтобы циклическая частота колебаний энергии магнитного поля в контуре уменьшилась на $\Delta\omega = 10^4$ с $^{-1}$?

C6 Для увеличения яркости изображения слабых источников света используется вакуумный прибор – электронно-оптический преобразователь. В этом приборе фотоны, падающие на катод, выбивают из него фотоэлектроны, которые ускоряются разностью потенциалов $\Delta U = 15000$ В и бомбардируют флуоресцирующий экран, рождающий вспышку света при падении каждого электрона. При этом один фотоэлектрон рождается при падении на катод в среднем $k = 10$ фотонов с длиной волны $\lambda_1 = 820$ нм. Какова длина волны λ_2 света, испускаемого экраном, если прибор увеличивает общее число фотонов в $N = 500$ раз? Работу выхода электронов $A_{\text{вых}}$ принять равной 1 эВ. Считать, что энергия электронов переходит в энергию света без потерь.