Единый государственный экзамен по ФИЗИКЕ

Вариант № 3

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 (А1–А25). К каждому заданию дается 4 варианта ответа, из которых правильный только один.

Часть 2 содержит 5 заданий (В1–В5), на которые следует дать краткий ответ. Для заданий В1 и В2 ответ необходимо записать в виде набора цифр, а для заданий В3–В5 в виде числа.

Часть 3 состоит из 6 заданий (С1–С6), на которые требуется дать развернутый ответ.

При выполнении заданий В3–В5 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}

© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

Константы

число π	$\pi = 3{,}14$
ускорение свободного падения на Земле	$g = 10$ м/с^2
гравитационная постоянная	$G = 6{,}7\cdot10^{-11}$ Н·м^2/кг^2
универсальная газовая постоянная	$R = 8{,}31$ Дж/(моль·К)
постоянная Больцмана	$k = 1{,}38\cdot10^{-23}$ Дж/К
постоянная Авогадро	$N_A = 6\cdot10^{23}$ моль$^{-1}$
скорость света в вакууме	$c = 3\cdot10^8$ м/с
коэффициент пропорциональности в законе Кулона	$k = \dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0} = 9\cdot10^9$ Н·м^2/Кл^2
модуль заряда электрона (элементарный электрический заряд)	$e = 1{,}6\cdot10^{-19}$ Кл
постоянная Планка	$h = 6{,}6\cdot10^{-34}$ Дж·с

Соотношение между различными единицами

температура	0 К = – 273°С
атомная единица массы	1 а.е.м. = $1{,}66\cdot10^{-27}$ кг
1 атомная единица массы эквивалентна	931,5 МэВ
1 электронвольт	1 эВ = $1{,}6\cdot10^{-19}$ Дж

Масса частиц

электрона	$9{,}1\cdot10^{-31}$кг ≈ $5{,}5\cdot10^{-4}$ а.е.м.
протона	$1{,}673\cdot10^{-27}$ кг ≈ 1,007 а.е.м.
нейтрона	$1{,}675\cdot10^{-27}$ кг ≈ 1,008 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 теплоемкость

воды	$4{,}2\cdot10^3$ Дж/(кг·К)	алюминия	900 Дж/(кг·К)
льда	$2{,}1\cdot10^3$ Дж/(кг·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	$2{,}3\cdot10^6$ Дж/кг
плавления свинца	$2{,}5\cdot10^4$ Дж/кг
плавления льда	$3{,}3\cdot10^5$ Дж/кг

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

Молярная масса

азота	$28\cdot10^{-3}$ кг/моль	кислорода	$32\cdot10^{-3}$ кг/моль
аргона	$40\cdot10^{-3}$ кг/моль	лития	$6\cdot10^{-3}$ кг/моль
водорода	$2\cdot10^{-3}$ кг/моль	молибдена	$96\cdot10^{-3}$ кг/моль
воздуха	$29\cdot10^{-3}$ кг/моль	неона	$20\cdot10^{-3}$ кг/моль
гелия	$4\cdot10^{-3}$ кг/моль	углекислого газа	$44\cdot10^{-3}$ кг/моль

Часть 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания (А1–А25) поставьте знак «×» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

А1 Два автомобиля движутся по прямому шоссе: первый со скоростью $\vec{\upsilon}$, второй со скоростью $(-4\vec{\upsilon})$ относительно шоссе. Скорость первого автомобиля относительно второго равна

1) $-5\vec{\upsilon}$ 2) $5\vec{\upsilon}$ 3) $3\vec{\upsilon}$ 4) $-3\vec{\upsilon}$

А2 В инерциальной системе отсчета сила $\boldsymbol{F}$ сообщает телу массой m ускорение $\boldsymbol{a}$. Как изменится ускорение тела, если массу тела в 2 раза уменьшить, а действующую на него силу вдвое увеличить?

1) увеличится в 4 раза
2) уменьшится в 2 раза
3) уменьшится в 4 раза
4) увеличится в 2 раза

А3 Два маленьких шарика массой m каждый находятся на расстоянии r друг от друга и притягиваются с силой $\boldsymbol{F}$. Какова сила гравитационного притяжения двух других шариков, если масса каждого из них $2m$, а расстояние между их центрами $\frac{1}{2}r$?

1) $2\boldsymbol{F}$ 2) $4\boldsymbol{F}$ 3) $8\boldsymbol{F}$ 4) $16\boldsymbol{F}$

А4 Две тележки движутся навстречу друг другу с одинаковыми по модулю скоростями υ. Массы тележек m и $2m$. Какой будет скорость движения тележек после их абсолютно неупругого столкновения?

1) $\frac{3}{2}\upsilon$ 2) $\frac{2}{3}\upsilon$ 3) 3υ 4) $\frac{1}{3}\upsilon$

А5 Тяжелый молот падает на сваю и вбивает ее в землю. В этом процессе происходит преобразование

1) потенциальной энергии молота в потенциальную энергию сваи
2) кинетической энергии молота во внутреннюю энергию молота, сваи, почвы
3) внутренней энергии молота в кинетическую и потенциальную энергию сваи
4) внутренней энергии молота во внутреннюю энергию сваи и почвы

© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

А6 Скорость тела, совершающего гармонические колебания, меняется с течением времени в соответствии с уравнением $\upsilon = 2\cdot10^{-2}\sin 3\pi t$, где все величины выражены в СИ. Амплитуда колебаний скорости равна

1) $2\cdot10^{-2}$ м/с 2) $6\cdot10^{-2}$ м/с 3) 3 м/с 4) 3π м/с

А7 Подвешенный на пружине грузик совершает гармонические колебания. В таблице представлены координаты грузика через одинаковые промежутки времени. Масса грузика 100 г. Какова, примерно, жёсткость пружины?

t (с)	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7
$\boldsymbol{x}$ (см)	6	3	0	3	6	3	0	3

1) 75 Н/м 2) 50 Н/м 3) 12,5 Н/м 4) 25 Н/м

А8 В сосуде находится смесь двух газов: 0,5 моль кислорода и 4 моль водорода. Каково соотношение масс m_1 кислорода и m_2 водорода в сосуде?

1) $m_1 = 2m_2$ 2) $8m_1 = m_2$ 3) $2m_1 = m_2$ 4) $m_1 = 8m_2$

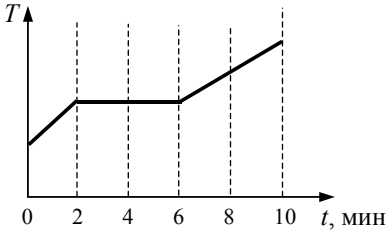
А9 Внутри твердых тел теплообмен осуществляется преимущественно путем

1) конвекции
2) теплопроводности и конвекции
3) излучения и конвекции
4) теплопроводности

А10 Идеальный газ расширяется при постоянной температуре. Его внутренняя энергия при этом

1) увеличивается или уменьшается в зависимости от скорости изменения объема
2) увеличивается
3) уменьшается
4) не изменяется

А11 В керамическую чашечку (тигель) опустили электрический термометр и насыпали кристаллической серы. После этого тигель поместили в печь. Диаграмма изменения температуры серы с течением времени показана на рисунке. Печь при постоянном нагреве передавала сере в среднем 1 кДж энергии в минуту. Какое количество теплоты передано сере на участке ее плавления?



1) 6 кДж 2) 2 кДж 3) 10 кДж 4) 4 кДж

A12 В одном из опытов стали нагревать воздух в сосуде постоянного объема. При этом температура воздуха в сосуде повысилась в 3 раза, а его давление возросло в 2 раза. Оказалось, что кран у сосуда был закрыт плохо, и через него просачивался воздух. Во сколько раз изменилась масса воздуха в сосуде?

1) увеличилась в 6 раз
2) уменьшилась в 6 раз
3) увеличилась в 1,5 раза
4) уменьшилась в 1,5 раза

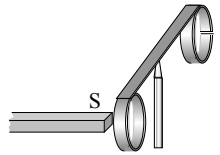
A13 При перемещении положительного электрического заряда в электростатическом поле из точки с потенциалом 20 В в точку с потенциалом 12 В совершается работа 0,64 Дж. Чему равно значение заряда?

1) 0,08 Кл 2) 0,053 Кл 3) 0,032 Кл 4) 0,02 Кл

A14 Чему равно время прохождения тока силой 5 А по проводнику, если при напряжении на его концах 120 В в проводнике выделяется количество теплоты, равное 540 кДж?

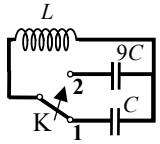
1) 0,9 с 2) 187,5 с 3) 900 с 4) 22500 с

A15 На рисунке запечатлен тот момент демонстрационного эксперимента по проверке правила Ленца, когда все предметы неподвижны. Южный полюс магнита находится вблизи сплошного металлического кольца. Коромысло с металлическими кольцами может свободно вращаться вокруг вертикальной опоры. Если теперь передвинуть магнит вправо, то ближайшее к нему кольцо будет отталкиваться от магнита. Это отталкивание – результат



1) взаимодействия магнита с магнитным полем индукционного тока в кольце
2) гравитационного взаимодействия магнита и кольца
3) кулоновского взаимодействия зарядов в магните и кольце
4) взаимодействия индукционных токов в магните и кольце

A16 Как изменится период собственных электромагнитных колебаний в контуре (см. рисунок), если ключ К перевести из положения 1 в положение 2?



1) уменьшится в 3 раза
2) увеличится в 3 раза
3) уменьшится в 9 раз
4) увеличится в 9 раз

A17 Лучи от двух лазеров, свет которых соответствует длинам волн λ и 0,5λ, поочередно направляются перпендикулярно плоскости дифракционной решетки (см. рисунок). Расстояние между нулевым и первым дифракционным максимумами на удаленном экране

1) в обоих случаях одинаково
2) во втором случае в 4 раза больше
3) во втором случае в 2 раза больше
4) во втором случае в 2 раза меньше

A18 Какое из следующих утверждений справедливо согласно специальной теории относительности?

1) Для объяснения любого физического процесса все системы отсчёта равноправны.
2) Объяснение любого физического процесса относительно и индивидуально для каждой инерциальной системы отсчёта.
3) Для объяснения любого физического процесса все инерциальные системы отсчёта равноправны.
4) Корректное объяснение любого физического процесса возможно только в инерциальной системе отсчёта.

A19 В цепи переменного тока напряжение на концах идеальной катушки изменяется с циклической частотой $\omega = 48$ с$^{-1}$. Амплитуда напряжения и силы тока соответственно равны $U_m = 24$ В и $I_m = 1$ А. Найдите индуктивность катушки.

1) 0,005 Гн 2) 0,5 Гн 3) 1 Гн 4) 24 Гн

© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

A20 В соответствии с гипотезой, выдвинутой Луи де Бройлем, частицы обладают волновыми свойствами. Какое явление должно наблюдаться при прохождении потока электронов через две близко расположенные щели?

1) интерференция
2) отражение
3) движение со скоростью, большей скорости света после прохождения щелей
4) возникновение силы электрического притяжения между электронами

A21 Ядро какого элемента образуется после двух последовательных α-распадов из ядра $^{252}_{102}\mathrm{No}$?

1) $^{244}_{98}\mathrm{Cf}$ 2) $^{248}_{98}\mathrm{Cf}$ 3) $^{248}_{96}\mathrm{Cm}$ 4) $^{248}_{100}\mathrm{Fm}$

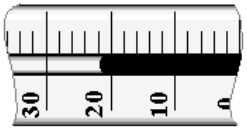
A22 В какой из строчек таблицы правильно указана структура ядра $^{17}_{9}\mathrm{F}$?

	p – число протонов	*n* – число нейтронов
1)	9	8
2)	9	17
3)	17	9
4)	17	26

A23 α-излучением называют

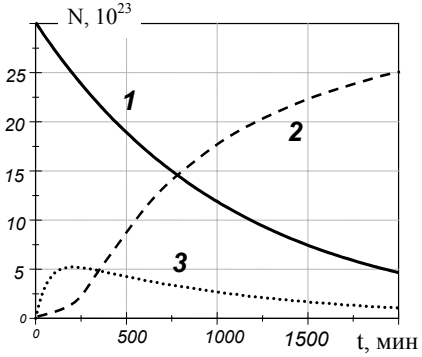
1) поток протонов
2) поток электронов
3) поток ядер гелия
4) электромагнитные волны частотой свыше 10^{20} Гц

A24 На рисунке показана часть шкалы комнатного термометра. Определите абсолютную температуру воздуха в комнате.



1) 21°C 2) 22°C 3) 275 K 4) 295 K

A25 Висмут $^{211}_{83}\mathrm{Bi}$ в результате радиоактивного распада переходит в радиоактивный изотоп таллия $^{207}_{81}\mathrm{Tl}$, который затем превращается в стабильный изотоп свинца $^{207}_{82}\mathrm{Pb}$. На рисунке приведены графики изменения числа атомов с течением времени. Какой график может относиться к изотопу висмута $^{211}_{83}\mathrm{Bi}$?

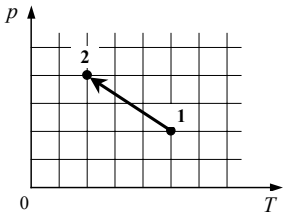


1) 1
2) 2
3) 3
4) ни один из представленных графиков

Часть 2

В заданиях B1–B2 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.)

B1 Идеальный одноатомный газ переходит из состояния 1 в состояние 2 (см. диаграмму). Масса газа не меняется. Как ведут себя перечисленные ниже величины, описывающие этот газ в ходе указанного на диаграмме процесса?



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

ВЕЛИЧИНЫ	ХАРАКТЕР ИЗМЕНЕНИЯ
А) давление газа	1) увеличивается
Б) объем газа	2) уменьшается
В) внутренняя энергия	3) не изменяется

А	Б	В

© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

B2 Как ведут себя перечисленные ниже характеристики атомного ядра при β^--распаде?
Установите соответствие между физическими величинами, характеризующими ядро, и характером их изменения.
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ВЕЛИЧИНЫ	ХАРАКТЕР ИЗМЕНЕНИЯ
А) массовое число ядра	1) не изменяется
Б) заряд ядра	2) увеличивается
	3) уменьшается

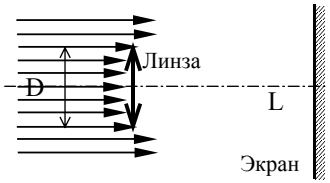
А	Б

Ответом к каждому заданию этой части будет некоторое число. Это число надо записать в бланк ответов № 1 справа от номера задания (B3–B5), 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.

B3 Небольшой камень бросили с ровной горизонтальной поверхности земли под углом 60° к горизонту. На какую максимальную высоту поднялся камень, если ровно через 1 с после броска его скорость была направлена горизонтально?

B4 В калориметр с водой бросают кусочки тающего льда. В некоторый момент кусочки льда перестают таять. Первоначальная масса воды в калориметре 330 г, а в конце процесса таяния масса воды увеличилась. Насколько увеличилась масса воды, если первоначальная температура воды 20°С? Ответ выразите в граммах (г).

B5 Пучок параллельных световых лучей падает перпендикулярно на тонкую собирающую линзу оптической силой 4 дптр. Экран, находящийся на расстоянии 75 см от линзы, освещен неравномерно. Каков диаметр линзы (в см), если внешний диаметр светлого кольца на экране 12 см?



Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1

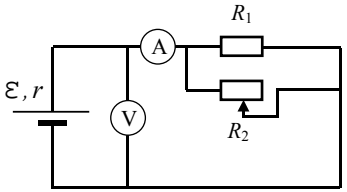
© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**

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 рисунке показана принципиальная схема электрической цепи, состоящей из источника тока с отличным от нуля внутренним сопротивлением, резистора, реостата и измерительных приборов – идеального амперметра и идеального вольтметра. Используя законы постоянного тока, проанализируйте эту схему и выясните, как будут изменяться показания приборов при перемещении движка реостата *вправо*.

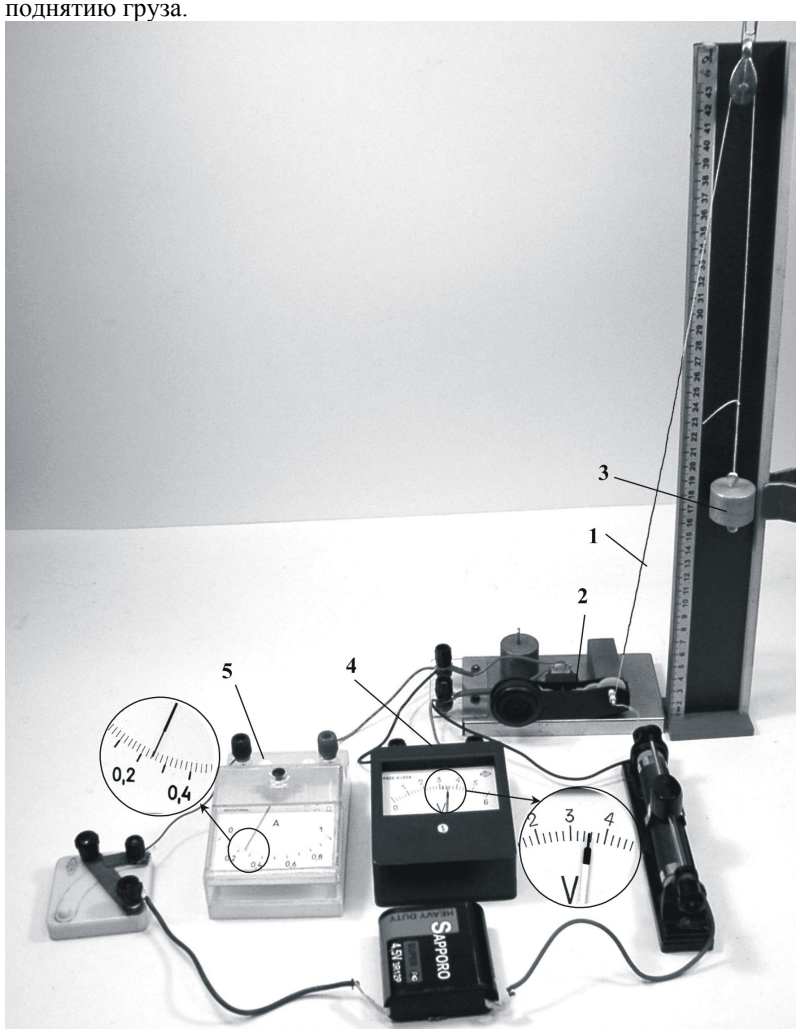


Полное правильное решение каждой из задач C2–C6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

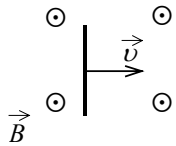
C2 Радиус планеты Плюк в 2 раза меньше радиуса Земли, а период обращения спутника, движущегося вокруг Плюка по низкой круговой орбите, совпадает с периодом обращения аналогичного спутника Земли. Чему равно отношение средних плотностей Плюка и Земли? Объем шара пропорционален кубу радиуса ($V \sim R^3$).

C3 В цилиндре, закрытом подвижным поршнем, находится одноатомный идеальный газ. Во время опыта газ сжали и охладили так, что его объем уменьшился в 4 раза, а абсолютная температура стала меньше в 6 раз. Оказалось, однако, что газ мог просачиваться сквозь зазор вокруг поршня, и за время опыта давление газа снизилось в 3 раза. Во сколько раз изменилась внутренняя энергия газа в цилиндре?

C4 Для исследования преобразования электрической энергии в механическую была собрана установка, представленная на фотографии: один конец нити (1) укреплен на валу электродвигателя (2), другой перекинут через неподвижный блок, и к нему привязан груз (3) массой 0,1 кг. За какое время этот груз поднимется на высоту 0,4 м, если при напряжении, зафиксированном вольтметром (4), и силе тока, зафиксированной амперметром (5), КПД устройства равен 5%? Полезной считается работа по поднятию груза.



C5 Горизонтально расположенный проводник длиной 1 м движется равноускоренно в вертикальном однородном магнитном поле, индукция которого равна 0,5 Тл и направлена перпендикулярно проводнику и скорости его движения (см. рисунок). При начальной скорости проводника, равной нулю, проводник переместился на 1 м. ЭДС индукции на концах проводника в конце перемещения равна 2 В. Каково ускорение проводника?



C6 В сосуде находится разреженный атомарный водород. Атом водорода в основном состоянии (E_1 = – 13,6 эВ) поглощает фотон излучения длиной волны λ = 80 нм. С какой примерно скоростью движется вдали от ядра электрон, вылетевший из атома в результате ионизации? Энергией теплового движения атомов водорода пренебречь.

© 2009 Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки Российской Федерации
Копирование **не допускается**