

Единый государственный экзамен по ФИЗИКЕ

Вариант № 2

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}

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°С
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°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–A25) поставьте знак «х» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

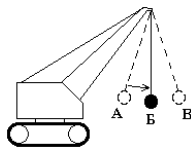
A1 Два лыжника движутся по прямой лыжне: один со скоростью \vec{v} , другой со скоростью $(-0,5\vec{v})$ относительно деревьев. Скорость второго лыжника относительно первого равна
 1) $0,5\vec{v}$ 2) $-0,5\vec{v}$ 3) $-1,5\vec{v}$ 4) $1,5\vec{v}$

A2 В инерциальной системе отсчета сила F сообщает телу массой m ускорение 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

A3 Два маленьких шарика с одинаковой массой m находятся на расстоянии r друг от друга и притягиваются с силой F . Какова сила гравитационного притяжения двух других шариков, если масса каждого из них $2m$, а расстояние между их центрами $2r$?
 1) F 2) $2F$ 3) $\frac{F}{4}$ 4) $\frac{F}{2}$

A4 Две тележки движутся навстречу друг другу с одинаковыми по модулю скоростями v . Массы тележек m и $2m$. Какой будет скорость движения тележек после их абсолютно неупругого столкновения?
 1) $\frac{3}{2}v$ 2) $\frac{2}{3}v$ 3) $3v$ 4) $\frac{1}{3}v$

A5 Для разрушения преграды часто используют массивный шар, раскачиваемый на стреле подъемного крана (см. рисунок). Какие преобразования энергии происходят при перемещении шара из положения А в положение Б?
 1) кинетическая энергия шара преобразуется в его потенциальную энергию
 2) потенциальная энергия шара преобразуется в его кинетическую энергию
 3) внутренняя энергия шара преобразуется в его кинетическую энергию
 4) внутренняя энергия шара преобразуется в его потенциальную энергию



A6 Скорость тела, совершающего гармонические колебания, меняется с течением времени в соответствии с уравнением $v = 2 \cdot 10^{-2} \sin 3\pi t$, где все величины выражены в СИ. Амплитуда колебаний скорости равна
 1) $2 \cdot 10^{-2}$ м/с 2) $6 \cdot 10^{-2}$ м/с 3) 3 м/с 4) 3π м/с

A7 Подвешенный на пружине грузик совершает гармонические колебания. В таблице представлены координаты грузика через одинаковые промежутки времени. Какова максимальная скорость грузика?

t (с)	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4
x (см)	6	3	0	3	6	3	0	3

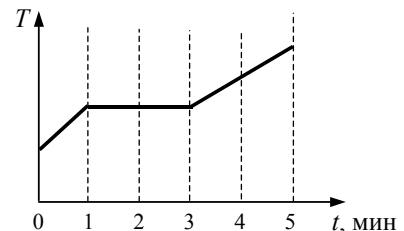
1) 0,73 м/с 2) 0,236 м/с 3) 1,23 м/с 4) 1,77 м/с

A8 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) $m_1 = 8m_2$

A9 Теплообмен путем конвекции может осуществляться
 1) в газах, жидкостях и твердых телах
 2) в газах и жидкостях
 3) только в газах
 4) только в жидкостях

A10 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

A11 В керамическую чашечку (тигель) опустили электрический термометр и насыпали опилки олова. После этого тигель поместили в печь. Диаграмма изменения температуры олова с течением времени показана на рисунке. Печь при постоянном нагреве передавала олову в среднем 500 Дж энергии в минуту. Какое количество теплоты передано олову на участке его плавления?
 1) 2500 Дж 2) 2000 Дж 3) 1000 Дж 4) 500 Дж



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

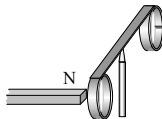
A13 Электрический заряд 0,02 мКл медленно перенесли из одной точки электростатического поля в другую. При этом была совершена работа 5 мДж. Чему равна абсолютная величина разности потенциалов между этими точками?

- 1) 0,004 В
- 2) 0,1 В
- 3) 250 В
- 4) 250 мВ

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?

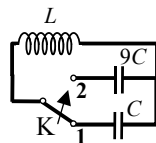
- 1) 0,9 с
- 2) 187,5 с
- 3) 900 с
- 4) 22500 с

A15 На рисунке запечатлен тот момент демонстрационного опыта по проверке правила Ленца, когда все предметы неподвижны. Северный полюс магнита находится вблизи сплошного алюминиевого кольца. Коромысло с металлическими кольцами может свободно вращаться вокруг вертикальной опоры. Если теперь передвинуть магнит вправо, то ближайшее к нему кольцо будет



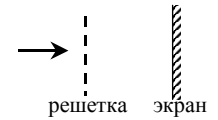
- 1) оставаться неподвижным
- 2) перемещаться вправо
- 3) перемещаться навстречу магниту
- 4) совершать колебания

A16 Как изменится период собственных электромагнитных колебаний в контуре (см. рисунок), если ключ К переключить 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 2λ , 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 2 раза меньше
- 3) во втором случае в 2 раза больше
- 4) во втором случае в 4 раза больше

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 Напряжение на конденсаторе в цепи переменного тока меняется с циклической частотой $\omega = 2000 \text{ с}^{-1}$. Амплитуда колебания напряжения и силы тока равна соответственно $U_m = 100 \text{ В}$ и $I_m = 1 \text{ А}$. Найдите ёмкость конденсатора.

- 1) 500 Ф
- 2) 0,5 мкФ
- 3) $5 \cdot 10^{-6}$ Ф
- 4) $2 \cdot 10^{-6}$ Ф

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 Из ядра $^{224}_{88}\text{Ra}$ образуется ядро $^{216}_{84}\text{Po}$ в результате

- 1) двух β -распадов
- 2) двух α -распадов
- 3) одного α - и двух β -распадов
- 4) одного α -распада и одного β -распада

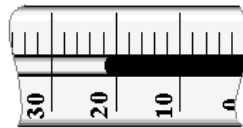
A22 В какой из строчек таблицы правильно указана структура ядра $^{17}_9\text{F}$?

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

A23 Гамма-излучение – это

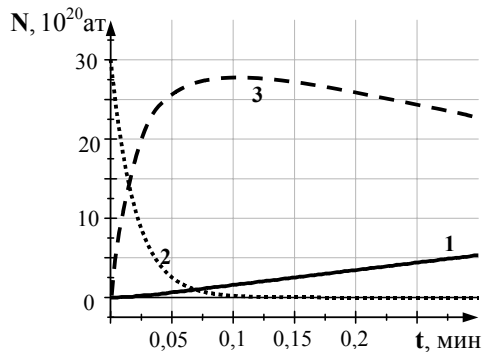
- 1) поток ядер гелия
- 2) поток протонов
- 3) поток электронов
- 4) электромагнитные волны

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 Полоний $^{213}_{84}\text{Po}$ в результате α -распада переходит в радиоактивный изотоп свинца $^{209}_{82}\text{Pb}$, который затем превращается в стабильный изотоп висмута $^{209}_{83}\text{Bi}$. На рисунках приведены графики изменения числа атомов с течением времени. Какой график может относиться к изотопу $^{209}_{82}\text{Pb}$?

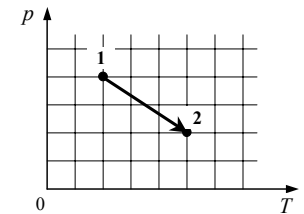


- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) ни один из графиков

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 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

В2 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 |

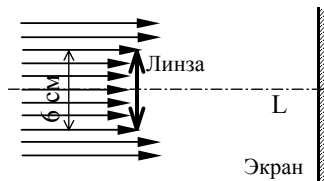
А	Б

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) пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы физических величин писать не нужно.

B3 Небольшой камень, брошенный с ровной горизонтальной поверхности земли под углом 60° к горизонту, достиг максимальной высоты 5 м. Сколько времени прошло от броска до того момента, когда его скорость стала горизонтальной?

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. На сколько увеличилась масса воды, если первоначальная температура воды 20°C ? Ответ выразите в граммах (г).

B5 Пучок параллельных световых лучей падает перпендикулярно на тонкую собирающую линзу диаметром 6 см. Каково фокусное расстояние линзы, если экран находится на расстоянии 50 см от нее и освещен равномерно? Ответ выразите в сантиметрах.



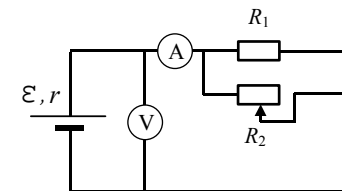
Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1

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 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 *влево*.



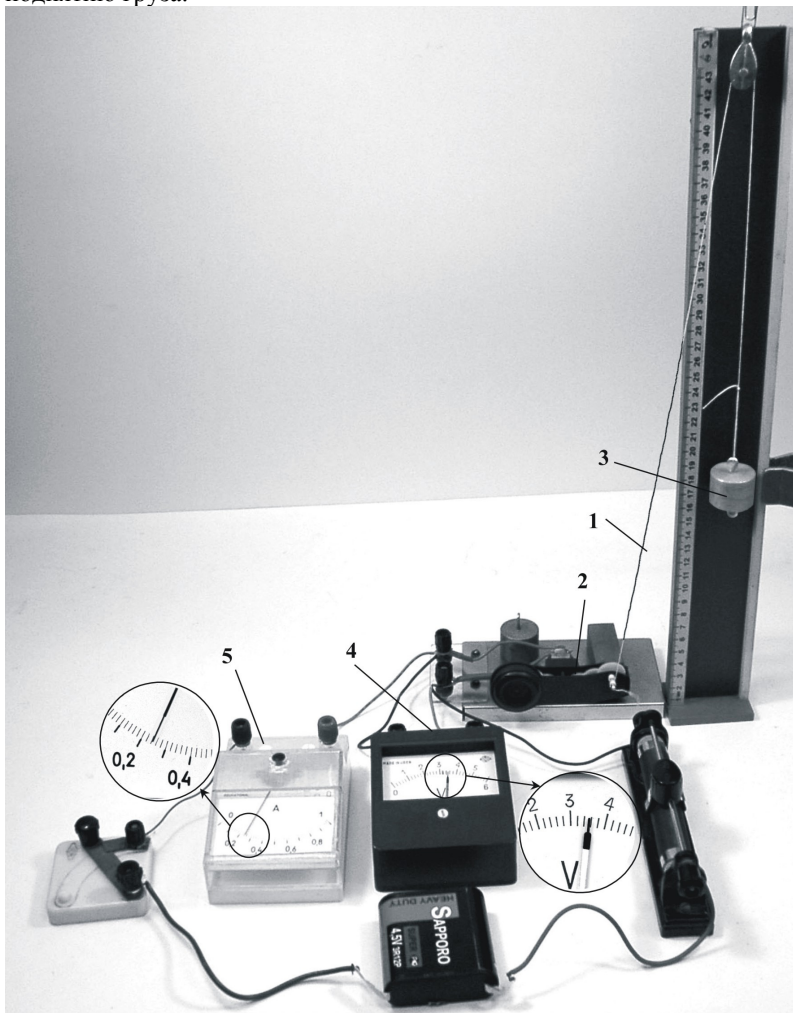
Полное правильное решение каждой из задач C2–C6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

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 воздух. Во время опыта и объем воздуха в цилиндре, и его абсолютную температуру увеличили в 2 раза. Оказалось, однако, что воздух мог просачиваться сквозь зазор вокруг поршня, и за время опыта его давление в цилиндре повысилось в 3 раза. Во сколько раз изменилась внутренняя энергия воздуха в цилиндре? (Воздух считать идеальным газом.)

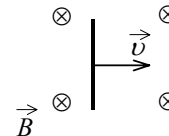
C4

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

Проводник длиной 1 м движется равноускоренно в однородном магнитном поле, индукция которого 0,5 Тл и направлена перпендикулярно проводнику и скорости его движения. Начальная скорость движения проводника 4 м/с. Значение ЭДС индукции в движущемся проводнике в конце перемещения на расстояние 1 м равно 3 В. Чему равно ускорение, с которым движется проводник в магнитном поле?



C6

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