

Единый государственный экзамен по ФИЗИКЕ

Вариант № 301

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 вычислениях 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	$R = 8,31 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{К)}$
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	$0 \text{ К} = -273^\circ\text{C}$
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

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

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°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 «х» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

A1 При свободном падении тела из состояния покоя его скорость за каждую секунду увеличивается на

- 1) 0 м/с 2) 5 м/с 3) 10 м/с 4) 20 м/с

A2 В инерциальной системе отсчета ускорение тела массой 3 кг направлено вертикально вниз и по модулю равно 2 м/с^2 (см. рисунок). Каков модуль равнодействующей сил, приложенных к этому телу, и куда она направлена?



- 1) $\frac{2}{3}$ Н; вертикально вниз
 2) $\frac{2}{3}$ Н; вертикально вверх
 3) 6 Н; вертикально вниз
 4) 6 Н; вертикально вверх

A3 По горизонтальному полу равномерно тянут ящик. К ящику в горизонтальном направлении прикладывают силу 35 Н. Коэффициент трения скольжения между полом и ящиком равен 0,25. Чему равна масса ящика?

- 1) 14 кг 2) 1,4 кг 3) 7,1 кг 4) 71 кг

A4 На тело, движущееся прямолинейно в инерциальной системе отсчета, действует постоянная сила. Какова величина этой силы, если за 2 с она вызывает увеличение импульса тела на $8 \text{ кг}\cdot\text{м/с}$?

- 1) 4 Н 2) 8 Н 3) 12 Н 4) 16 Н

A5 С какой высоты падает мяч массой 0,3 кг из состояния покоя, если его кинетическая энергия при падении на Землю равна 60 Дж? Потерями энергии за счет сопротивления воздуха пренебречь.

- 1) 10 м 2) 20 м 3) 25 м 4) 30 м

A6 Математический маятник отклонили на небольшой угол от положения равновесия и отпустили без начальной скорости. Через какую часть периода колебаний T потенциальная энергия маятника вновь достигнет максимума? Сопротивлением воздуха пренебречь.



- 1) T 2) $\frac{1}{4}T$ 3) $\frac{1}{2}T$ 4) $\frac{1}{8}T$

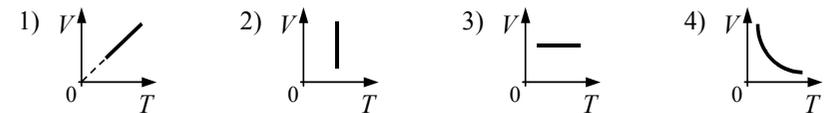
A7 Автомобиль, движущийся с выключенным двигателем, проезжает 50 м под уклон под углом 30° к горизонту и оказывается на горизонтальном участке дороги. Скорость его при этом составляет 30 м/с. Какова начальная скорость автомобиля? Трением пренебречь.

- 1) 10 м/с 2) 20 м/с 3) 24 м/с 4) 30 м/с

A8 Молекулы газов находятся на больших расстояниях друг от друга по сравнению с их размерами, силы взаимодействия между ними незначительны. Этим можно объяснить следующие свойства газов:

- А. они не сохраняют своей формы,
 Б. они не сохраняют своего объема,
 В. имеют большую сжимаемость.
 Какое(-ие) из утверждений правильно(-ы)?
 1) только Б 2) А и Б 3) только В 4) А, Б, В

A9 График изобарного процесса для 1 моля идеального газа в координатах V и T изображен на рисунке

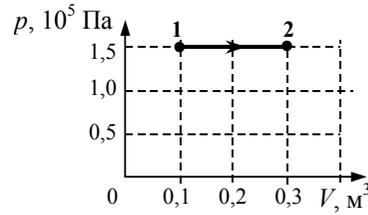


A10 Относительная влажность воздуха в помещении равна 60%, а температура 18°C . Чему равно парциальное давление водяного пара в помещении, если давление насыщенных водяных паров при этой температуре равно 2 кПа?

- 1) 0,6 кПа 2) 3,6 кПа 3) 1,2 кПа 4) 18 кПа

A11 Газ под поршнем расширился и перешел из состояния 1 в состояние 2 (см. рисунок). Какую работу совершил газ?

- 1) $1,5 \cdot 10^5$ Дж
- 2) $3 \cdot 10^4$ Дж
- 3) 1,2 Дж
- 4) 0,2 Дж



A12 Как изменится средняя кинетическая энергия молекул идеального газа при увеличении его абсолютной температуры в 2 раза?

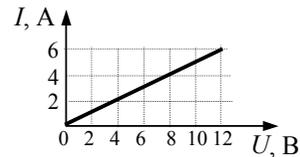
- 1) не изменится
- 2) увеличится в 2 раза
- 3) увеличится в 4 раза
- 4) ответ неоднозначен

A13 Сила взаимодействия между двумя точечными заряженными телами равна F . Как изменится сила взаимодействия между телами, если каждый заряд на телах уменьшить в 2 раза?

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

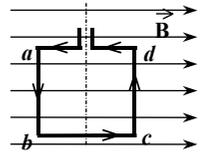
A14 На графике изображена зависимость силы тока в проводнике от напряжения между его концами. Чему равно сопротивление проводника?

- 1) 0,5 Ом
- 2) 2 Ом
- 3) 6 Ом
- 4) 12 Ом



A15 Квадратная рамка расположена в однородном магнитном поле в плоскости линий магнитной индукции (см. рисунок). Направление тока в рамке показано стрелками. Как направлена сила, действующая на сторону bc рамки со стороны магнитного поля?

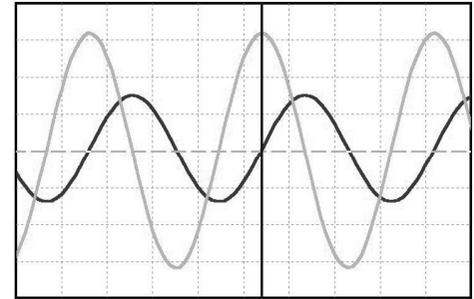
- 1) перпендикулярно плоскости чертежа, от нас
- 2) перпендикулярно плоскости чертежа, к нам
- 3) вдоль направления линий магнитной индукции
- 4) сила равна нулю



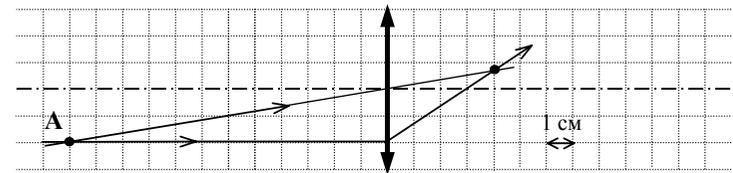
A16 На фотографии – осциллограмма напряжения на элементе электрической цепи и силы тока в нем.

Колебания этих величин имеют

- 1) одинаковые частоты и сдвиг фаз $\frac{\pi}{2}$
- 2) различные частоты и сдвиг фаз $\frac{\pi}{2}$
- 3) различные частоты и сдвиг фаз 0
- 4) одинаковые частоты и сдвиг фаз π



A17 На рисунке показан ход лучей от точечного источника света А через тонкую линзу.



Каково фокусное расстояние линзы, если 1 клетка на рисунке соответствует 1 см?

- 1) 10 см
- 2) 12 см
- 3) 3 см
- 4) 4 см

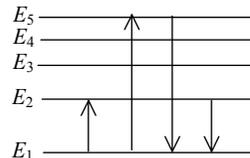
A18 В одну точку приходят две когерентные световые волны с разностью фаз колебаний, равной π . В этой точке наблюдается

- 1) минимум интенсивности
- 2) максимум интенсивности
- 3) средняя интенсивность
- 4) чередование максимумов и минимумов

A19 Нагревательный элемент состоит из трех одинаковых последовательно соединенных спиралей, через которые течет постоянный ток. Как изменится мощность, потребляемая этим элементом, если напряжение, подаваемое на него, увеличить в 3 раза, а одну из спиралей заменить на другую с сопротивлением в 4 раза меньшим?

- 1) уменьшится в 3 раза
- 2) увеличится в 3 раза
- 3) не изменится
- 4) увеличится в 12 раз

A20 На рисунке представлена диаграмма энергетических уровней атома. Какой из отмеченных стрелками переходов между энергетическими уровнями сопровождается поглощением кванта с минимальной энергией?

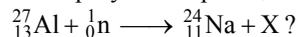


- 1) с уровня 1 на уровень 5
- 2) с уровня 2 на уровень 1
- 3) с уровня 5 на уровень 1
- 4) с уровня 1 на уровень 2

A21 Каков заряд ядра ${}^{56}_{26}\text{Fe}$ (в единицах элементарного заряда)?

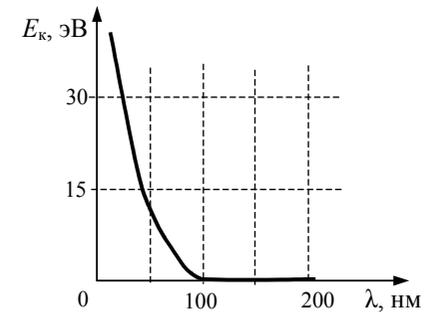
- 1) 26
- 2) 56
- 3) 82
- 4) 30

A22 Какая частица X получилась в результате реакции



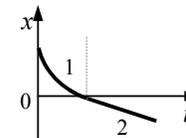
- 1) протон
- 2) нейтрон
- 3) электрон
- 4) α -частица

A23 На графике показана зависимость максимальной кинетической энергии фотоэлектронов, выбитых из металла, от длины волны падающего света. Кинетическая энергия фотоэлектронов не превышает 15 эВ, если металл освещается светом с длиной волны



- 1) 25 нм
- 2) 50 нм
- 3) 150 нм
- 4) 200 нм

A24

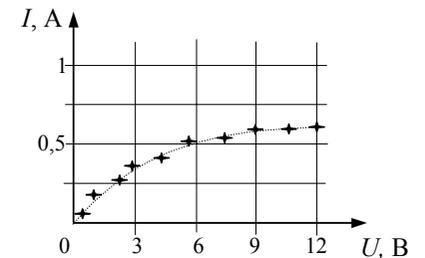


На графике изображена зависимость координаты бусинки на горизонтальной спице от времени. На основании графика можно утверждать, что

- 1) на участке 1 модуль скорости бусинки увеличивается, а на участке 2 – уменьшается
- 2) на участке 2 проекция ускорения бусинки отрицательна
- 3) на участке 1 модуль скорости бусинки уменьшается, а на участке 2 – остается постоянным
- 4) участок 1 соответствует равномерному движению бусинки, а участок 2 – равнозамедленному

A25

На рисунке изображен результат экспериментального исследования зависимости силы тока от напряжения на лампе накаливания. Две такие лампы соединили последовательно и подключили к клеммам аккумулятора напряжением 12 В. Они потребляют суммарную мощность 6 Вт. Какова мощность, потребляемая одной лампой при ее подключении к клеммам аккумулятора?



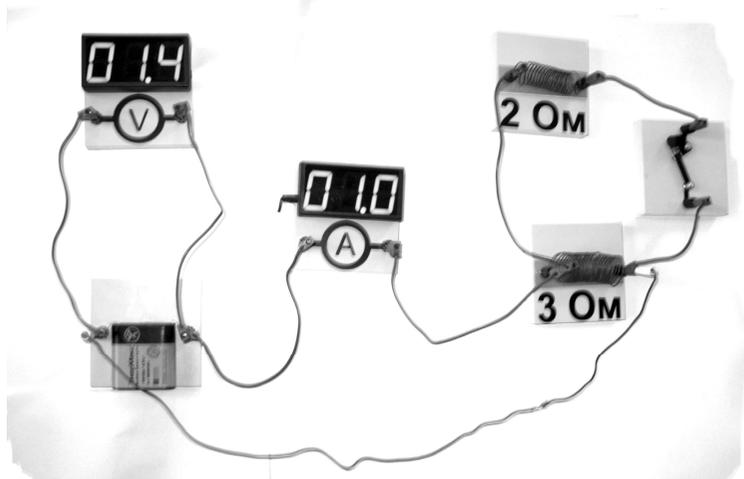
- 1) $P = 3$ Вт
- 2) $3 \text{ Вт} < P < 6$ Вт
- 3) $P = 6$ Вт
- 4) $6 \text{ Вт} < P < 12$ Вт

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.

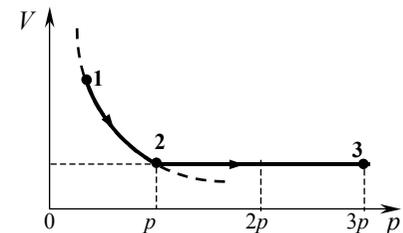
C1 На рисунке приведена фотография электрической цепи. Начертите принципиальную схему этой цепи. Опираясь на законы постоянного тока, объясните, как должны изменяться (уменьшаться или увеличиваться) показания амперметра и вольтметра при размыкании ключа.



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 Пуля летит горизонтально со скоростью $v_0 = 400$ м/с, попадает в лежащий на горизонтальной поверхности льда брусок и отскакивает в обратном направлении со скоростью $\frac{1}{8}v_0$. Масса бруска в 90 раз больше массы пули. Коэффициент трения скольжения между бруском и льдом $\mu = 0,1$. На какое расстояние S переместится брусок к моменту, когда его скорость уменьшится на 20%?

C3 Идеальный одноатомный газ в количестве 1 моль сначала изотермически сжали ($T_1 = 300$ К). Затем газ нагрели, повысив давление в 3 раза (см. рисунок). Какое количество теплоты получил газ на участке 2 – 3?



C4 Электрон влетает в электрическое поле между двумя разноименно заряженными пластинами плоского конденсатора со скоростью v ($v \ll c$) параллельно пластинам (см. рисунок). Расстояние между пластинами d , длина пластин L ($L \gg d$). Определите смещение электрона от первоначального направления при вылете из конденсатора, если разность потенциалов между пластинами $\Delta\phi$.

C5 На экране с помощью тонкой линзы получено изображение предмета с пятикратным увеличением. Предмет отодвинули от линзы на 2 см вдоль ее главной оптической оси. Затем экран при неизменном положении линзы передвинули на 30 см так, чтобы изображение снова стало резким. Определите увеличение во втором случае.

C6 Образец, содержащий радий, испускает α -частицы. Средняя скорость частиц $1,5 \cdot 10^7$ м/с. За 1 ч выделяется энергия 100 Дж, масса α -частицы равна $6,7 \cdot 10^{-27}$ кг. Сколько α -частиц испускает образец за 1 с? Энергией отдачи ядер, γ -излучением и релятивистскими эффектами пренебречь.

Единый государственный экзамен по ФИЗИКЕ

Вариант № 302

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 вычислениях 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	$R = 8,31 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{К)}$
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	$0 \text{ К} = -273^\circ\text{C}$
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

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

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°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	$44 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$

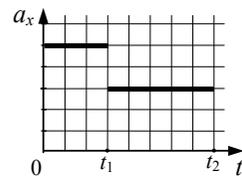
Часть 1

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

A1 Тело брошено вертикально вверх с начальной скоростью 15 м/с. Каков модуль скорости тела через 0,5 с после начала движения? Сопротивление воздуха не учитывать.

- 1) 10 м/с 2) 15 м/с 3) 17,5 м/с 4) 20 м/с

A2 На графике изображена зависимость ускорения тела от времени в инерциальной системе отсчета. Сравните силы F_1 и F_2 , действующие на тело в промежутки времени от 0 до t_1 и от t_1 до t_2 .



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

A3 Тело равномерно движется по плоскости. Сила давления тела на плоскость равна 40 Н, сила трения 10 Н. Коэффициент трения скольжения равен

- 1) 0,8 2) 0,25 3) 0,75 4) 0,2

A4 В инерциальной системе отсчета под действием постоянной силы импульс прямолинейно движущегося тела за 2 с увеличился от 0 до 4 кг·м/с. Какова величина этой силы?

- 1) 1 Н 2) 2 Н 3) 4 Н 4) 8 Н

A5 Мяч упал из состояния покоя с высоты 15 м. Его кинетическая энергия при падении на Землю равна 60 Дж. Сопротивлением воздуха пренебречь. Масса мяча

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

A6 Математический маятник отклонили на небольшой угол от положения равновесия и отпустили без начальной скорости. Через какую часть периода колебаний T потенциальная энергия маятника достигнет минимума? Сопротивлением воздуха пренебречь.



- 1) T 2) $\frac{1}{4}T$ 3) $\frac{1}{2}T$ 4) $\frac{1}{8}T$

A7 Автомобиль, движущийся с выключенным двигателем, на горизонтальном участке дороги имеет скорость 20 м/с. Какой будет его скорость, когда он проедет 50 м под уклон по склону горы под углом 30° к горизонту? Трением пренебречь.

- 1) 10 м/с 2) 20 м/с 3) 30 м/с 4) 40 м/с

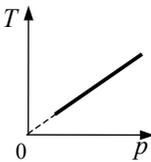
A8 Молекулы газов находятся на больших расстояниях друг от друга по сравнению с их размерами, поэтому силы притяжения между ними незначительны. Этим можно объяснить следующие свойства газов:

- А. они принимают форму сосуда,
- Б. они занимают весь представленный объем,
- В. они легко сжимаются.

Какое(-ие) из утверждений правильно(-ы)?

- 1) только Б 2) только А и Б 3) только В 4) А, Б, В

A9 Какому процессу в идеальном газе соответствует график на рисунке? (Масса газа не изменяется.)

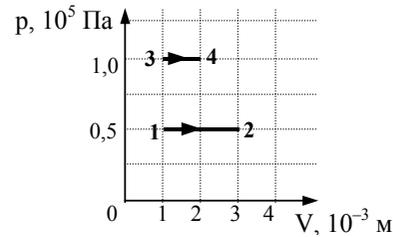


- 1) изотермическому
- 2) изохорному
- 3) изобарному
- 4) адиабатному

A10 Чему равно давление насыщенных водяных паров при температуре 24°C , если при относительной влажности 60% парциальное давление водяного пара в помещении равно 1,8 кПа?

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

A11 На рисунке показано расширение газообразного гелия одинаковой массы двумя способами: 1 – 2 и 3 – 4. Сравните работу газа в этих процессах.



- 1) $A_{34} = 2A_{12}$
- 2) $A_{12} = 2A_{34}$
- 3) $A_{34} = A_{12} \neq 0$
- 4) $A_{34} = A_{12} = 0$

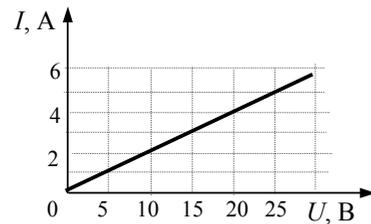
A12 При неизменной концентрации молекул разреженного газа их средняя энергия теплового движения уменьшилась в 16 раз. Во сколько раз уменьшилось при этом давление газа?

- 1) 16
- 2) 32
- 3) 24
- 4) 8

A13 Два одинаковых точечных заряда расположены на некотором расстоянии друг от друга. Расстояние между ними увеличивают в 4 раза. Как нужно изменить величину каждого из зарядов, чтобы сила их электростатического взаимодействия осталась прежней? (Изменяем величину обоих зарядов, так, что они остаются одинаковыми).

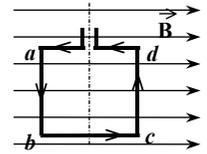
- 1) увеличить в 4 раза
- 2) увеличить в 2 раза
- 3) увеличить в 16 раз
- 4) уменьшить в 4 раза

A14 На графике изображена зависимость силы тока в проводнике от напряжения между его концами. Чему равно сопротивление проводника?



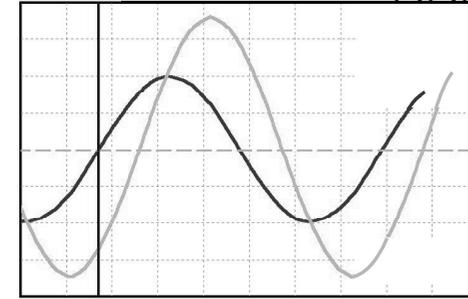
- 1) 0,25 Ом
- 2) 4 Ом
- 3) 5 Ом
- 4) 20 Ом

A15 Квадратная рамка расположена в однородном магнитном поле так, как показано на рисунке. Направление тока в рамке показано стрелками. Как направлена сила, действующая на сторону ad рамки со стороны магнитного поля?



- 1) перпендикулярно плоскости чертежа, от нас
- 2) перпендикулярно плоскости чертежа, к нам
- 3) вдоль направления линий магнитной индукции
- 4) сила равна нулю

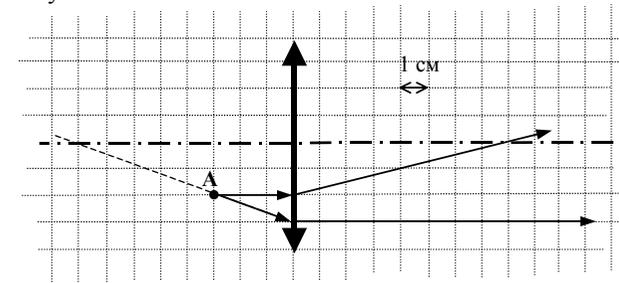
A16 На рисунке приведена фотография осциллограмм напряжения на элементе электрической цепи и силы тока в нем.



Колебания этих величин имеют

- 1) различные периоды и не имеют сдвига фаз
- 2) одинаковые периоды, и между их колебаниями существует сдвиг фаз
- 3) различные периоды, но одинаковые частоты
- 4) одинаковые периоды, но различные частоты

A17 На рисунке изображен ход лучей от точечного источника света A через тонкую линзу.



Определите фокусное расстояние линзы, если 1 клетка на рисунке соответствует 1 см.

- 1) 8 см
- 2) 2 см
- 3) 3 см
- 4) – 8 см

A18 В одну точку приходят две когерентные световые волны с разностью фаз колебаний, равной 2π . В этой точке наблюдается

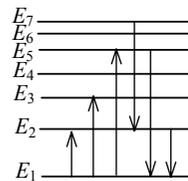
- 1) средняя интенсивность
- 2) минимум интенсивности
- 3) максимум интенсивности
- 4) чередование максимумов и минимумов интенсивности

A19 Нагревательный элемент состоит из трех одинаковых спиралей, первая из которых последовательно подключена к двум другим, соединенным параллельно. Через нагревательный элемент течет постоянный ток. Как изменится мощность, потребляемая этим элементом, если напряжение, подаваемое на него, уменьшить в 3 раза, а первую спираль заменить на другую с сопротивлением в 2 раза меньшим?

- 1) уменьшится в 3 раза
- 2) уменьшится в 6 раз
- 3) не изменится
- 4) увеличится в 6 раз

A20 На рисунке представлена диаграмма энергетических уровней атома. Какой из отмеченных стрелками переходов между энергетическими уровнями сопровождается поглощением кванта с максимальной энергией?

- 1) с уровня 1 на уровень 5
- 2) с уровня 7 на уровень 2
- 3) с уровня 5 на уровень 1
- 4) с уровня 1 на уровень 2



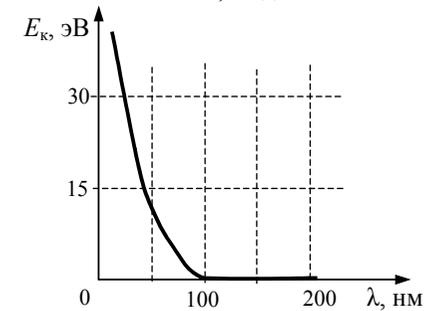
A21 Каков заряд ядра ${}_{30}^{68}\text{Zn}$ (в единицах элементарного заряда)?

- 1) 98
- 2) 38
- 3) 30
- 4) 68

A22 Какая частица X образуется в реакции ${}^7_3\text{Li} + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^{10}_5\text{B} + X$?

- 1) протон
- 2) нейтрон
- 3) электрон
- 4) α -частица

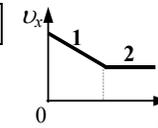
A23 На графике показана зависимость максимальной кинетической энергии фотоэлектронов, выбитых из металла, от длины волны падающего света.



Фотоэффект не наблюдается при освещении металла светом с длиной волны

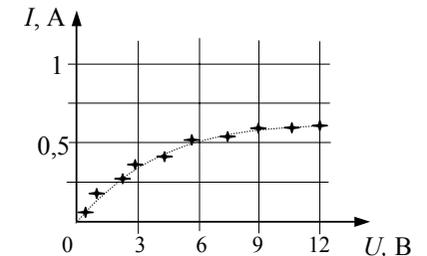
- 1) 25 нм
- 2) 50 нм
- 3) 75 нм
- 4) 150 нм

A24 На графике изображена зависимость проекции скорости бусинки на горизонтальной спице от времени. На основании графика можно утверждать, что



- 1) участок 1 соответствует равнозамедленному движению бусинки, а участок 2 – равномерному
- 2) участок 1 соответствует равноускоренному движению бусинки, а на участке 2 бусинка неподвижна
- 3) проекция ускорения бусинки всюду положительна
- 4) участок 2 соответствует равнозамедленному движению бусинки

A25 На рисунке изображен результат экспериментального исследования зависимости силы тока от напряжения на лампе накаливания. Две такие лампы, соединенные последовательно и подключенные к клеммам аккумулятора напряжением 12 В, потребляют суммарную мощность 6 Вт. Какова мощность, потребляемая каждой из ламп при параллельном соединении?



- 1) $P = 3$ Вт
- 2) $3 \text{ Вт} < P < 6$ Вт
- 3) $P = 6$ Вт
- 4) $6 \text{ Вт} < P < 12$ Вт

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 Брусок скользит по наклонной плоскости вниз без трения. Что происходит при этом с его скоростью, потенциальной энергией, полной механической энергией?

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) увеличивается |
| Б) потенциальная энергия | 2) уменьшается |
| В) полная механическая энергия | 3) не изменяется |

А	Б	В

В2 Установите соответствие между физическими явлениями и приборами, в которых используются или наблюдаются эти явления.

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

ФИЗИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ

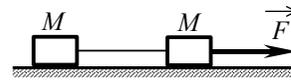
ПРИБОР

- | | |
|-----------------------|---------------------------|
| А) Тепловое излучение | 1) Световод |
| Б) Дифракция | 2) Призмный спектроскоп |
| | 3) Дифракционная решетка |
| | 4) Прибор ночного видения |

А	Б

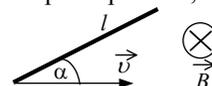
Ответом к каждому заданию этой части будет некоторое число. Это число надо записать в бланк ответов № 1 справа от номера задания (В3–В5), начиная с первой клеточки. Каждый символ (цифру, запятую, знак минус) пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы физических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

В3 Два груза одинаковой массы M , связанные нерастяжимой и невесомой нитью, движутся по гладкой горизонтальной поверхности под действием горизонтальной силы \vec{F} , приложенной к одному из грузов (см. рисунок). Минимальное значение силы F , при которой нить обрывается, равно 12 Н. При какой силе натяжения нить обрывается?



В4 Нагреваемый при постоянном давлении идеальный одноатомный газ совершил работу 600 Дж. Какое количество теплоты было передано газу?

В5 Проводящий стержень длиной $l = 20$ см движется поступательно в однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,5$ Тл так, что угол между стержнем и вектором его скорости $\alpha = 30^\circ$ (см. рисунок). ЭДС индукции в стержне равна 0,05 В. Какова скорость движения стержня?



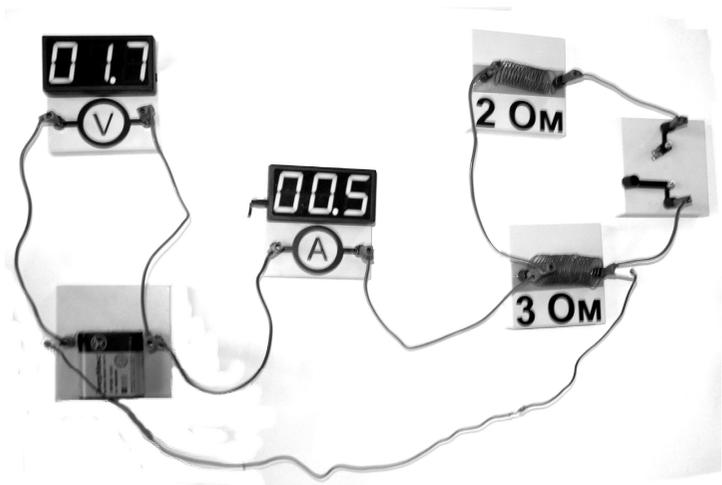
Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1

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.

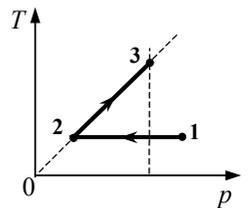
C1 На рисунке приведена фотография электрической цепи. Начертите принципиальную схему этой цепи. Опираясь на законы постоянного тока, объясните, как должны изменяться (увеличиваться или уменьшаться) показания амперметра и вольтметра при замыкании ключа.



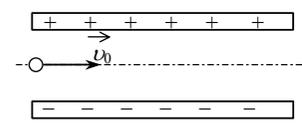
Полное правильное решение каждой из задач C2–C6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

C2 Камень, летящий с горизонтальной скоростью $v_0 = 45$ м/с, попадает в лежащий на горизонтальной поверхности льда брусок и отскакивает в обратном направлении со скоростью $\frac{1}{6} v_0$. Масса бруска в 21 раз больше массы камня. Коэффициент трения скольжения между бруском и льдом $\mu = 0,2$. На какое расстояние S переместится брусок к моменту, когда его скорость станет $\frac{1}{30} v_0$?

C3 Идеальный одноатомный газ в количестве 1 моль сначала изотермически расширился ($T_1 = 300$ К). Затем газ изохорно нагрели, повысив давление в 3 раза (см. рисунок). Какое количество теплоты получил газ на участке 2 – 3?



C4 Электрон влетает в пространство между двумя разноименно заряженными пластинами плоского конденсатора со скоростью v_0 ($v_0 \ll c$) параллельно пластинам (см. рисунок). Расстояние между пластинами d , длина пластин L ($L \gg d$), разность потенциалов между пластинами $\Delta\phi$. Определите скорость электрона при вылете из конденсатора.



C5 Линза с фокусным расстоянием 10 см дает на экране изображение предмета с пятикратным увеличением. Экран передвинули вдоль главной оптической оси линзы. Затем при неизменном положении линзы передвинули предмет, чтобы изображение снова стало резким. В этом случае получено изображение с трехкратным увеличением. На сколько сдвинули экран?

C6 Образец, содержащий радий, испускает α -частицы. Средний импульс частиц $p = 1,0 \cdot 10^{-19}$ кг·м/с. Масса α -частицы равна $6,7 \cdot 10^{-27}$ кг. За 1 ч выделяется энергия $E = 100$ Дж. Сколько α -частиц испускает образец за 1 с? Энергией отдачи ядер, γ -излучением и релятивистскими эффектами пренебречь.

Единый государственный экзамен по ФИЗИКЕ

Вариант № 303

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 вычислениях 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	$R = 8,31 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{К)}$
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	$0 \text{ К} = -273^\circ\text{C}$
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	$4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$	алюминия	$900 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$
льда	$2,1 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$	меди	$380 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$
железа	$640 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$	чугуна	$500 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$
свинца	$130 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$		

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°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	$44 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$

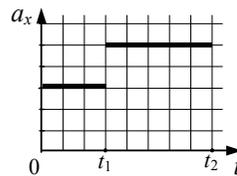
Часть 1

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

A1 При свободном падении тела с нулевой начальной скоростью величина его скорости через 1 с равна v_1 , через 2 с равна v_2 . Отношение $\frac{v_2}{v_1}$ равно

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

A2 На графике показана зависимость ускорения тела от времени в инерциальной системе отсчета. Сравните силы F_1 и F_2 , действующие на тело в промежутки времени от 0 до t_1 и от t_1 до t_2 .



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

A3 Тело равномерно движется по наклонной плоскости. На него действуют сила трения 10 Н и сила нормального давления плоскости 40 Н. Коэффициент трения скольжения равен

- 1) 0,8 2) 0,2 3) 0,5 4) 0,25

A4 В инерциальной системе отсчета под действием тормозящей силы 12 Н прямолинейно движущееся тело через 2 с остановилось. Какова величина импульса этой силы за это время?

- 1) 6 Н·с 2) 12 Н·с 3) 24 Н·с 4) 36 Н·с

A5 Самолет летит со скоростью 300 м/с, если двигатели самолета развивают суммарную силу тяги 100 кН. Какова мощность силы тяги двигателей?

- 1) 30 МВт 2) 20 МВт 3) 100 кВт 4) 300 кВт

A6 В момент времени $t_0 = 0$ груз математического маятника, имеющего период колебаний T и совершающего гармонические колебания, проходит через положение равновесия. За какой промежуток времени с момента t_0 он проходит путь, равный амплитуде колебаний?



- 1) T 2) $\frac{1}{2}T$ 3) $\frac{1}{4}T$ 4) $\frac{1}{8}T$

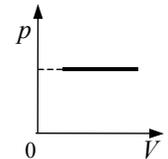
A7 Автомобиль начинает движение с выключенным двигателем под уклон, составляющий угол 30° с горизонтом. На горизонтальном участке дороги, который следует за спуском, его скорость составляет 20 м/с. Какое расстояние автомобиль проезжает по склону? Трением пренебречь.

- 1) 10 м 2) 20 м 3) 40 м 4) 80 м

A8 Частицы газа находятся в среднем на больших расстояниях друг от друга, поэтому силы взаимодействия между ними незначительны. Это положение объясняет
А. хорошую сжимаемость газов.
Б. способность газов к неограниченному расширению.
Какое из утверждений правильно?

- 1) только А 2) только Б 3) и А, и Б 4) ни А, ни Б

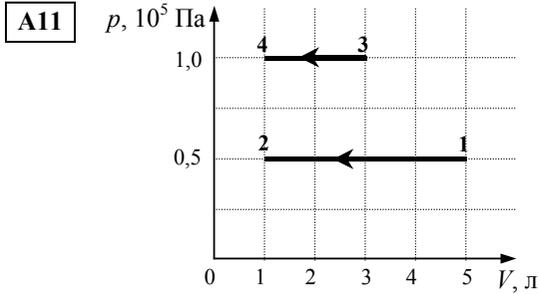
A9 Какому процессу в идеальном газе соответствует график на рисунке? (Масса газа не изменяется.)



- 1) изотермическому
2) адиабатному
3) изохорному
4) изобарному

A10 Парциальное давление водяного пара в воздухе при 24°C равно 1,8 кПа, давление насыщенных водяных паров при этой температуре 3,0 кПа. Относительная влажность воздуха равна

- 1) 90% 2) 60% 3) 50% 4) 30%



На рисунке показано сжатие водорода двумя способами: 1 – 2 и 3 – 4. Сравните работы внешних сил при этих процессах.

- 1) $A_{12} = 2 A_{34}$
- 2) $A_{12} = 0,5 A_{34}$
- 3) $A_{12} = A_{34} \neq 0$
- 4) $A_{12} = A_{34} = 0$

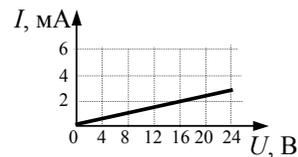
A12 При увеличении средней кинетической энергии хаотического движения молекул температура вещества

- 1) повышается
- 2) понижается
- 3) не изменяется
- 4) иногда повышается, иногда понижается

A13 Как изменятся силы кулоновского взаимодействия двух точечных заряженных тел, если и заряд каждого из них, и расстояние между ними уменьшить в 2 раза?

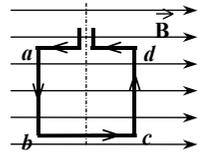
- 1) останутся прежними
- 2) уменьшатся в 2 раза
- 3) увеличатся в 2 раза
- 4) увеличатся в 4 раза

A14 На графике изображена зависимость силы тока в проводнике от напряжения между его концами. Чему равно сопротивление проводника?



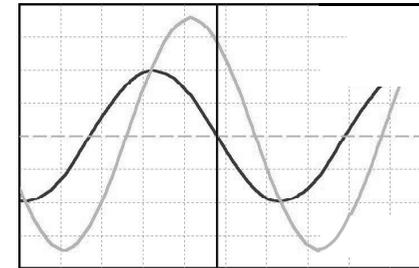
- 1) 0,125 кОм
- 2) 2 кОм
- 3) 16 кОм
- 4) 8 кОм

A15 Квадратная рамка расположена в однородном магнитном поле в плоскости линий магнитной индукции так, как показано на рисунке. Направление тока в рамке показано стрелками. Как направлена сила, действующая на сторону ab рамки, со стороны магнитного поля?



- 1) перпендикулярно плоскости чертежа, от нас
- 2) перпендикулярно плоскости чертежа, к нам
- 3) вертикально вверх в плоскости чертежа
- 4) вертикально вниз в плоскости чертежа

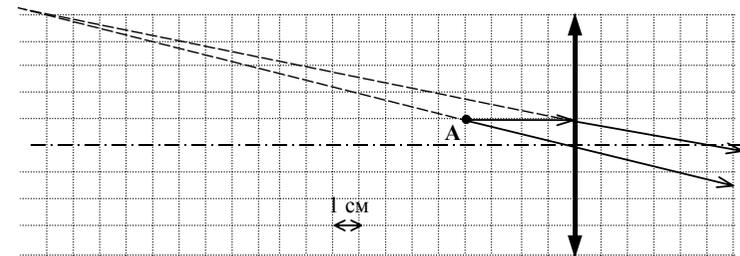
A16 На фотографии – осциллограммы силы тока в двух различных элементах электрической цепи.



Эти колебания имеют

- 1) различные амплитуды, но одинаковые частоты
- 2) различные амплитуды и различные частоты
- 3) одинаковые амплитуды и различные частоты
- 4) одинаковые амплитуды и одинаковые частоты

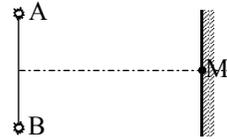
A17 На рисунке показан ход лучей от точечного источника света А через тонкую линзу.



Чему равно фокусное расстояние линзы, если 1 клетка на рисунке соответствует 1 см?

- 1) 20 см
- 2) 1 см
- 3) 4 см
- 4) 5 см

A18 Два когерентных точечных источника, излучающих свет с нулевой разностью фаз, находятся на концах отрезка АВ, параллельного экрану. Точка М экрана находится на перпендикуляре, проведенном через середину отрезка АВ. В точке М наблюдается

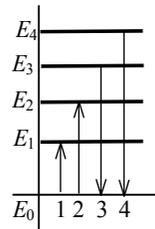


- 1) интерференционный минимум
- 2) интерференционный максимум
- 3) периодическое усиление и ослабление света
- 4) периодическое изменение частоты света

A19 Нагревательный элемент состоит из трех одинаковых спиралей, первая из которых последовательно подключена к двум другим, соединенным параллельно. Элемент подключен к цепи постоянного тока. Как изменится мощность, потребляемая этим элементом, если напряжение, подаваемое на него, увеличить в 3 раза, а первую спираль заменить на другую с сопротивлением в 4 раза бóльшим?

- 1) не изменится
- 2) увеличится в 2 раза
- 3) уменьшится в 3 раза
- 4) увеличится в 3 раза

A20 На рисунке изображена диаграмма энергетических уровней атома. Какой цифрой обозначен переход, который соответствует поглощению фотона максимальной частоты?



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

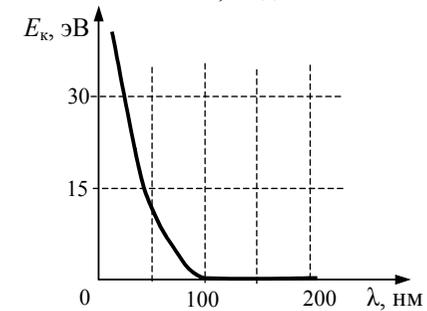
A21 Каков заряд ядра $^{137}_{56}\text{Ba}$ (в единицах элементарного заряда)?

- 1) 137
- 2) 56
- 3) 193
- 4) 81

A22 Укажите второй продукт реакции: $^{27}_{13}\text{Al} + ^1_0\text{n} \rightarrow ^{24}_{11}\text{Na} + \dots$

- 1) ^1_1H
- 2) ^3_2He
- 3) ^1_0n
- 4) ^4_2He

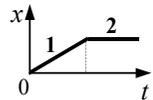
A23 На графике показана зависимость максимальной кинетической энергии фотоэлектронов, выбитых из металла, от длины волны падающего света.



Кинетическая энергия фотоэлектронов может быть больше 30 эВ, если металл освещается светом с длиной волны

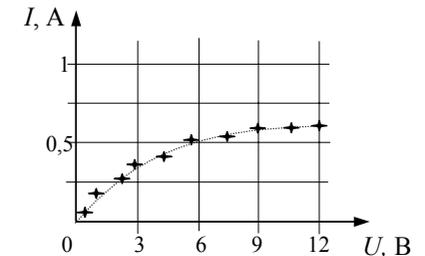
- 1) 10 нм
- 2) 50 нм
- 3) 100 нм
- 4) 200 нм

A24 На графике изображена зависимость координаты бусинки на горизонтальной спице от времени. На основании графика можно утверждать, что



- 1) проекция ускорения бусинки на участке 1 отрицательна
- 2) проекция ускорения бусинки на участке 2 положительна
- 3) участок 1 соответствует равномерному движению бусинки, а на участке 2 бусинка неподвижна
- 4) участок 1 соответствует равноускоренному движению бусинки, а участок 2 – равномерному

A25 На графике изображен результат экспериментального исследования зависимости силы тока от напряжения на лампе накаливания. Две такие лампы, соединенные последовательно и подключенные к клеммам аккумулятора напряжением 12 В, потребляют суммарную мощность 6 Вт. Какова мощность, потребляемая лампой, при подключении ее к этому аккумулятору?



- 1) $P = 3$ Вт
- 2) $3 \text{ Вт} < P < 6$ Вт
- 3) $P = 6$ Вт
- 4) $6 \text{ Вт} < P < 12$ Вт

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 Брусок начинает скользить по шероховатой наклонной плоскости равноускоренно вниз. Что происходит при этом с его скоростью, ускорением, кинетической энергией?

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

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) скорость
- Б) ускорение
- В) кинетическая энергия

ИХ ИЗМЕНЕНИЕ

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

А	Б	В

В2 Установите соответствие между физическими явлениями и приборами, в которых используются или наблюдаются эти явления.

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

ФИЗИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ

- А) Фотоэффект
- Б) Излучение ускоренных электронов

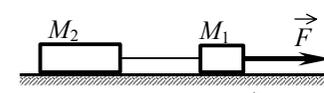
ПРИБОР

- 1) Фотообъектив
- 2) Рентгеновская трубка
- 3) Призмный спектроскоп
- 4) Вакуумный фотоэлемент

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

В3



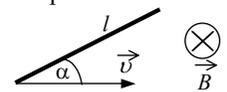
Два груза, связанные нерастяжимой и невесомой нитью, движутся по гладкой горизонтальной поверхности под действием горизонтальной силы \vec{F} , приложенной к грузу массой $M_1 = 2$ кг (см. рисунок). Минимальная сила F , при которой нить обрывается, равна 18 Н. Известно, что нить может выдержать нагрузку не более 10 Н. Чему равна масса второго груза?

В4

Нагреваемый при постоянном давлении идеальный одноатомный газ совершил работу 2000 Дж. Какое количество теплоты было передано газу?

В5

Проводящий стержень длиной $l = 20$ см движется поступательно в однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,5$ Тл со скоростью $v = 1$ м/с (см. рисунок). При этом ЭДС индукции, возникающая в стержне, равна 0,05 В. Чему равен угол α (в градусах) между стержнем и вектором его скорости?



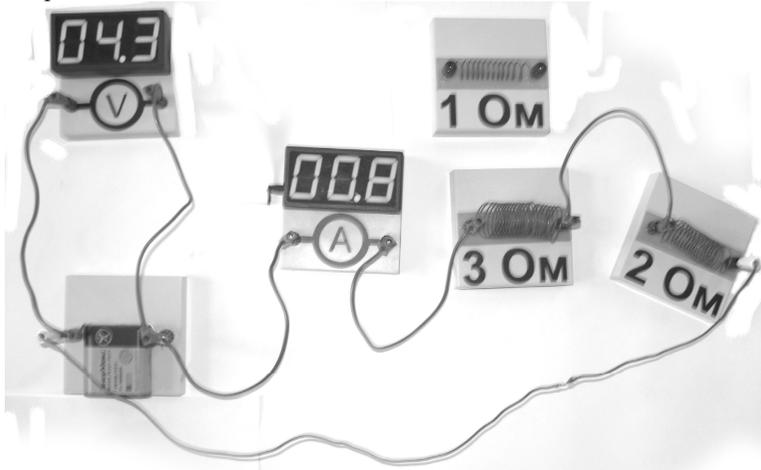
Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1

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.

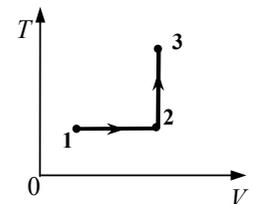
C1 На фотографии – электрическая цепь. Начертите принципиальную схему этой цепи. Опираясь на законы постоянного тока, объясните, как должны изменяться (увеличиваться или уменьшаться) показания амперметра и вольтметра при замене резистора с сопротивлением 3 Ом на резистор с сопротивлением 1 Ом.



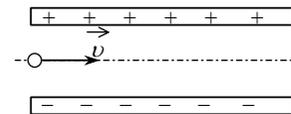
Полное правильное решение каждой из задач C2–C6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

C2 Брусочки с массами m и $3m$ скользят по горизонтальной поверхности доски навстречу друг другу. Скорости брусочков перед ударом противоположны и равны по модулю $v_0 = 3$ м/с у каждого. Брусочки слипаются и движутся затем поступательно. Коэффициент трения скольжения между брусочками и доской $\mu = 0,2$. На какое расстояние S переместятся слипшиеся брусочки к моменту, когда их общая скорость уменьшится на 40%?

C3 Идеальный одноатомный газ в количестве 1 моль сначала изотермически расширился ($T_1 = 300$ К). Затем газ изохорно нагрели, повысив давление в 3 раза (см. рисунок). Какое количество теплоты получил газ на участке 2 – 3?



C4 Электрон влетает в электрическое поле, созданное двумя разноименно заряженными пластинами плоского конденсатора, со скоростью v ($v \ll c$) на равном расстоянии от них (см. рисунок). Расстояние между пластинами d , длина пластин L ($L \gg d$). При какой минимальной разности потенциалов между пластинами конденсатора электрон не вылетит из него?



C5 На экране с помощью тонкой линзы получено изображение предмета с пятикратным увеличением. Предмет передвинули вдоль главной оптической оси линзы. Затем экран при неизменном положении линзы передвинули на 30 см, чтобы изображение снова стало резким. В этом случае получено изображение с трехкратным увеличением. На сколько передвинули предмет?

C6 Образец, содержащий радий, за 1 с испускает $3,7 \cdot 10^{10}$ α -частиц. Средняя скорость частиц $1,5 \cdot 10^7$ м/с. За какое время выделится энергия 100 Дж? Масса α -частицы равна $6,7 \cdot 10^{-27}$ кг. Энергией отдачи ядер, γ -излучением и релятивистскими эффектами пренебречь.

Единый государственный экзамен по ФИЗИКЕ

Вариант № 304

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 вычислениях 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	$R = 8,31 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{К)}$
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	$0 \text{ К} = -273^\circ\text{C}$
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

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

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°C

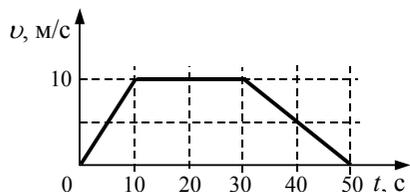
Молярная масса

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



На рисунке представлен график зависимости модуля скорости v автомобиля от времени t . Определите по графику путь, пройденный автомобилем за время от 0 до 30 с.

1) 0 2) 100 м 3) 200 м 4) 250 м

A2

В инерциальной системе отсчета некоторая сила сообщает телу массой 8 кг ускорение 5 м/с^2 . Какое ускорение сообщит та же сила телу массой 5 кг?

1) 5 м/с^2 2) 8 м/с^2 3) 10 м/с^2 4) 16 м/с^2

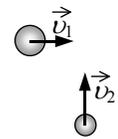
A3



Кубик массой 1 кг, сжатый с боков пружинами (см. рисунок), покоится на гладком горизонтальном столе. Первая пружина сжата на 4 см, а вторая сжата на 3 см. Жесткость первой пружины равна $k_1 = 600 \text{ Н/м}$. Жесткость второй пружины k_2 равна

1) 300 Н/м 2) 450 Н/м 3) 600 Н/м 4) 800 Н/м

A4



Шары движутся со скоростями, показанными на рисунке, и сталкиваются. Как будет направлен суммарный импульс шаров после столкновения, если удар абсолютно упругий?

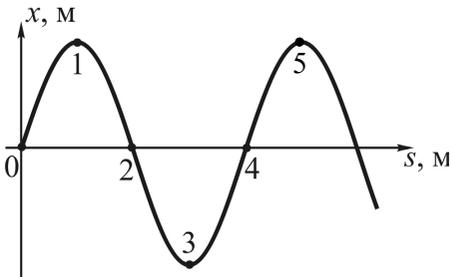
1)  2)  3)  4) 

A5

Грузик массой $m = 100 \text{ г}$, подвешенный к потолку на длинной нерастяжимой нити, совершает колебания. На какую максимальную высоту над положением равновесия поднимается грузик, если его максимальная кинетическая энергия равна $0,5 \text{ Дж}$? Сопротивление воздуха не учитывать.

1) 1 м 2) 0,75 м 3) 0,5 м 4) 0,1 м

A6



На рисунке показан профиль бегущей волны в некоторый момент времени. Разность фаз колебаний точек 2 и 3 равна

1) $\frac{\pi}{2}$
2) $\frac{\pi}{4}$
3) π
4) 2π

A7

Шарик, движущийся по гладкой горизонтальной поверхности со скоростью v , налетает на лежащий на той же поверхности более тяжелый шарик. В результате частично неупругого удара первый шарик остановился, причем 75% его первоначальной кинетической энергии перешло во внутреннюю энергию. Какова скорость второго шарика после удара?

1) $\frac{1}{4}v$ 2) $\frac{1}{2}v$ 3) $\frac{3}{4}v$ 4) $0,7v$

A8

Наименьшая упорядоченность в расположении частиц характерна для

1) газов
2) жидкостей
3) кристаллических тел
4) аморфных тел

A9

Разреженный углекислый газ изобарно сжимается. Масса газа постоянна. Как надо изменить температуру газа, чтобы уменьшить его объем в 4 раза?

1) повысить в 16 раз
2) повысить в 4 раза
3) понизить в 16 раз
4) понизить в 4 раза

A10

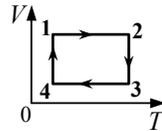
Удельная теплоемкость металла равна $500 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$. Какое количество теплоты нужно затратить, чтобы кусок этого металла массой 5 кг нагреть от 20°C до 100°C ?

1) 40 кДж 2) 200 кДж 3) 250 кДж 4) 300 кДж

A11 Кусок льда опустили в термос с водой. Начальная температура льда 0°C , начальная температура воды 15°C . Исходная масса воды 1100 г . Теплоемкостью термоса можно пренебречь. В тепловом равновесии в воде плавает кусок льда. Какая масса льда растаяла в процессе перехода к тепловому равновесию?

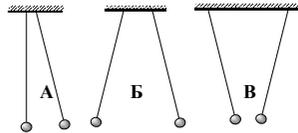
- 1) 210 г 2) 315 г 3) 420 г 4) 630 г

A12 На рисунке показан циклический процесс изменения состояния постоянной массы одноатомного идеального газа. На каком участке процесса работа газа положительна и равна полученному газом количеству теплоты?



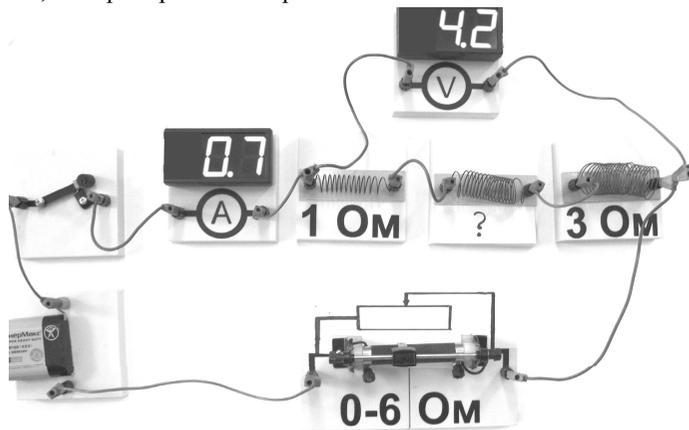
- 1) 1 – 2 2) 2 – 3 3) 3 – 4 4) 4 – 1

A13 Два одинаковых легких шарика подвешены на шелковых нитях. Оба шарика зарядили одинаковыми положительными зарядами. На каком из рисунков изображены эти два шарика?



- 1) только А 2) только Б 3) только В 4) А и Б

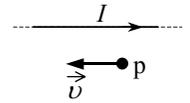
A14 На фотографии – электрическая цепь. Показания вольтметра даны в вольтах, амперметра – в амперах.



Чему равно сопротивление неизвестного резистора? Вольтметр и амперметр считать идеальными.

- 1) 1 Ом 2) 2 Ом 3) 3 Ом 4) 4 Ом

A15 Протон p имеет скорость \vec{v} , направленную горизонтально вдоль прямого длинного проводника с током I (см. рисунок). Куда направлена действующая на протон сила Лоренца \vec{F} ?



- 1) перпендикулярно плоскости рисунка к нам \odot
 2) горизонтально вправо в плоскости рисунка \rightarrow
 3) вертикально вниз в плоскости рисунка \downarrow
 4) вертикально вверх в плоскости рисунка \uparrow

A16 Инфракрасное излучение испускают

- 1) электроны при их направленном движении в проводнике
 2) атомные ядра при их превращениях
 3) любые нагретые тела
 4) любые заряженные частицы

A17 Предмет малых размеров расположен на главной оптической оси тонкой собирающей линзы, на расстоянии от линзы, большем двойного фокусного расстояния. Изображение предмета

- 1) действительное и находится между фокусом и двойным фокусом
 2) действительное и находится между линзой и фокусом
 3) мнимое и находится между линзой и фокусом
 4) действительное и находится за двойным фокусом

A18 В инерциальной системе отсчета свет распространяется в вакууме со скоростью c . Система отсчета K , в которой находится неподвижный относительно нее наблюдатель, движется с постоянной скоростью v относительно Земли по прямой, соединяющей источники света S_1 и S_2 . Световые волны, идущие от неподвижных относительно Земли источников, относительно наблюдателя имеют скорость

- 1) v 2) $c - v$ 3) $c + v$ 4) c

A19 К источнику постоянного тока с ЭДС 12 В и внутренним сопротивлением 2 Ом подключен резистор. Какое количество теплоты выделяется в резисторе за 1 с , если напряжение на клеммах источника равно 10 В ? Сопротивление соединительных проводов пренебрежимо мало.

- 1) 2 Дж 2) 8 Дж 3) 10 Дж 4) 12 Дж

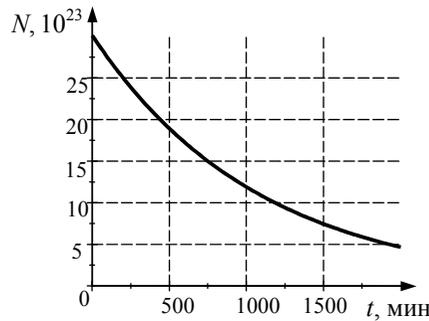
A20 В таблице приведены значения энергии для второго и третьего энергетических уровней атома водорода.

Номер уровня	Энергия, 10^{-19} Дж
2	-5,45
3	-2,42

Какова должна быть энергия фотона, при поглощении которого атом переходит со второго уровня на третий?

- 1) $7,87 \cdot 10^{-19}$ Дж
- 2) $5,45 \cdot 10^{-19}$ Дж
- 3) $3,03 \cdot 10^{-19}$ Дж
- 4) $2,42 \cdot 10^{-19}$ Дж

A21 Дан график зависимости числа нераспавшихся ядер висмута $^{211}_{83}\text{Bi}$ от времени. Каков период полураспада этого изотопа висмута?



- 1) 500 мин
- 2) 750 мин
- 3) 1000 мин
- 4) 1200 мин

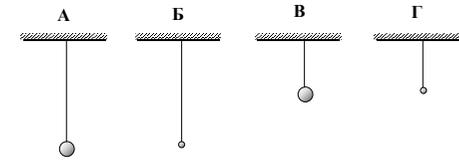
A22 Какая из указанных ниже реакций является β -распадом?

- 1) $^{239}_{92}\text{U} \rightarrow ^{239}_{93}\text{Np} + ^0_{-1}\text{e} + \bar{\nu}_e$
- 2) $^{27}_{13}\text{Al} + ^4_2\text{He} \rightarrow ^{30}_{15}\text{P} + ^1_0\text{n}$
- 3) $^1_0\text{n} + ^{107}_{47}\text{Ag} \rightarrow ^{108}_{47}\text{Ag} + \gamma$
- 4) $^1_0\text{n} + ^{235}_{92}\text{U} \rightarrow ^{139}_{56}\text{Ba} + ^{94}_{36}\text{Kr} + 3^1_0\text{n}$

A23 Работа выхода электронов из фотокатода равна 2 эВ. Какова энергия фотонов, падающих на фотокатод, если максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов равна 1,5 эВ?

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

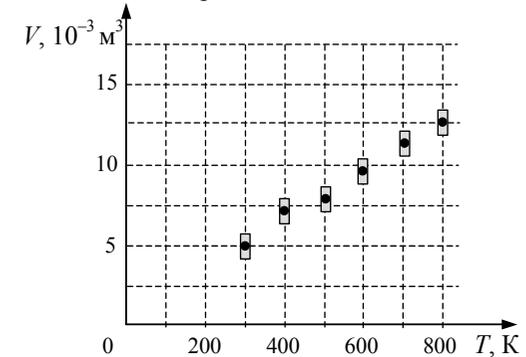
A24 Грузы маятников – медные шарiki.



Какую из предложенных ниже пар маятников надо выбрать, чтобы экспериментально выяснить, зависит ли период малых колебаний математического маятника от длины нити?

- 1) А и Б
- 2) А и В
- 3) А и Г
- 4) Б и В

A25 В цилиндре под поршнем находится постоянная масса разреженного газа. Давление газа постоянно и равно $1,5 \cdot 10^5$ Па. На рисунке показаны результаты измерения объема газа с повышением температуры. Погрешность измерения температуры $\Delta T = \pm 10$ К, объема $\Delta V = \pm 0,5$ л. Чему примерно равно число молей газа под поршнем?



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

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 Постоянная масса одноатомного идеального газа в изохорном процессе получает от нагревателя количество теплоты $Q > 0$. Как меняются в этом процессе давление, температура и внутренняя энергия этого газа? К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ	ИХ ИЗМЕНЕНИЯ
А) давление газа	1) увеличивается
Б) температура газа	2) уменьшается
В) внутренняя энергия газа	3) не изменяется

А	Б	В

В2 Установите соответствие между формулами для вычисления физических величин в схемах постоянного тока и названиями этих величин. В формулах использованы обозначения: I – сила тока, U – напряжение, R – сопротивление резистора. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФОРМУЛА	ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА
А) $\frac{U}{I}$	1) заряд, протекший через резистор
Б) $I^2 R$	2) сопротивление резистора
	3) напряжение на резисторе
	4) мощность тока, выделяющаяся на резисторе

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

В3 Камень брошен вверх под углом 60° к горизонту. Через 1,0 с скорость камня направлена вверх под углом 30° к горизонту. Сопротивление воздуха пренебрежимо мало. Чему равна начальная скорость камня? Ответ округлите до целых.

В4 Идеальный одноатомный газ находится в равновесии в вертикальном гладком цилиндре под поршнем массой $m = 5$ кг и площадью $S = 25$ см². Внешнее атмосферное давление $p_0 = 10^5$ Па. В результате охлаждения газа поршень опустился на высоту $\Delta h = 4$ см, а температура газа понизилась на $\Delta T = 16$ К. Найдите число молей газа под поршнем. Ответ округлите до сотых.

В5 Две α -частицы ускоряются в различных электрических полях. Начальная скорость обеих частиц равна нулю. Ускоряющая разность потенциалов второго поля 400 В. Ускорившиеся α -частицы влетают в однородное магнитное поле перпендикулярно вектору индукции. Отношение радиусов траекторий частиц в магнитном поле $\frac{R_2}{R_1} = 2$. Чему равна ускоряющая разность потенциалов первого поля?

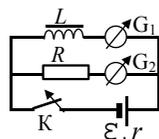
Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1

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.

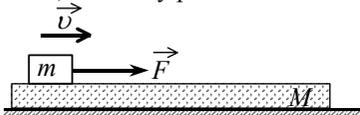
В задаче C1 следует записать развернутый ответ, поясняющий физические процессы, описанные в задаче, и ход ваших рассуждений.

C1 Резистор R и катушка индуктивности L с железным сердечником подключены к источнику тока, как показано на схеме. Первоначально ключ K замкнут, показания гальванометров G_1 и G_2 равны, соответственно, $I_1 = 0,1$ А и $I_2 = 1$ А. Что произойдет с величиной и направлением тока через резистор при размыкании ключа K ? Каким явлением это вызвано?

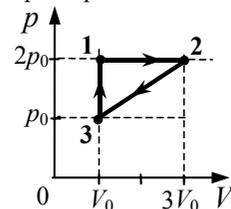


Полное правильное решение каждой из задач C2–C6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

C2 На гладком горизонтальном полу находится длинная доска. По доске под действием постоянной горизонтальной силы тяги движется брусок массой $m = 1$ кг. Коэффициент трения между доской и бруском $\mu = 0,2$. Скорость бруска v относительно пола постоянна и равна $0,8$ м/с. Первоначально доска относительно пола покоится. К моменту, когда движение бруска относительно доски прекращается, брусок проходит по доске расстояние $L = 0,8$ м. Чему равна масса доски?

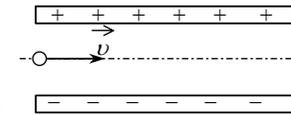


C3 Постоянная масса одноатомного идеального газа совершает циклический процесс, показанный на рисунке. За цикл от нагревателя газ получает количество теплоты $Q_n = 8$ кДж. Какую работу совершают внешние силы при переходе газа из состояния 2 в состояние 3?



C4 Плоская горизонтальная фигура площадью $S = 0,1$ м², ограниченная проводящим контуром, находится в магнитном поле. Проекция вектора магнитной индукции на вертикальную ось Oz медленно и равномерно возрастает от начального значения $B_{1z} = 0,7$ Тл до конечного значения $B_{2z} = 4,7$ Тл. За это время по контуру протекает заряд $q = 0,08$ Кл. Каково сопротивление контура?

C5 Протон влетает в электрическое поле конденсатора параллельно его пластинам в точке, находящейся посередине между его пластинами (см. рисунок). Минимальная скорость, с которой протон должен влететь в конденсатор, чтобы затем вылететь из него, равна 350 км/с. Расстояние между пластинами конденсатора 1 см, напряжение на пластинах конденсатора 50 В. Чему равна длина пластин конденсатора? Поле внутри конденсатора считать однородным, силой тяжести пренебречь.



C6 Уровни энергии электрона в атоме водорода задаются формулой $E_n = -\frac{13,6}{n^2}$ эВ, где $n = 1, 2, 3, \dots$. При переходе из состояния E_2 в состояние E_1 атом испускает фотон. Поток таких фотонов падает на поверхность фотокатода. Запирающее напряжение для фотоэлектронов, вылетающих с поверхности фотокатода, $U_{зап} = 6,1$ В. Чему равна частота света $\nu_{кр}$, соответствующая красной границе фотоэффекта для материала поверхности фотокатода?

Единый государственный экзамен по ФИЗИКЕ

Вариант № 305

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 вычислениях 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	$R = 8,31 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{К)}$
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	$0 \text{ К} = -273^\circ\text{C}$
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	$4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$	алюминия	$900 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$
льда	$2,1 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$	меди	$380 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$
железа	$640 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$	чугуна	$500 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$
свинца	$130 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$		

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°C

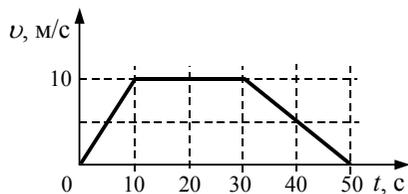
Молярная масса

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 На рисунке представлен график зависимости модуля скорости v автомобиля от времени t . Определите по графику путь, пройденный автомобилем в интервале времени от 30 до 50 с после начала движения.



- 1) 0 2) 50 м 3) 100 м 4) 250 м

A2 В инерциальной системе отсчета некоторая сила сообщает телу массой 8 кг ускорение 5 м/с^2 . Какова масса тела, которому та же сила сообщает ускорение 4 м/с^2 ?

- 1) 6,4 кг 2) 10 кг 3) 12,8 кг 4) 20 кг

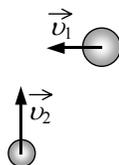
A3 Кубик массой 1 кг покоится на гладком горизонтальном столе, сжатый с боков пружинами (см. рисунок). Первая пружина сжата на 4 см, а вторая сжата на 3 см. Жесткость второй пружины $k_2 = 600 \text{ Н/м}$. Жесткость первой пружины k_1 равна



Кубик массой 1 кг покоится на гладком горизонтальном столе, сжатый с боков пружинами (см. рисунок). Первая пружина сжата на 4 см, а вторая сжата на 3 см. Жесткость второй пружины $k_2 = 600 \text{ Н/м}$. Жесткость первой пружины k_1 равна

- 1) 450 Н/м 2) 600 Н/м 3) 300 Н/м 4) 800 Н/м

A4 Шары движутся со скоростями, показанными на рисунке, и при столкновении слипаются. Как будет направлен импульс шаров после столкновения?

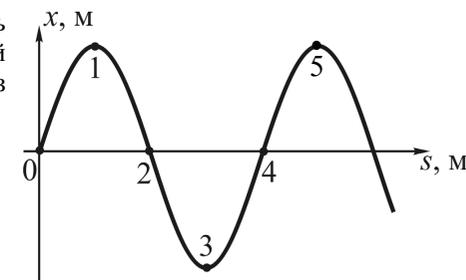


- 1) ← 2) ↑ 3) ↖ 4) ↗

A5 Шарик, подвешенный к потолку на длинной легкой нерастяжимой нити, совершает колебания, поднимаясь над положением равновесия на максимальную высоту 20 см. Максимальная кинетическая энергия шарика в процессе колебаний равна 1 Дж. Масса шарика равна

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

A6 На рисунке показан профиль бегущей волны в некоторый момент времени. Разность фаз колебаний точек 1 и 4 равна



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

A7 Шарик массой m , движущийся по гладкой горизонтальной поверхности, налетает на лежащий на той же поверхности более тяжелый шарик. В результате частично неупругого удара первый шарик остановился, причём 75% его первоначальной кинетической энергии перешло во внутреннюю энергию. Какова масса второго шарика?

- 1) m 2) $2m$ 3) $3m$ 4) $4m$

A8 Расстояние между соседними частицами вещества в среднем во много раз превышает размеры самих частиц. Это утверждение соответствует модели строения

- 1) только газов
2) только аморфных тел
3) газов и жидкостей
4) газов, жидкостей и твердых тел

A9 Разреженный водород изотермически сжимают. Масса газа постоянна. Давление газа на стенки сосуда увеличивают при этом в 5 раз. При этом объем газа

- 1) увеличится в $\sqrt{5}$ раз
2) уменьшится в 25 раз
3) уменьшится в 20 раз
4) уменьшится в 5 раз

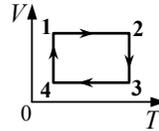
A10 При охлаждении куска металла массой 3 кг от 120°C до 20°C выделилось количество теплоты, равное 192 кДж. Удельная теплоемкость металла равна

- 1) $380 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$ 2) $500 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$ 3) $640 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$ 4) $900 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$

A11 Кусок льда опустили в термос с водой. Начальная температура льда 0°C , начальная температура воды 30°C . Теплоемкостью термоса можно пренебречь. При переходе к тепловому равновесию часть льда массой 210 г растаяла. Чему равна исходная масса воды в термосе?

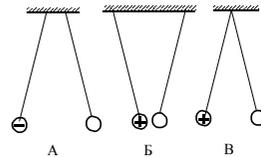
- 1) 550 г 2) 1100 г 3) 1650 г 4) 2200 г

A12 На рисунке показан циклический процесс изменения состояния постоянной массы одноатомного идеального газа. На каком участке работа внешних сил над газом положительна и равна отданному газом количеству теплоты?



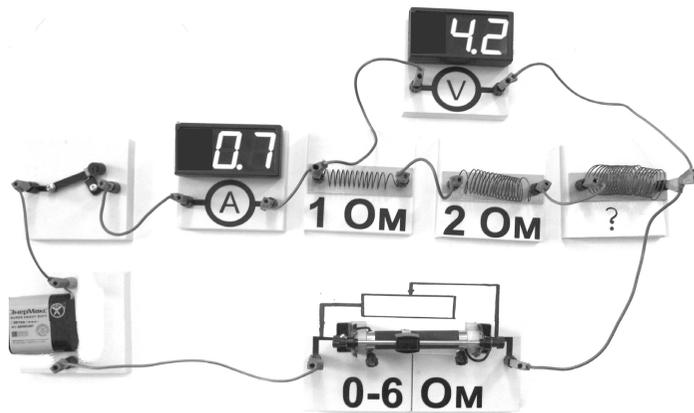
- 1) 1 – 2 2) 2 – 3 3) 3 – 4 4) 4 – 1

A13 На рисунке изображены три пары заряженных легких одинаковых шариков, подвешенных на шелковых нитях. Знак заряда одного из шариков каждой пары указан на рисунке. В каком случае заряд другого шарика может быть отрицателен?



- 1) только А 2) А и Б 3) только В 4) А и В

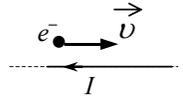
A14 На фотографии – электрическая цепь. Показания вольтметра даны в вольтах, амперметра – в амперах.



Чему равно сопротивление неизвестного резистора? Вольтметр и амперметр считать идеальными.

- 1) 1 Ом 2) 2 Ом 3) 3 Ом 4) 4 Ом

A15 Электрон e^- имеет скорость \vec{v} , направленную горизонтально вдоль прямого длинного проводника с током I (см. рисунок). Куда направлена действующая на электрон сила Лоренца?



- 1) влево в плоскости рисунка \leftarrow
 2) вертикально вверх в плоскости рисунка \uparrow
 3) перпендикулярно плоскости рисунка к наблюдателю \odot
 4) вниз в плоскости рисунка \downarrow

A16 Рентгеновское излучение испускают

- 1) электроны проводимости при их упорядоченном движении в проводнике
 2) быстрые электроны при торможении в веществе
 3) любые заряженные частицы
 4) коротковолновые радиостанции

A17 Точечный источник света расположен в фокусе собирающей тонкой линзы. После прохождения через линзу лучи от этого источника

- 1) пойдут параллельно главной оптической оси
 2) соберутся в фокусе
 3) соберутся в точке, расположенной между линзой и фокусом
 4) соберутся в точке, находящейся за двойным фокусом

A18 В какой системе отсчета скорость света в вакууме равна $300\,000\text{ км/с}$?

- 1) только в системе отсчета, связанной с Землей
 2) только в системе отсчета, связанной с Солнцем
 3) только в системе отсчета, связанной с далекой звездой
 4) в любой инерциальной системе отсчета

A19 К источнику постоянного тока с ЭДС 20 В и внутренним сопротивлением 2 Ом подключен резистор. Какова мощность тока, выделяющаяся на резисторе, если напряжение на клеммах источника равно 18 В ? Сопротивление соединительных проводов пренебрежимо мало.

- 1) 2 Вт 2) 10 Вт 3) 18 Вт 4) 20 Вт

A20 В таблице приведены значения энергии для второго и четвертого энергетических уровней атома водорода.

Номер уровня	Энергия, 10^{-19} Дж
2	- 5,45
4	- 1,36

Какова энергия фотона, излучаемого атомом при переходе с четвертого уровня на второй?

- 1) $4,09 \cdot 10^{-19}$ Дж
- 2) $1,36 \cdot 10^{-19}$ Дж
- 3) $6,81 \cdot 10^{-19}$ Дж
- 4) $5,45 \cdot 10^{-19}$ Дж

A21 β -излучение – это

- 1) поток ядер бериллия
- 2) поток нейтронов, образующихся в цепной реакции
- 3) поток электронов
- 4) электромагнитные волны

A22 Один из возможных вариантов реакции деления ядра урана $^{235}_{92}\text{U}$ выглядит следующим образом: $^{235}_{92}\text{U} + ^1_0\text{n} \rightarrow ^{97}_{40}\text{Zr} + ^{137}_{52}\text{Te} + ?$

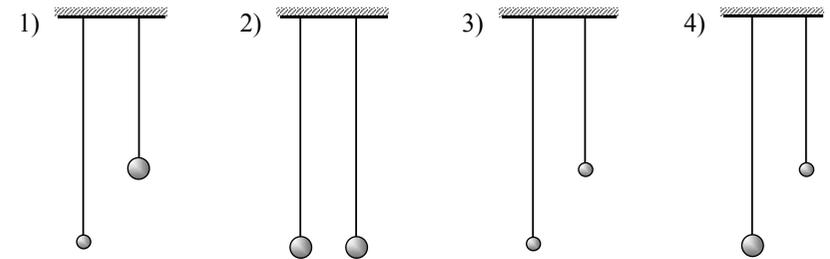
Какие частицы заменены знаком вопроса?

- 1) 2 протона
- 2) 2 электрона
- 3) 1 протон и 1 электрон
- 4) 2 нейтрона

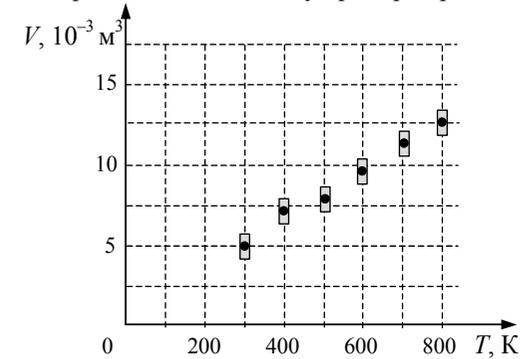
A23 Образец радиоактивного радия находится в закрытом сосуде. Ядра радия $^{223}_{88}\text{Ra}$ испытывают α -распад с периодом полураспада 11,4 суток. Определите число атомов гелия в сосуде через 11,4 суток, если образец в момент помещения его в сосуд содержал $2,6 \cdot 10^{18}$ атомов радия-223.

- 1) $0,65 \cdot 10^{18}$
- 2) $1,3 \cdot 10^{18}$
- 3) $1,95 \cdot 10^{18}$
- 4) $2,6 \cdot 10^{18}$

A24 Необходимо экспериментально обнаружить зависимость периода малых колебаний математического маятника от длины нити. Какую пару маятников, грузы которых изготовлены из стали, нужно использовать для этой цели?



A25 В цилиндре под поршнем находится постоянная масса разреженного газа. Давление газа постоянно и равно $1,5 \cdot 10^5$ Па. На рисунке показаны результаты измерения объема газа с повышением температуры. Погрешность измерения температуры $\Delta T = \pm 10$ К, объема $\Delta V = \pm 0,5$ л. Молярная масса газа равна 32 г/моль. Чему примерно равна масса газа под поршнем?



- 1) 9 г
- 2) 13 г
- 3) 19 г
- 4) 26 г

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 Постоянная масса одноатомного идеального газа в изотермическом процессе отдает холодильнику количество теплоты $Q > 0$. Как меняются в этом процессе объем, давление и внутренняя энергия этого газа? К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ ИХ ИЗМЕНЕНИЯ

- | | |
|----------------------------|------------------|
| А) объем газа | 1) увеличивается |
| Б) давление газа | 2) уменьшается |
| В) внутренняя энергия газа | 3) не изменяется |

А	Б	В

В2 Установите соответствие между формулами для вычисления физических величин в схемах постоянного тока и названиями этих величин. В формулах использованы обозначения: I – сила тока, U – напряжение, R – сопротивление резистора. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФОРМУЛА ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

- | | |
|---------|---|
| А) IR | 1) мощность тока, выделяющаяся на резисторе |
| Б) IU | 2) напряжение на резисторе |
| | 3) сопротивление резистора |
| | 4) заряд, протекший через резистор |

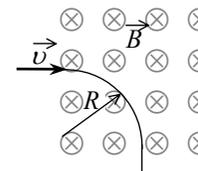
А	Б

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

В3 Начальная скорость тела, брошенного под углом к горизонту, равна 26 м/с. В верхней точке траектории скорость этого тела равна 10 м/с. Сколько времени тело поднималось от точки старта до верхней точки траектории? Соппротивлением воздуха пренебечь. Ответ округлите до десятых.

В4 Идеальный одноатомный газ в количестве $\nu = 0,09$ моль находится в равновесии в вертикальном гладком цилиндре под поршнем массой $m = 5$ кг. Внешнее атмосферное давление $p_0 = 10^5$ Па. В результате охлаждения газа поршень опустился на высоту $\Delta h = 4$ см, а температура газа понизилась на $\Delta T = 16$ К. Чему равна площадь поршня? Ответ выразите в квадратных сантиметрах (см²) и округлите до целых.

В5 Пучок электронов, движущихся со скоростью 10^6 м/с, влетает в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям магнитной индукции, как показано на рисунке, и отклоняется им на угол 90° . Радиус дуги окружности, по которой движутся электроны в магнитном поле, равен 10 см. Какова сила, действующая на электрон? Полученный ответ умножьте на 10^{18} и округлите до целого числа.



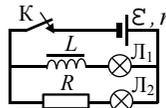
Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1

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.

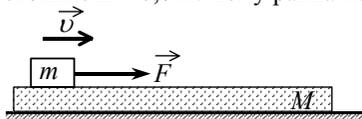
В задаче C1 следует записать развернутый ответ, поясняющий физические процессы, описанные в задаче, и ход ваших рассуждений.

C1 Две одинаковые лампы L_1 и L_2 подключены к источнику тока, одна – последовательно с катушкой индуктивности L с железным сердечником, а другая – последовательно с резистором R (см. рисунок). Первоначально ключ K разомкнут. Опишите разницу в работе лампочек при замыкании ключа K . Каким явлением вызвана эта разница?

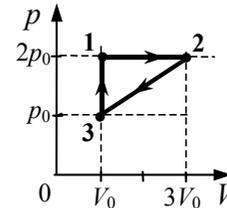


Полное правильное решение каждой из задач C2–C6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

C2 На гладком горизонтальном полу находится длинная доска массой $M = 5$ кг. По доске под действием постоянной горизонтальной силы тяги движется брусок. Коэффициент трения между доской и бруском $\mu = 0,2$. Скорость бруска v относительно пола постоянна и равна $0,8$ м/с. Первоначально доска относительно пола покоится. К моменту, когда движение бруска относительно доски прекращается, брусок проходит по доске расстояние $L = 0,8$ м. Чему равна масса бруска?

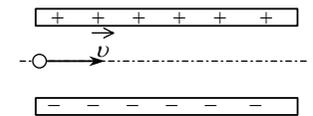


C3 Постоянная масса одноатомного идеального газа совершает циклический процесс, показанный на рисунке. При переходе газа из состояния 2 в состояние 3 внешние силы совершают работу $A_{23} = 5$ кДж. Какое количество теплоты газ получает за цикл от нагревателя?



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 вектора магнитной индукции на вертикаль равномерно меняется с $B_{1z} = 2$ Тл до $B_{2z} = -2$ Тл?

C5 Протон влетает в электрическое поле конденсатора параллельно его пластинам в точке, находящейся посередине между его пластинами (см. рисунок). Минимальная скорость, с которой протон должен влететь в конденсатор, чтобы затем вылететь из него, равна 350 км/с. Длина пластин конденсатора 5 см, напряженность электрического поля конденсатора 5200 В/м. Чему равно расстояние между пластинами конденсатора? Поле внутри конденсатора считать однородным, силой тяжести пренебречь.



C6 Уровни энергии электрона в атоме водорода задаются формулой $E_n = -\frac{13,6}{n^2}$ эВ, где $n = 1, 2, 3, \dots$. При переходе из состояния E_2 в состояние E_1 атом испускает фотон. Поток таких фотонов падает на поверхность фотокатода. Работа выхода фотоэлектронов с поверхности фотокатода $A_{\text{вых}} = 7,2 \cdot 10^{-19}$ Дж. Чему равно запирающее напряжение $U_{\text{зап}}$ для фотоэлектронов, вылетающих с поверхности фотокатода?

Единый государственный экзамен по ФИЗИКЕ

Вариант № 306

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 вычислениях 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	$R = 8,31 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{К)}$
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	$0 \text{ К} = -273^\circ\text{C}$
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	$4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$	алюминия	$900 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$
льда	$2,1 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$	меди	$380 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$
железа	$640 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$	чугуна	$500 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$
свинца	$130 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$		

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°C

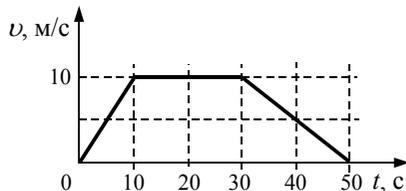
Молярная масса

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 На рисунке представлен график зависимости модуля скорости v автомобиля от времени t . Найдите путь, пройденный автомобилем за время от 0 до 50 с.



- 1) 0 2) 50 м 3) 250 м 4) 350 м

A2 В инерциальной системе отсчета сила 50 Н сообщает телу массой 5 кг некоторое ускорение. Какая сила сообщит телу массой 8 кг такое же ускорение?

- 1) 40 Н 2) 50 Н 3) 80 Н 4) 100 Н

A3 Кубик массой 1 кг покоится на гладком горизонтальном столе, сжатый с боков пружинами жесткостью $k_1 = 400$ Н/м и $k_2 = 800$ Н/м (см. рисунок). Первая пружина сжата на 4 см. Вторая пружина действует на кубик с силой



- 1) 8 Н 2) 16 Н 3) 32 Н 4) 48 Н

A4 Одинаковые шары движутся с одинаковыми по модулю скоростями в направлениях, указанных стрелками на рисунке, и абсолютно неупруго соударяются. Как будет направлен импульс шаров после их столкновения?

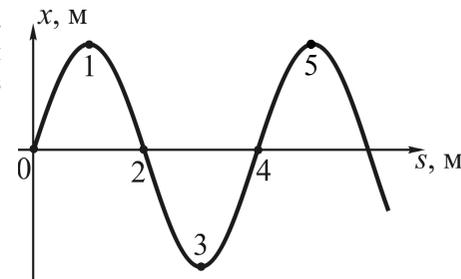


- 1) ← 2) ↓ 3) ↙ 4) ↘

A5 Шарик, подвешенный к потолку на длинной легкой нерастяжимой нити, совершает колебания. Максимальная скорость шарика в процессе колебаний равна 1 м/с. Максимальная высота подъема шарика над положением равновесия равна

- 1) 50 см 2) 20 см 3) 10 см 4) 5 см

A6 На рисунке показан профиль бегущей волны в некоторый момент времени. Разность фаз колебаний точек 1 и 5 равна



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

A7 Шарик, движущийся по гладкой горизонтальной поверхности, налетает на лежащий на той же поверхности более тяжелый шарик тех же размеров. В результате частично неупругого удара первый шарик остановился, а второй начал двигаться со скоростью v . При этом 75% первоначальной кинетической энергии первого шарика перешло во внутреннюю энергию. Какова скорость первого шарика до удара?

- 1) $\sqrt{2}v$ 2) $2v$ 3) $3v$ 4) $4v$

A8 Какая-либо упорядоченность в расположении частиц вещества отсутствует. Это утверждение соответствует модели

- 1) только газа
2) только жидкости
3) только твердого тела
4) газа, жидкости и твердого тела

A9 Разреженный кислород в закрытом сосуде изохорно охлаждается. Если давление кислорода уменьшилось в 2 раза, то его абсолютная температура стала ниже в

- 1) 9 раз 2) $\sqrt{2}$ раз 3) 2 раза 4) 3 раза

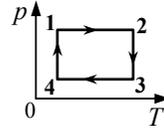
A10 Температура куска металла удельной теплоемкостью $900 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$ понижалась со 120°C до 40°C . При этом выделилось количество теплоты, равное 108 кДж. Чему равна масса этого куска?

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

A11 Кусок льда опустили в термос с водой. Начальная температура льда 0°C , исходная масса воды 1100 г. Теплоемкостью термоса можно пренебречь. При переходе к тепловому равновесию часть льда массой 420 г растаяла. Чему равна начальная температура воды в термосе?

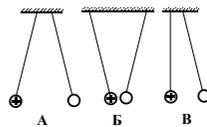
- 1) $11,5^{\circ}\text{C}$ 2) 15°C 3) 20°C 4) 30°C

A12 На рисунке показан циклический процесс изменения состояния постоянной массы одноатомного идеального газа. На каком участке процесса работа газа положительна и равна полученному газом количеству теплоты?



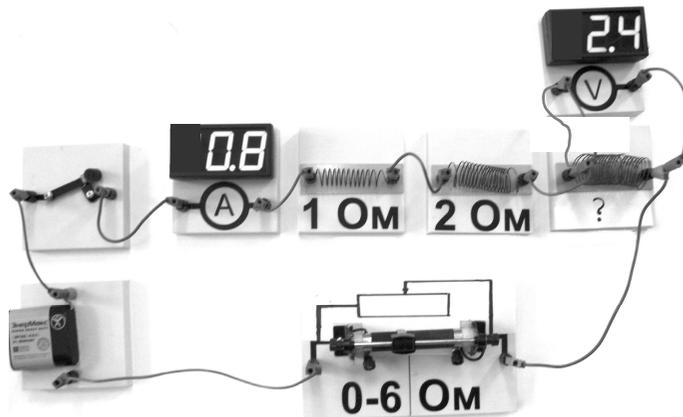
- 1) 1 – 2 2) 2 – 3 3) 3 – 4 4) 4 – 1

A13 Два легких одинаковых шарика подвешены на шелковых нитях. Заряд одного из шариков каждой пары положителен. Какой рисунок правильно отображает его взаимодействие с отрицательно заряженным шариком?



- 1) только А 2) только Б 3) А и В 4) только В

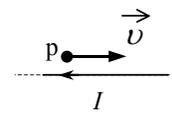
A14 На фотографии – электрическая цепь. Показания вольтметра даны в вольтах, амперметра – в амперах.



Чему равно сопротивление неизвестного резистора? Вольтметр и амперметр считать идеальными.

- 1) 1 Ом 2) 2 Ом 3) 3 Ом 4) 4 Ом

A15



Протон p имеет скорость \vec{v} , направленную горизонтально вдоль прямого длинного проводника с током I (см. рисунок). Куда направлена действующая на протон сила Лоренца?

- 1) вертикально вверх в плоскости рисунка \uparrow
 2) вертикально вниз в плоскости рисунка \downarrow
 3) горизонтально влево в плоскости рисунка \leftarrow
 4) перпендикулярно плоскости рисунка от нас \otimes

A16

Гамма-излучение испускают

- 1) электроны при движении в проводнике
 2) любые нагретые тела
 3) любые заряженные частицы
 4) атомные ядра при их превращениях

A17

Предмет малых размеров находится на двойном фокусном расстоянии от тонкой собирающей линзы. Изображение предмета, создаваемое этой линзой,

- 1) действительное и расположено на двойном фокусном расстоянии от линзы
 2) мнимое и расположено в фокусе линзы
 3) мнимое и расположено на двойном фокусном расстоянии от линзы
 4) действительное и расположено в фокусе линзы

A18

В инерциальной системе отсчета свет распространяется в вакууме со скоростью c . Самолет летит над поверхностью Земли со скоростью v и зажигает сигнальные огни. С какой скоростью относительно Земли распространяется световой сигнал?

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

A19

К источнику постоянного тока с ЭДС 9 В и внутренним сопротивлением 0,5 Ом подключен резистор. Какое количество теплоты выделяется в резисторе за 1 с, если сила тока в цепи равна 2 А? Сопротивление соединительных проводов пренебрежимо мало.

- 1) 2 Дж 2) 4 Дж 3) 16 Дж 4) 18 Дж

A20 В таблице приведены значения энергии для второго и четвертого энергетических уровней атома водорода.

Номер уровня	Энергия, 10^{-19} Дж
2	- 5,45
4	- 1,36

Какой должна быть энергия фотона, при поглощении которого атом переходит со второго уровня на четвертый?

- 1) $5,45 \cdot 10^{-19}$ Дж
- 2) $1,36 \cdot 10^{-19}$ Дж
- 3) $6,81 \cdot 10^{-19}$ Дж
- 4) $4,09 \cdot 10^{-19}$ Дж

A21 α -излучение – это поток

- 1) нейтронов
- 2) электронов
- 3) протонов
- 4) ядер гелия

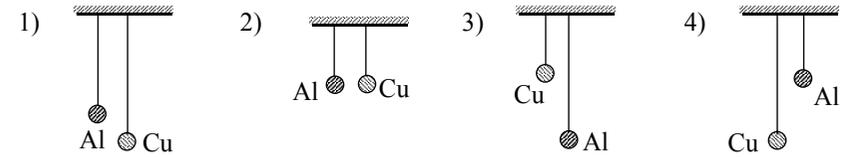
A22 Один из возможных вариантов реакции деления ядра урана $^{235}_{92}\text{U}$ выглядит следующим образом: $^{235}_{92}\text{U} + ^1_0\text{n} \rightarrow ^{95}_{38}\text{Sr} + ^{139}_{54}\text{Xe} + ?$ Какие частицы заменены знаком вопроса?

- 1) ^1_0n
- 2) 2^1_0n
- 3) ^1_1p
- 4) $^1_1\text{p} + ^1_0\text{n}$

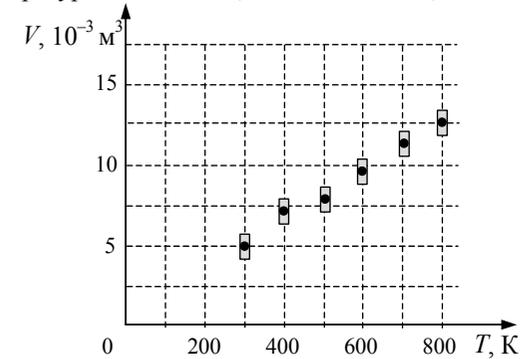
A23 Образец радиоактивного радия находится в закрытом сосуде. Ядра радия испытывают α -распад с периодом полураспада 11,4 суток. Определите число атомов гелия в сосуде через 22,8 суток, если образец в момент помещения в сосуд содержал $2,6 \cdot 10^{18}$ атомов радия.

- 1) $0,65 \cdot 10^{18}$
- 2) $1,3 \cdot 10^{18}$
- 3) $1,95 \cdot 10^{18}$
- 4) $2,6 \cdot 10^{18}$

A24 Необходимо экспериментально выяснить зависимость периода малых колебаний математического маятника от вещества, из которого изготовлен груз. Какую пару маятников можно взять для этой цели? Грузы маятников – полые шарики из меди и алюминия одинаковой массы и одинакового внешнего диаметра.



A25 В цилиндре под поршнем находится 14 г разреженного газа. Давление газа постоянно и равно $1,6 \cdot 10^5$ Па. На рисунке показаны результаты измерения объема газа с повышением температуры. Погрешность измерения температуры $\Delta T = \pm 10$ К, объема $\Delta V = \pm 0,5$ л. Чему равна молярная масса газа?



- 1) 44 г/моль
- 2) 32 г/моль
- 3) 28 г/моль
- 4) 2 г/моль

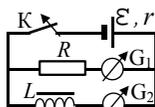
Часть 3

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

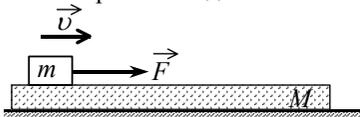
Резистор R и катушка индуктивности L с железным сердечником подключены к источнику тока, как показано на схеме. Первоначально ключ K замкнут, показания гальванометров G_1 и G_2 равны, соответственно, $I_1 = 0,1$ А и $I_2 = 1$ А. Что произойдет с величиной и направлением тока через резистор при размыкании ключа K ? Каким явлением это вызвано?



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.

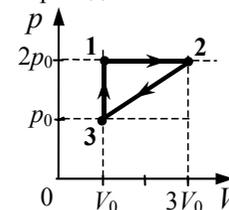
C2

На гладком горизонтальном полу находится длинная доска. По доске под действием постоянной горизонтальной силы тяги движется брусок. Коэффициент трения между доской и бруском $\mu = 0,2$. Скорость бруска v относительно пола постоянна и равна $0,8$ м/с. Первоначально доска относительно пола покоится. К моменту, когда движение бруска относительно доски прекращается, брусок проходит по доске расстояние $L = 0,8$ м. Во сколько раз масса доски больше массы бруска?



C3

Постоянная масса одноатомного идеального газа совершает циклический процесс, показанный на рисунке. Газ отдает за цикл холодильнику количество теплоты $|Q_x| = 8$ кДж. Какую работу совершают внешние силы при переходе газа из состояния 2 в состояние 3?

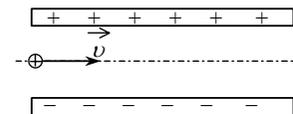


C4

Плоская горизонтальная фигура, ограниченная проводящим контуром, сопротивление которого $R = 5$ Ом, находится в однородном магнитном поле. Пока проекция вектора магнитной индукции на вертикаль Oz за большой промежуток времени равномерно меняется от $B_{1z} = 2$ Тл до $B_{2z} = -2$ Тл, по контуру протекает заряд $\Delta q = 0,08$ Кл. Найдите площадь фигуры.

C5

Протон влетает в электрическое поле конденсатора параллельно его пластинам в точке, находящейся посередине между пластинами (см. рисунок). Минимальная скорость, с которой протон должен влететь в конденсатор, чтобы затем вылететь из него, равна 350 км/с. Расстояние между пластинами конденсатора 1 см, напряженность электрического поля конденсатора 5200 В/м. Чему равна длина пластин конденсатора? Электрическое поле внутри конденсатора считать однородным, силой тяжести пренебречь.



C6

Уровни энергии электрона в атоме водорода задаются формулой $E_n = -\frac{13,6}{n^2}$ эВ, где $n = 1, 2, 3, \dots$. При переходе из состояния E_2 в состояние E_1 атом испускает фотон. Поток таких фотонов падает на поверхность фотокатода. Длина волны света, соответствующая красной границе фотоэффекта для материала поверхности фотокатода, $\lambda_{кр} = 300$ нм. Чему равно запирающее напряжение $U_{зап}$ для фотоэлектронов, вылетающих с поверхности фотокатода?

Единый государственный экзамен по ФИЗИКЕ

Вариант № 307

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 вычислениях 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	$R = 8,31 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{К)}$
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	$0 \text{ К} = -273^\circ\text{C}$
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

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

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°C

Молярная масса

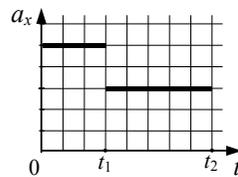
азота	$28 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	кислорода	$32 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
аргона	$40 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	лития	$6 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
водорода	$2 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	молибдена	$96 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
воздуха	$29 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	неона	$20 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
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 «х» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

- A1** При свободном падении тела из состояния покоя его скорость за каждую секунду увеличивается на
- 1) 0 м/с 2) 5 м/с 3) 10 м/с 4) 20 м/с

- A2** На графике изображена зависимость ускорения тела от времени в инерциальной системе отсчета. Сравните силы F_1 и F_2 , действующие на тело в промежутки времени от 0 до t_1 и от t_1 до t_2 .



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

- A3** Тело равномерно движется по наклонной плоскости. На него действуют сила трения 10 Н и сила нормального давления плоскости 40 Н. Коэффициент трения скольжения равен
- 1) 0,8 2) 0,2 3) 0,5 4) 0,25

- A4** На тело, движущееся прямолинейно в инерциальной системе отсчета, действует постоянная сила. Какова величина этой силы, если за 2 с она вызывает увеличение импульса тела на 8 кг·м/с?
- 1) 4 Н 2) 8 Н 3) 12 Н 4) 16 Н

- A5** Мяч упал из состояния покоя с высоты 15 м. Его кинетическая энергия при падении на Землю равна 60 Дж. Сопротивлением воздуха пренебречь. Масса мяча
- 1) 0,1 кг 2) 0,2 кг 3) 0,3 кг 4) 0,4 кг

- A6** В момент времени $t_0 = 0$ груз математического маятника, имеющего период колебаний T и совершающего гармонические колебания, проходит через положение равновесия. За какой промежуток времени с момента t_0 он проходит путь, равный амплитуде колебаний?

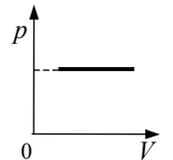


- 1) T 2) $\frac{1}{2}T$ 3) $\frac{1}{4}T$ 4) $\frac{1}{8}T$

- A7** Автомобиль, движущийся с выключенным двигателем, проезжает 50 м под уклон под углом 30° к горизонту и оказывается на горизонтальном участке дороги. Скорость его при этом составляет 30 м/с. Какова начальная скорость автомобиля? Трением пренебречь.
- 1) 10 м/с 2) 20 м/с 3) 24 м/с 4) 30 м/с

- A8** Молекулы газов находятся на больших расстояниях друг от друга по сравнению с их размерами, поэтому силы притяжения между ними незначительны. Этим можно объяснить следующие свойства газов:
- А. они принимают форму сосуда,
 Б. они занимают весь представленный объем,
 В. они легко сжимаются.
- Какое(-ие) из утверждений правильно(-ы)?
- 1) только Б 2) только А и Б 3) только В 4) А, Б, В

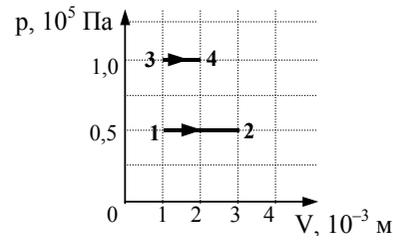
- A9** Какому процессу в идеальном газе соответствует график на рисунке? (Масса газа не изменяется.)



- 1) изотермическому
 2) адиабатному
 3) изохорному
 4) изобарному

- A10** Относительная влажность воздуха в помещении равна 60%, а температура 18°C . Чему равно парциальное давление водяного пара в помещении, если давление насыщенных водяных паров при этой температуре равно 2 кПа?
- 1) 0,6 кПа 2) 3,6 кПа 3) 1,2 кПа 4) 18 кПа

A11 На рисунке показано расширение газообразного гелия одинаковой массы двумя способами: 1 – 2 и 3 – 4. Сравните работу газа в этих процессах.



- 1) $A_{34} = 2A_{12}$
- 2) $A_{12} = 2A_{34}$
- 3) $A_{34} = A_{12} \neq 0$
- 4) $A_{34} = A_{12} = 0$

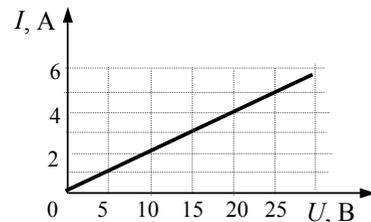
A12 При увеличении средней кинетической энергии хаотического движения молекул температура вещества

- 1) повышается
- 2) понижается
- 3) не изменяется
- 4) иногда повышается, иногда понижается

A13 Сила взаимодействия между двумя точечными заряженными телами равна F . Как изменится сила взаимодействия между телами, если каждый заряд на телах уменьшить в 2 раза?

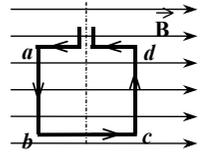
- 1) увеличится в 2 раза
- 2) уменьшится в 2 раза
- 3) увеличится в 4 раза
- 4) уменьшится в 4 раза

A14 На графике изображена зависимость силы тока в проводнике от напряжения между его концами. Чему равно сопротивление проводника?



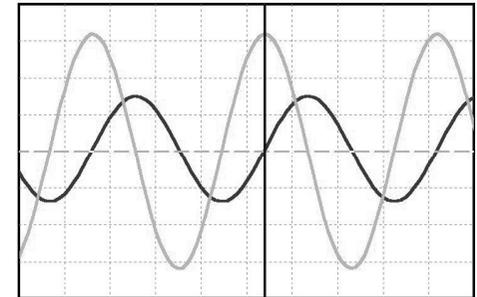
- 1) 0,25 Ом
- 2) 4 Ом
- 3) 5 Ом
- 4) 20 Ом

A15 Квадратная рамка расположена в однородном магнитном поле в плоскости линий магнитной индукции так, как показано на рисунке. Направление тока в рамке показано стрелками. Как направлена сила, действующая на сторону ab рамки, со стороны магнитного поля?



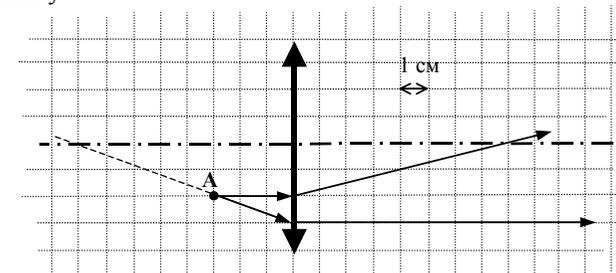
- 1) перпендикулярно плоскости чертежа, от нас
- 2) перпендикулярно плоскости чертежа, к нам
- 3) вертикально вверх в плоскости чертежа
- 4) вертикально вниз в плоскости чертежа

A16 На фотографии – осциллограмма напряжения на элементе электрической цепи и силы тока в нем.



- Колебания этих величин имеют
- 1) одинаковые частоты и сдвиг фаз $\frac{\pi}{2}$
 - 2) различные частоты и сдвиг фаз $\frac{\pi}{2}$
 - 3) различные частоты и сдвиг фаз 0
 - 4) одинаковые частоты и сдвиг фаз π

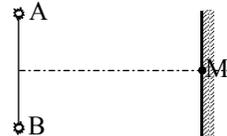
A17 На рисунке изображен ход лучей от точечного источника света А через тонкую линзу.



Определите фокусное расстояние линзы, если 1 клетка на рисунке соответствует 1 см.

- 1) 8 см
- 2) 2 см
- 3) 3 см
- 4) – 8 см

A18 Два когерентных точечных источника, излучающих свет с нулевой разностью фаз, находятся на концах отрезка АВ, параллельного экрану. Точка М экрана находится на перпендикуляре, проведенном через середину отрезка АВ. В точке М наблюдается

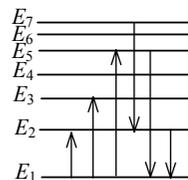


- 1) интерференционный минимум
- 2) интерференционный максимум
- 3) периодическое усиление и ослабление света
- 4) периодическое изменение частоты света

A19 Нагревательный элемент состоит из трех одинаковых последовательно соединенных спиралей, через которые течет постоянный ток. Как изменится мощность, потребляемая этим элементом, если напряжение, подаваемое на него, увеличить в 3 раза, а одну из спиралей заменить на другую с сопротивлением в 4 раза меньшим?

- 1) уменьшится в 3 раза
- 2) увеличится в 3 раза
- 3) не изменится
- 4) увеличится в 12 раз

A20 На рисунке представлена диаграмма энергетических уровней атома. Какой из отмеченных стрелками переходов между энергетическими уровнями сопровождается поглощением кванта с максимальной энергией?



- 1) с уровня 1 на уровень 5
- 2) с уровня 7 на уровень 2
- 3) с уровня 5 на уровень 1
- 4) с уровня 1 на уровень 2

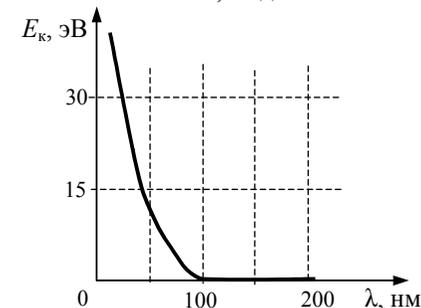
A21 Каков заряд ядра $^{137}_{56}\text{Ba}$ (в единицах элементарного заряда)?

- 1) 137
- 2) 56
- 3) 193
- 4) 81

A22 Какая частица X получилась в результате реакции $^{27}_{13}\text{Al} + ^1_0\text{n} \rightarrow ^{24}_{11}\text{Na} + X$?

- 1) протон
- 2) нейтрон
- 3) электрон
- 4) α -частица

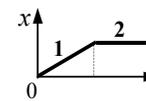
A23 На графике показана зависимость максимальной кинетической энергии фотоэлектронов, выбитых из металла, от длины волны падающего света.



Фотоэффект не наблюдается при освещении металла светом с длиной волны

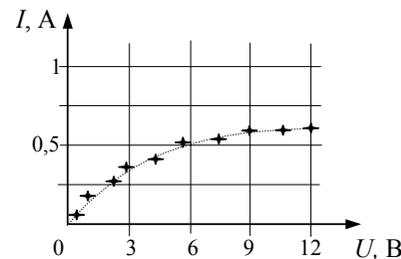
- 1) 25 нм
- 2) 50 нм
- 3) 75 нм
- 4) 150 нм

A24 На графике изображена зависимость координаты бусинки на горизонтальной спице от времени. На основании графика можно утверждать, что



- 1) проекция ускорения бусинки на участке 1 отрицательна
- 2) проекция ускорения бусинки на участке 2 положительна
- 3) участок 1 соответствует равномерному движению бусинки, а на участке 2 бусинка неподвижна
- 4) участок 1 соответствует равноускоренному движению бусинки, а участок 2 – равномерному

A25 На рисунке изображен результат экспериментального исследования зависимости силы тока от напряжения на лампе накаливания. Две такие лампы соединили последовательно и подключили к клеммам аккумулятора напряжением 12 В. Они потребляют суммарную мощность 6 Вт. Какова мощность, потребляемая одной лампой при ее подключении к клеммам аккумулятора?



- 1) $P = 3$ Вт
- 2) $3 \text{ Вт} < P < 6$ Вт
- 3) $P = 6$ Вт
- 4) $6 \text{ Вт} < P < 12$ Вт

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 Брусок скользит по наклонной плоскости вниз без трения. Что происходит при этом с его скоростью, потенциальной энергией, силой реакции наклонной плоскости?
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) увеличивается
Б) потенциальная энергия		2) уменьшается
В) сила реакции наклонной плоскости		3) не изменяется

А	Б	В

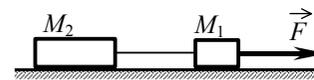
В2 Установите соответствие между физическими явлениями и приборами, в которых используются или наблюдаются эти явления.
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ		ПРИБОР
А) Тепловое излучение	1)	Световод
Б) Дифракция	2)	Призмный спектроскоп
	3)	Дифракционная решетка
	4)	Прибор ночного видения

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

В3



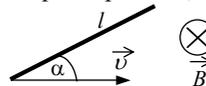
Два груза, связанные нерастяжимой и невесомой нитью, движутся по гладкой горизонтальной поверхности под действием горизонтальной силы \vec{F} , приложенной к грузу массой $M_1 = 2 \text{ кг}$ (см. рисунок). Минимальная сила F , при которой нить обрывается, равна 18 Н. Известно, что нить может выдержать нагрузку не более 10 Н. Чему равна масса второго груза?

В4

При изготовлении льда в холодильнике потребовалось 5 мин, чтобы охладить воду от 4°C до 0°C, и еще $6 \cdot 10^3 \text{ с}$, чтобы превратить ее в лед. Определите по этим данным удельную теплоту плавления льда. Ответ выразите в кДж/кг.

В5

Проводящий стержень длиной $l = 20 \text{ см}$ движется поступательно в однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,5 \text{ Тл}$ так, что угол между стержнем и вектором его скорости $\alpha = 30^\circ$ (см. рисунок). ЭДС индукции в стержне равна 0,05 В. Какова скорость движения стержня?



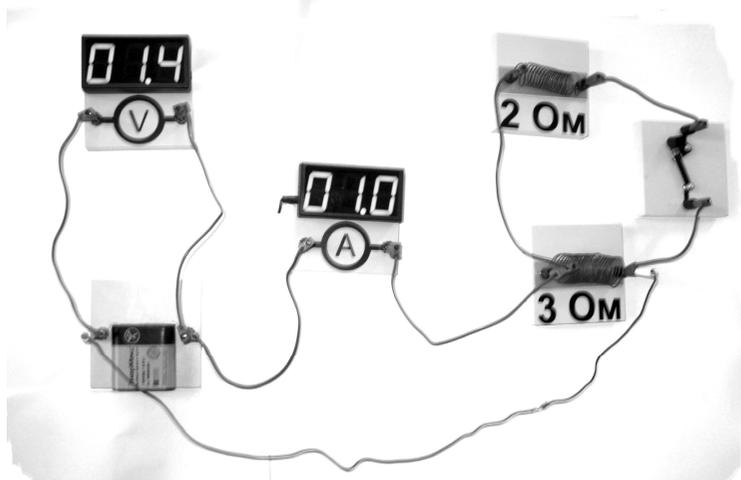
Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1

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.

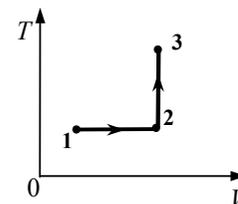
C1 На рисунке приведена фотография электрической цепи. Начертите принципиальную схему этой цепи. Опираясь на законы постоянного тока, объясните, как должны изменяться (уменьшаться или увеличиваться) показания амперметра и вольтметра при размыкании ключа.



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 Камень, летящий с горизонтальной скоростью $v_0 = 45$ м/с, попадает в лежащий на горизонтальной поверхности льда брусок и отскакивает в обратном направлении со скоростью $\frac{1}{6} v_0$. Масса бруска в 21 раз больше массы камня. Коэффициент трения скольжения между бруском и льдом $\mu = 0,2$. На какое расстояние S переместится брусок к моменту, когда его скорость станет $\frac{1}{30} v_0$?

C3 Идеальный одноатомный газ в количестве 1 моль сначала изотермически расширился ($T_1 = 300$ К). Затем газ изохорно нагрели, повысив давление в 3 раза (см. рисунок). Какое количество теплоты получил газ на участке 2–3?



C4 Электрон влетает в электрическое поле между двумя разноименно заряженными пластинами плоского конденсатора со скоростью v ($v \ll c$) параллельно пластинам (см. рисунок). Расстояние между пластинами d , длина пластин L ($L \gg d$). Определите смещение электрона от первоначального направления при вылете из конденсатора, если разность потенциалов между пластинами $\Delta\phi$.

C5 Линза с фокусным расстоянием 10 см дает на экране изображение предмета с пятикратным увеличением. Экран передвинули вдоль главной оптической оси линзы. Затем при неизменном положении линзы передвинули предмет, чтобы изображение снова стало резким. В этом случае получено изображение с трехкратным увеличением. На сколько сдвинули экран?

C6 Образец, содержащий радий, за 1 с испускает $3,7 \cdot 10^{10}$ α -частиц. Средняя скорость частиц $1,5 \cdot 10^7$ м/с. За какое время выделится энергия 100 Дж? Масса α -частицы равна $6,7 \cdot 10^{-27}$ кг. Энергией отдачи ядер, γ -излучением и релятивистскими эффектами пренебречь.

Единый государственный экзамен по ФИЗИКЕ

Вариант № 308

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 вычислениях 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	$R = 8,31 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{К)}$
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	$0 \text{ К} = -273^\circ\text{C}$
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	$4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$	алюминия	$900 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$
льда	$2,1 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$	меди	$380 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$
железа	$640 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$	чугуна	$500 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$
свинца	$130 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$		

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°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	$44 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$

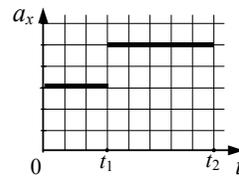
Часть 1

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

A1 Тело брошено вертикально вверх с начальной скоростью 15 м/с. Каков модуль скорости тела через 0,5 с после начала движения? Сопротивление воздуха не учитывать.

- 1) 10 м/с 2) 15 м/с 3) 17,5 м/с 4) 20 м/с

A2 На графике показана зависимость ускорения тела от времени в инерциальной системе отсчета. Сравните силы F_1 и F_2 , действующие на тело в промежутки времени от 0 до t_1 и от t_1 до t_2 .



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

A3 По горизонтальному полу равномерно тянут ящик. К ящику в горизонтальном направлении прикладывают силу 35 Н. Коэффициент трения скольжения между полом и ящиком равен 0,25. Чему равна масса ящика?

- 1) 14 кг 2) 1,4 кг 3) 7,1 кг 4) 71 кг

A4 В инерциальной системе отсчета под действием постоянной силы импульс прямолинейно движущегося тела за 2 с увеличился от 0 до 4 кг·м/с. Какова величина этой силы?

- 1) 1 Н 2) 2 Н 3) 4 Н 4) 8 Н

A5 Самолет летит со скоростью 300 м/с, если двигатели самолета развивают суммарную силу тяги 100 кН. Какова мощность силы тяги двигателей?

- 1) 30 МВт 2) 20 МВт 3) 100 кВт 4) 300 кВт

A6 Математический маятник отклонили на небольшой угол от положения равновесия и отпустили без начальной скорости. Через какую часть периода колебаний T потенциальная энергия маятника вновь достигнет максимума? Сопротивлением воздуха пренебречь.



- 1) T 2) $\frac{1}{4}T$ 3) $\frac{1}{2}T$ 4) $\frac{1}{8}T$

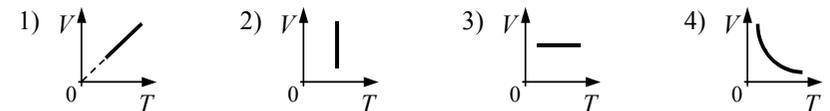
A7 Автомобиль, движущийся с выключенным двигателем, на горизонтальном участке дороги имеет скорость 20 м/с. Какой будет его скорость, когда он проедет 50 м под уклон по склону горы под углом 30° к горизонту? Трением пренебречь.

- 1) 10 м/с 2) 20 м/с 3) 30 м/с 4) 40 м/с

A8 Частицы газа находятся в среднем на больших расстояниях друг от друга, поэтому силы взаимодействия между ними незначительны. Это положение объясняет
 А. хорошую сжимаемость газов.
 Б. способность газов к неограниченному расширению.
 Какое из утверждений правильно?

- 1) только А 2) только Б 3) и А, и Б 4) ни А, ни Б

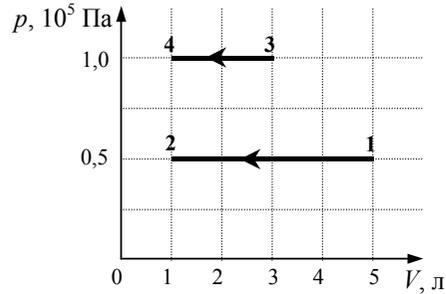
A9 График изобарного процесса для 1 моля идеального газа в координатах V и T изображен на рисунке



A10 Чему равно давление насыщенных водяных паров при температуре 24°C , если при относительной влажности 60% парциальное давление водяного пара в помещении равно 1,8 кПа?

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

A11



На рисунке показано сжатие водорода двумя способами: 1 – 2 и 3 – 4. Сравните работы внешних сил при этих процессах.

- 1) $A_{12} = 2 A_{34}$
- 2) $A_{12} = 0,5 A_{34}$
- 3) $A_{12} = A_{34} \neq 0$
- 4) $A_{12} = A_{34} = 0$

A12

Как изменится средняя кинетическая энергия молекул идеального газа при увеличении его абсолютной температуры в 2 раза?

- 1) не изменится
- 2) увеличится в 2 раза
- 3) увеличится в 4 раза
- 4) ответ неоднозначен

A13

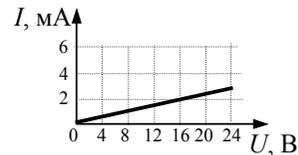
Два одинаковых точечных заряда расположены на некотором расстоянии друг от друга. Расстояние между ними увеличивают в 4 раза. Как нужно изменить величину каждого из зарядов, чтобы сила их электростатического взаимодействия осталась прежней? (Изменяем величину обоих зарядов, так, что они остаются одинаковыми).

- 1) увеличить в 4 раза
- 2) увеличить в 2 раза
- 3) увеличить в 16 раз
- 4) уменьшить в 4 раза

A14

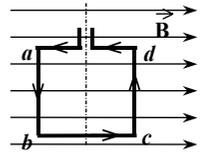
На графике изображена зависимость силы тока в проводнике от напряжения между его концами. Чему равно сопротивление проводника?

- 1) 0,125 кОм
- 2) 2 кОм
- 3) 16 кОм
- 4) 8 кОм



A15

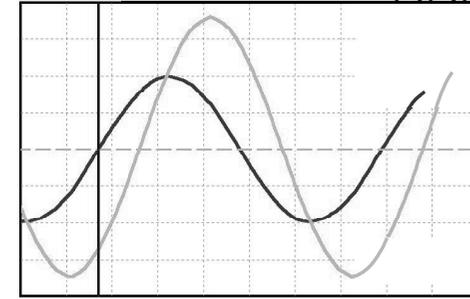
Квадратная рамка расположена в однородном магнитном поле в плоскости линий магнитной индукции (см. рисунок). Направление тока в рамке показано стрелками. Как направлена сила, действующая на сторону bc рамки со стороны магнитного поля?



- 1) перпендикулярно плоскости чертежа, от нас
- 2) перпендикулярно плоскости чертежа, к нам
- 3) вдоль направления линий магнитной индукции
- 4) сила равна нулю

A16

На рисунке приведена фотография осциллограмм напряжения на элементе электрической цепи и силы тока в нем.

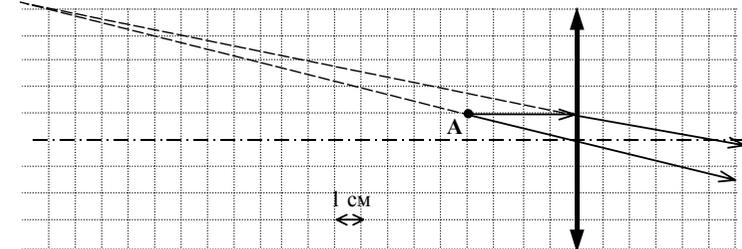


Колебания этих величин имеют

- 1) различные периоды и не имеют сдвига фаз
- 2) одинаковые периоды, и между их колебаниями существует сдвиг фаз
- 3) различные периоды, но одинаковые частоты
- 4) одинаковые периоды, но различные частоты

A17

На рисунке показан ход лучей от точечного источника света A через тонкую линзу.



Чему равно фокусное расстояние линзы, если 1 клетка на рисунке соответствует 1 см?

- 1) 20 см
- 2) 1 см
- 3) 4 см
- 4) 5 см

A18 В одну точку приходят две когерентные световые волны с разностью фаз колебаний, равной π . В этой точке наблюдается

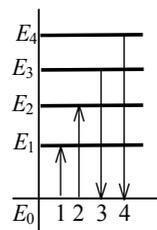
- 1) минимум интенсивности
- 2) максимум интенсивности
- 3) средняя интенсивность
- 4) чередование максимумов и минимумов

A19 Нагревательный элемент состоит из трех одинаковых спиралей, первая из которых последовательно подключена к двум другим, соединенным параллельно. Через нагревательный элемент течет постоянный ток. Как изменится мощность, потребляемая этим элементом, если напряжение, подаваемое на него, уменьшить в 3 раза, а первую спираль заменить на другую с сопротивлением в 2 раза меньшим?

- 1) уменьшится в 3 раза
- 2) уменьшится в 6 раз
- 3) не изменится
- 4) увеличится в 6 раз

A20 На рисунке изображена диаграмма энергетических уровней атома. Какой цифрой обозначен переход, который соответствует поглощению фотона максимальной частоты?

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



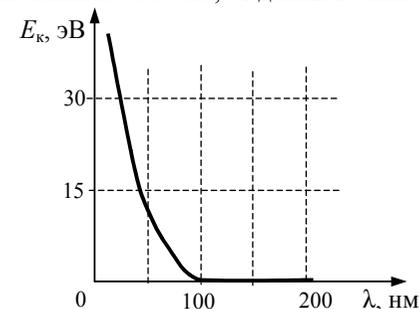
A21 Каков заряд ядра $^{56}_{26}\text{Fe}$ (в единицах элементарного заряда)?

- 1) 26
- 2) 56
- 3) 82
- 4) 30

A22 Какая частица X образуется в реакции $^7_3\text{Li} + ^4_2\text{He} \rightarrow ^{10}_5\text{B} + X$?

- 1) протон
- 2) нейтрон
- 3) электрон
- 4) α -частица

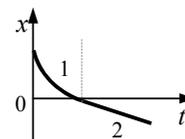
A23 На графике показана зависимость максимальной кинетической энергии фотоэлектронов, выбитых из металла, от длины волны падающего света.



Кинетическая энергия фотоэлектронов может быть больше 30 эВ, если металл освещается светом с длиной волны

- 1) 10 нм
- 2) 50 нм
- 3) 100 нм
- 4) 200 нм

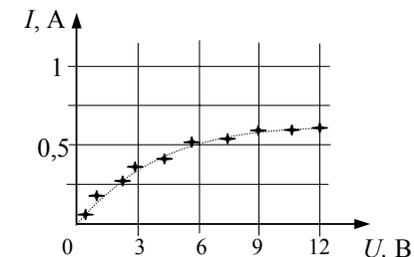
A24



На графике изображена зависимость координаты бусинки на горизонтальной спице от времени. На основании графика можно утверждать, что

- 1) на участке 1 модуль скорости бусинки увеличивается, а на участке 2 – уменьшается
- 2) на участке 2 проекция ускорения бусинки отрицательна
- 3) на участке 1 модуль скорости бусинки уменьшается, а на участке 2 – остается постоянным
- 4) участок 1 соответствует равномерному движению бусинки, а участок 2 – равнозамедленному

A25 На рисунке изображен результат экспериментального исследования зависимости силы тока от напряжения на лампе накаливания. Две такие лампы, соединенные последовательно и подключенные к клеммам аккумулятора напряжением 12 В, потребляют суммарную мощность 6 Вт. Какова мощность, потребляемая каждой из ламп при параллельном соединении?



- 1) $P = 3$ Вт
- 2) $3 \text{ Вт} < P < 6$ Вт
- 3) $P = 6$ Вт
- 4) $6 \text{ Вт} < P < 12$ Вт

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 Брусок скользит по наклонной плоскости вниз без трения. Что происходит при этом с его скоростью, потенциальной энергией, полной механической энергией?

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) увеличивается
Б) потенциальная энергия		2) уменьшается
В) полная механическая энергия		3) не изменяется
А	Б	В

В2 Установите соответствие между физическими явлениями и приборами, в которых используются или наблюдаются эти явления.

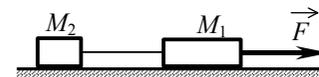
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ	ПРИБОР
А) Фотоэффект	1) Фотообъектив
Б) Излучение ускоренных электронов	2) Рентгеновская трубка
	3) Призмный спектроскоп
	4) Вакуумный фотоэлемент

А	Б

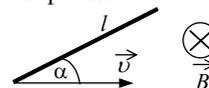
Ответом к каждому заданию этой части будет некоторое число. Это число надо записать в бланк ответов № 1 справа от номера задания (В3–В5), начиная с первой клеточки. Каждый символ (цифру, запятую, знак минус) пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы физических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

В3 Два груза, связанные нерастяжимой и невесомой нитью, движутся по гладкой горизонтальной поверхности под действием постоянной горизонтальной силы \vec{F} , приложенной к грузу $M_1 = 2 \text{ кг}$ (см. рисунок). Нить обрывается при значении силы натяжения нити 4 Н , при этом модуль силы \vec{F} равен 12 Н . Чему равна масса второго груза M_2 ?



В4 Нагреваемый при постоянном давлении идеальный одноатомный газ совершил работу 600 Дж . Какое количество теплоты было передано газу?

В5 Проводящий стержень длиной $l = 20 \text{ см}$ движется поступательно в однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,5 \text{ Тл}$ со скоростью $v = 1 \text{ м/с}$ (см. рисунок). При этом ЭДС индукции, возникающая в стержне, равна $0,05 \text{ В}$. Чему равен угол α (в градусах) между стержнем и вектором его скорости?



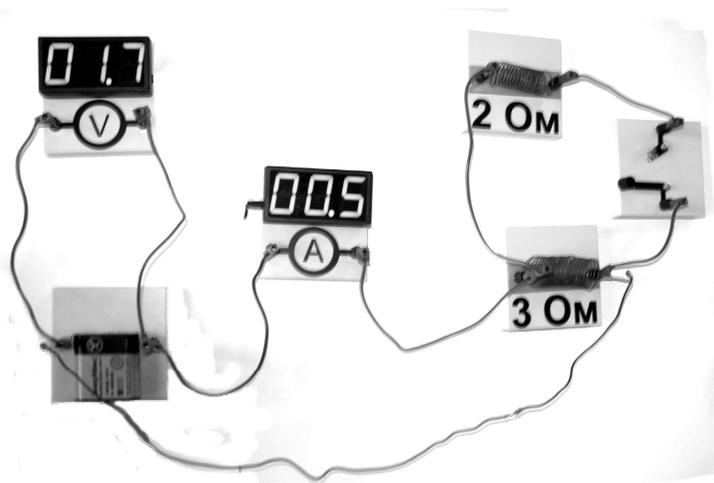
Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1

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.

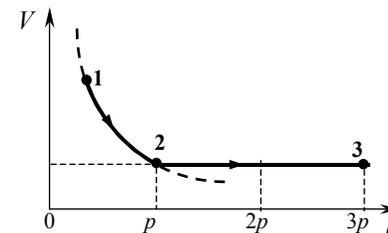
C1 На рисунке приведена фотография электрической цепи. Начертите принципиальную схему этой цепи. Опираясь на законы постоянного тока, объясните, как должны изменяться (увеличиваться или уменьшаться) показания амперметра и вольтметра при замыкании ключа.



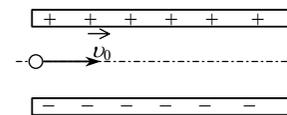
Полное правильное решение каждой из задач C2–C6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

C2 Брусочки с массами m и $3m$ скользят по горизонтальной поверхности доски навстречу друг другу. Скорости брусочков перед ударом противоположны и равны по модулю $v_0 = 3$ м/с у каждого. Брусочки слипаются и движутся затем поступательно. Коэффициент трения скольжения между брусочками и доской $\mu = 0,2$. На какое расстояние S переместятся слипшиеся брусочки к моменту, когда их общая скорость уменьшится на 40%?

C3 Идеальный одноатомный газ в количестве 1 моль сначала изотермически сжали ($T_1 = 300$ К). Затем газ нагрели, повысив давление в 3 раза (см. рисунок). Какое количество теплоты получил газ на участке 2 – 3?



C4 Электрон влетает в пространство между двумя разноименно заряженными пластинами плоского конденсатора со скоростью v_0 ($v_0 \ll c$) параллельно пластинам (см. рисунок). Расстояние между пластинами d , длина пластин L ($L \gg d$), разность потенциалов между пластинами $\Delta\phi$. Определите скорость электрона при вылете из конденсатора.



C5 На экране с помощью тонкой линзы получено изображение предмета с пятикратным увеличением. Предмет передвинули вдоль главной оптической оси линзы. Затем экран при неизменном положении линзы передвинули на 30 см, чтобы изображение снова стало резким. В этом случае получено изображение с трехкратным увеличением. На сколько передвинули предмет?

C6 Образец, содержащий радий, испускает α -частицы. Средняя скорость частиц $1,5 \cdot 10^7$ м/с. За 1 ч выделяется энергия 100 Дж, масса α -частицы равна $6,7 \cdot 10^{-27}$ кг. Сколько α -частиц испускает образец за 1 с? Энергией отдачи ядер, γ -излучением и релятивистскими эффектами пренебречь.

Единый государственный экзамен по ФИЗИКЕ

Вариант № 309

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 вычислениях 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	$R = 8,31 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{К)}$
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	$0 \text{ К} = -273^\circ\text{C}$
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

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

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°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 «х» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

A1 При свободном падении тела с нулевой начальной скоростью величина его скорости через 1 с равна v_1 , через 2 с равна v_2 . Отношение $\frac{v_2}{v_1}$ равно

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

A2 В инерциальной системе отсчета ускорение тела массой 3 кг направлено вертикально вниз и по модулю равно 2 м/с^2 (см. рисунок). Каков модуль равнодействующей сил, приложенных к этому телу, и куда она направлена?



- 1) $\frac{2}{3}$ Н; вертикально вниз
 2) $\frac{2}{3}$ Н; вертикально вверх
 3) 6 Н; вертикально вниз
 4) 6 Н; вертикально вверх

A3 Тело равномерно движется по плоскости. Сила давления тела на плоскость равна 40 Н, сила трения 10 Н. Коэффициент трения скольжения равен

- 1) 0,8 2) 0,25 3) 0,75 4) 0,2

A4 В инерциальной системе отсчета под действием тормозящей силы 12 Н прямолинейно движущееся тело через 2 с остановилось. Какова величина импульса этой силы за это время?

- 1) 6 Н·с 2) 12 Н·с 3) 24 Н·с 4) 36 Н·с

A5 С какой высоты падает мяч массой 0,3 кг из состояния покоя, если его кинетическая энергия при падении на Землю равна 60 Дж? Потерями энергии за счет сопротивления воздуха пренебречь.

- 1) 10 м 2) 20 м 3) 25 м 4) 30 м

A6 Математический маятник отклонили на небольшой угол от положения равновесия и отпустили без начальной скорости. Через какую часть периода колебаний T потенциальная энергия маятника достигнет минимума? Сопротивлением воздуха пренебречь.



- 1) T 2) $\frac{1}{4}T$ 3) $\frac{1}{2}T$ 4) $\frac{1}{8}T$

A7 Автомобиль начинает движение с выключенным двигателем под уклон, составляющий угол 30° с горизонтом. На горизонтальном участке дороги, который следует за спуском, его скорость составляет 20 м/с. Какое расстояние автомобиль проезжает по склону? Трением пренебречь.

- 1) 10 м 2) 20 м 3) 40 м 4) 80 м

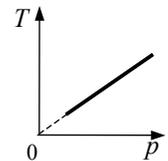
A8 Молекулы газов находятся на больших расстояниях друг от друга по сравнению с их размерами, силы взаимодействия между ними незначительны. Этим можно объяснить следующие свойства газов:

- А. они не сохраняют своей формы,
 Б. они не сохраняют своего объема,
 В. имеют большую сжимаемость.

Какое(-ие) из утверждений правильно(-ы)?

- 1) только Б 2) А и Б 3) только В 4) А, Б, В

A9 Какому процессу в идеальном газе соответствует график на рисунке? (Масса газа не изменяется.)



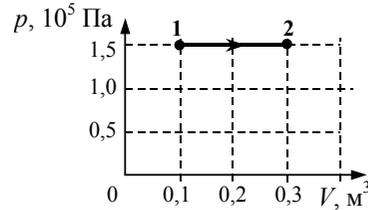
- 1) изотермическому
 2) изохорному
 3) изобарному
 4) адиабатному

A10 Парциальное давление водяного пара в воздухе при 24°C равно 1,8 кПа, давление насыщенных водяных паров при этой температуре 3,0 кПа. Относительная влажность воздуха равна

- 1) 90% 2) 60% 3) 50% 4) 30%

A11 Газ под поршнем расширился и перешел из состояния 1 в состояние 2 (см. рисунок). Какую работу совершил газ?

- 1) $1,5 \cdot 10^5$ Дж
- 2) $3 \cdot 10^4$ Дж
- 3) 1,2 Дж
- 4) 0,2 Дж



A12 При неизменной концентрации молекул разреженного газа их средняя энергия теплового движения уменьшилась в 16 раз. Во сколько раз уменьшилось при этом давление газа?

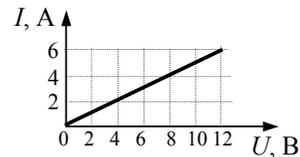
- 1) 16
- 2) 32
- 3) 24
- 4) 8

A13 Как изменятся силы кулоновского взаимодействия двух точечных заряженных тел, если и заряд каждого из них, и расстояние между ними уменьшить в 2 раза?

- 1) останутся прежними
- 2) уменьшатся в 2 раза
- 3) увеличатся в 2 раза
- 4) увеличатся в 4 раза

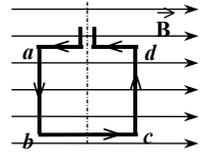
A14 На графике изображена зависимость силы тока в проводнике от напряжения между его концами. Чему равно сопротивление проводника?

- 1) 0,5 Ом
- 2) 2 Ом
- 3) 6 Ом
- 4) 12 Ом

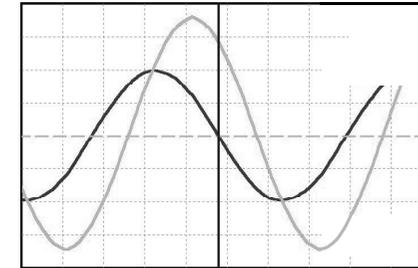


A15 Квадратная рамка расположена в однородном магнитном поле так, как показано на рисунке. Направление тока в рамке показано стрелками. Как направлена сила, действующая на сторону ad рамки со стороны магнитного поля?

- 1) перпендикулярно плоскости чертежа, от нас
- 2) перпендикулярно плоскости чертежа, к нам
- 3) вдоль направления линий магнитной индукции
- 4) сила равна нулю



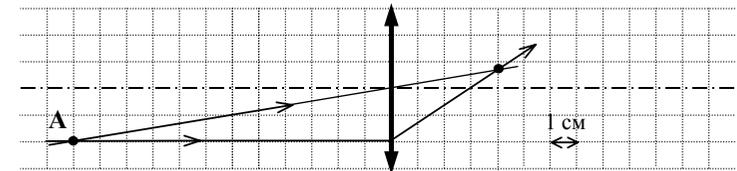
A16 На фотографии – осциллограммы силы тока в двух различных элементах электрической цепи.



Эти колебания имеют

- 1) различные амплитуды, но одинаковые частоты
- 2) различные амплитуды и различные частоты
- 3) одинаковые амплитуды и различные частоты
- 4) одинаковые амплитуды и одинаковые частоты

A17 На рисунке показан ход лучей от точечного источника света А через тонкую линзу.



Каково фокусное расстояние линзы, если 1 клетка на рисунке соответствует 1 см?

- 1) 10 см
- 2) 12 см
- 3) 3 см
- 4) 4 см

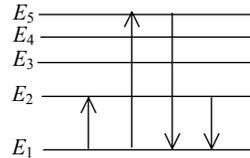
A18 В одну точку приходят две когерентные световые волны с разностью фаз колебаний, равной 2π . В этой точке наблюдается

- 1) средняя интенсивность
- 2) минимум интенсивности
- 3) максимум интенсивности
- 4) чередование максимумов и минимумов интенсивности

A19 Нагревательный элемент состоит из трех одинаковых спиралей, первая из которых последовательно подключена к двум другим, соединенным параллельно. Элемент подключен к цепи постоянного тока. Как изменится мощность, потребляемая этим элементом, если напряжение, подаваемое на него, увеличить в 3 раза, а первую спираль заменить на другую с сопротивлением в 4 раза бóльшим?

- 1) не изменится
- 2) увеличится в 2 раза
- 3) уменьшится в 3 раза
- 4) увеличится в 3 раза

A20 На рисунке представлена диаграмма энергетических уровней атома. Какой из отмеченных стрелками переходов между энергетическими уровнями сопровождается поглощением кванта с минимальной энергией?



- 1) с уровня 1 на уровень 5
- 2) с уровня 2 на уровень 1
- 3) с уровня 5 на уровень 1
- 4) с уровня 1 на уровень 2

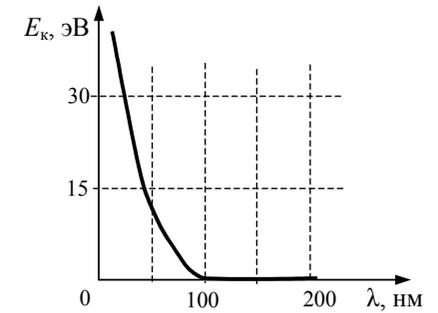
A21 Каков заряд ядра ${}_{30}^{68}\text{Zn}$ (в единицах элементарного заряда)?

- 1) 98
- 2) 38
- 3) 30
- 4) 68

A22 Укажите второй продукт реакции: ${}_{13}^{27}\text{Al} + {}_0^1\text{n} \rightarrow {}_{11}^{24}\text{Na} + \dots$

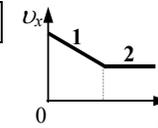
- 1) ${}_1^1\text{H}$
- 2) ${}_2^3\text{He}$
- 3) ${}_0^1\text{n}$
- 4) ${}_2^4\text{He}$

A23 На графике показана зависимость максимальной кинетической энергии фотоэлектронов, выбитых из металла, от длины волны падающего света. Кинетическая энергия фотоэлектронов не превышает 15 эВ, если металл освещается светом с длиной волны



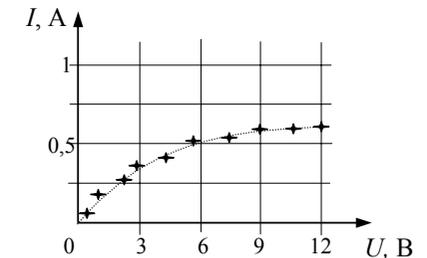
- 1) 25 нм
- 2) 50 нм
- 3) 150 нм
- 4) 200 нм

A24 На графике изображена зависимость проекции скорости бусинки на горизонтальной спице от времени. На основании графика можно утверждать, что



- 1) участок 1 соответствует равнозамедленному движению бусинки, а участок 2 – равномерному
- 2) участок 1 соответствует равноускоренному движению бусинки, а на участке 2 бусинка неподвижна
- 3) проекция ускорения бусинки всюду положительна
- 4) участок 2 соответствует равнозамедленному движению бусинки

A25 На графике изображен результат экспериментального исследования зависимости силы тока от напряжения на лампе накаливания. Две такие лампы, соединенные последовательно и подключенные к клеммам аккумулятора напряжением 12 В, потребляют суммарную мощность 6 Вт. Какова мощность, потребляемая лампой, при подключении ее к этому аккумулятору?



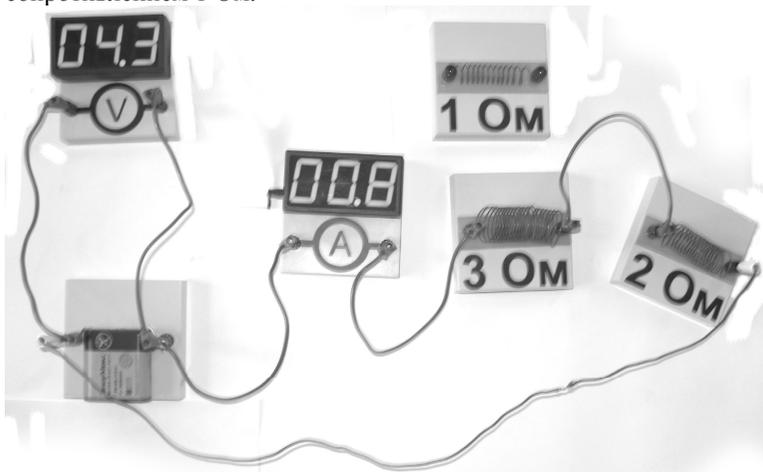
- 1) $P = 3$ Вт
- 2) $3 \text{ Вт} < P < 6$ Вт
- 3) $P = 6$ Вт
- 4) $6 \text{ Вт} < P < 12$ Вт

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.

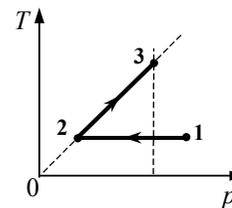
C1 На фотографии – электрическая цепь. Начертите принципиальную схему этой цепи. Опираясь на законы постоянного тока, объясните, как должны изменяться (увеличиваться или уменьшаться) показания амперметра и вольтметра при замене резистора с сопротивлением 3 Ом на резистор с сопротивлением 1 Ом.



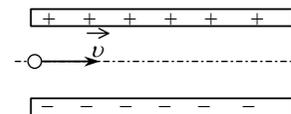
Полное правильное решение каждой из задач C2–C6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

C2 Пуля летит горизонтально со скоростью $v_0 = 400$ м/с, попадает в лежащий на горизонтальной поверхности льда брусок и отскакивает в обратном направлении со скоростью $\frac{1}{8} v_0$. Масса бруска в 90 раз больше массы пули. Коэффициент трения скольжения между бруском и льдом $\mu = 0,1$. На какое расстояние S переместится брусок к моменту, когда его скорость уменьшится на 20%?

C3 Идеальный одноатомный газ в количестве 1 моль сначала изотермически расширился ($T_1 = 300$ К). Затем газ изохорно нагрели, повысив давление в 3 раза (см. рисунок). Какое количество теплоты получил газ на участке 2 – 3?



C4 Электрон влетает в электрическое поле, созданное двумя разноименно заряженными пластинами плоского конденсатора, со скоростью v ($v \ll c$) на равном расстоянии от них (см. рисунок). Расстояние между пластинами d , длина пластин L ($L \gg d$). При какой минимальной разности потенциалов между пластинами конденсатора электрон не вылетит из него?



C5 На экране с помощью тонкой линзы получено изображение предмета с пятикратным увеличением. Предмет отодвинули от линзы на 2 см вдоль ее главной оптической оси. Затем экран при неизменном положении линзы передвинули на 30 см так, чтобы изображение снова стало резким. Определите увеличение во втором случае.

C6 Образец, содержащий радий, испускает α -частицы. Средний импульс частиц $p = 1,0 \cdot 10^{-19}$ кг·м/с. Масса α -частицы равна $6,7 \cdot 10^{-27}$ кг. За 1 ч выделяется энергия $E = 100$ Дж. Сколько α -частиц испускает образец за 1 с? Энергией отдачи ядер, γ -излучением и релятивистскими эффектами пренебречь.

Единый государственный экзамен по ФИЗИКЕ

Вариант № 310

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 вычислениях 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	$R = 8,31 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{К)}$
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	$0 \text{ К} = -273^\circ\text{C}$
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

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

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°C

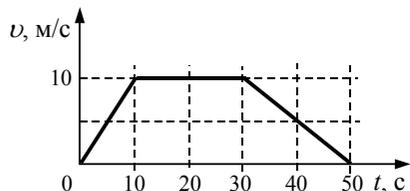
Молярная масса

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 «х» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

A1



На рисунке представлен график зависимости модуля скорости v автомобиля от времени t . Определите по графику путь, пройденный автомобилем за время от 0 до 30 с.

- 1) 0 2) 100 м 3) 200 м 4) 250 м

A2

В инерциальной системе отсчета некоторая сила сообщает телу массой 8 кг ускорение 5 м/с^2 . Какова масса тела, которому та же сила сообщает ускорение 4 м/с^2 ?

- 1) 6,4 кг 2) 10 кг 3) 12,8 кг 4) 20 кг

A3

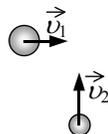


Кубик массой 1 кг покоится на гладком горизонтальном столе, сжатый с боков пружинами жесткостью $k_1 = 400 \text{ Н/м}$ и $k_2 = 800 \text{ Н/м}$ (см. рисунок). Первая пружина сжата на 4 см. Вторая пружина действует на кубик с силой

- 1) 8 Н 2) 16 Н 3) 32 Н 4) 48 Н

A4

Шары движутся со скоростями, показанными на рисунке, и сталкиваются. Как будет направлен суммарный импульс шаров после столкновения, если удар абсолютно упругий?



- 1) \rightarrow 2) \uparrow 3) \nearrow 4) \searrow

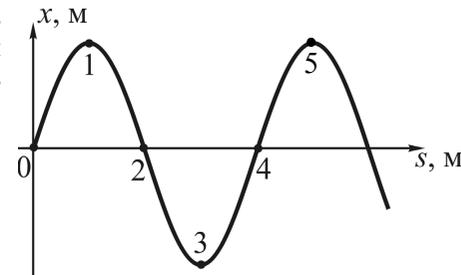
A5

Шарик, подвешенный к потолку на длинной легкой нерастяжимой нити, совершает колебания, поднимаясь над положением равновесия на максимальную высоту 20 см. Максимальная кинетическая энергия шарика в процессе колебаний равна 1 Дж. Масса шарика равна

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

A6

На рисунке показан профиль бегущей волны в некоторый момент времени. Разность фаз колебаний точек 1 и 5 равна



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

A7

Шарик, движущийся по гладкой горизонтальной поверхности со скоростью v , налетает на лежащий на той же поверхности более тяжелый шарик. В результате частично неупругого удара первый шарик остановился, причем 75% его первоначальной кинетической энергии перешло во внутреннюю энергию. Какова скорость второго шарика после удара?

- 1) $\frac{1}{4}v$ 2) $\frac{1}{2}v$ 3) $\frac{3}{4}v$ 4) $0,7v$

A8

Расстояние между соседними частицами вещества в среднем во много раз превышает размеры самих частиц. Это утверждение соответствует модели строения

- 1) только газов
2) только аморфных тел
3) газов и жидкостей
4) газов, жидкостей и твердых тел

A9

Разреженный кислород в закрытом сосуде изохорно охлаждается. Если давление кислорода уменьшилось в 2 раза, то его абсолютная температура стала ниже в

- 1) 9 раз 2) $\sqrt{2}$ раз 3) 2 раза 4) 3 раза

A10

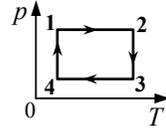
Удельная теплоемкость металла равна $500 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$. Какое количество теплоты нужно затратить, чтобы кусок этого металла массой 5 кг нагреть от 20°C до 100°C ?

- 1) 40 кДж 2) 200 кДж 3) 250 кДж 4) 300 кДж

A11 Кусок льда опустили в термос с водой. Начальная температура льда 0°C , начальная температура воды 30°C . Теплоемкостью термоса можно пренебречь. При переходе к тепловому равновесию часть льда массой 210 г растаяла. Чему равна исходная масса воды в термосе?

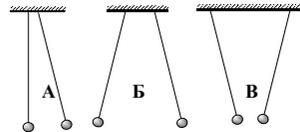
- 1) 550 г 2) 1100 г 3) 1650 г 4) 2200 г

A12 На рисунке показан циклический процесс изменения состояния постоянной массы одноатомного идеального газа. На каком участке процесса работа газа положительна и равна полученному газом количеству теплоты?



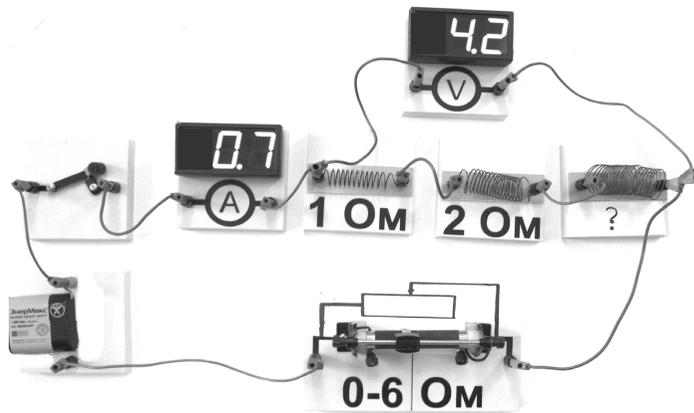
- 1) 1 – 2 2) 2 – 3 3) 3 – 4 4) 4 – 1

A13 Два одинаковых легких шарика подвешены на шелковых нитях. Оба шарика зарядили одинаковыми положительными зарядами. На каком из рисунков изображены эти два шарика?



- 1) только А 2) только Б 3) только В 4) А и Б

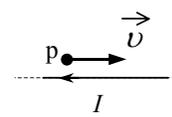
A14 На фотографии – электрическая цепь. Показания вольтметра даны в вольтах, амперметра – в амперах.



Чему равно сопротивление неизвестного резистора? Вольтметр и амперметр считать идеальными.

- 1) 1 Ом 2) 2 Ом 3) 3 Ом 4) 4 Ом

A15 Протон p имеет скорость \vec{v} , направленную горизонтально вдоль прямого длинного проводника с током I (см. рисунок). Куда направлена действующая на протон сила Лоренца?



- 1) вертикально вверх в плоскости рисунка \uparrow
 2) вертикально вниз в плоскости рисунка \downarrow
 3) горизонтально влево в плоскости рисунка \leftarrow
 4) перпендикулярно плоскости рисунка от нас \otimes

A16 Инфракрасное излучение испускают

- 1) электроны при их направленном движении в проводнике
 2) атомные ядра при их превращениях
 3) любые нагретые тела
 4) любые заряженные частицы

A17 Точечный источник света расположен в фокусе собирающей тонкой линзы. После прохождения через линзу лучи от этого источника

- 1) пойдут параллельно главной оптической оси
 2) соберутся в фокусе
 3) соберутся в точке, расположенной между линзой и фокусом
 4) соберутся в точке, находящейся за двойным фокусом

A18 В инерциальной системе отсчета свет распространяется в вакууме со скоростью c . Самолет летит над поверхностью Земли со скоростью v и зажигает сигнальные огни. С какой скоростью относительно Земли распространяется световой сигнал?

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

A19 К источнику постоянного тока с ЭДС 12 В и внутренним сопротивлением 2 Ом подключен резистор. Какое количество теплоты выделяется в резисторе за 1 с , если напряжение на клеммах источника равно 10 В ? Сопротивление соединительных проводов пренебрежимо мало.

- 1) 2 Дж 2) 8 Дж 3) 10 Дж 4) 12 Дж

A20 В таблице приведены значения энергии для второго и четвертого энергетических уровней атома водорода.

Номер уровня	Энергия, 10^{-19} Дж
2	-5,45
4	-1,36

Какова энергия фотона, излучаемого атомом при переходе с четвертого уровня на второй?

- 1) $4,09 \cdot 10^{-19}$ Дж
- 2) $1,36 \cdot 10^{-19}$ Дж
- 3) $6,81 \cdot 10^{-19}$ Дж
- 4) $5,45 \cdot 10^{-19}$ Дж

A21 α -излучение – это поток

- 1) нейтронов
- 2) электронов
- 3) протонов
- 4) ядер гелия

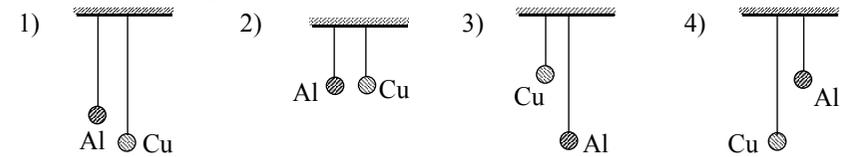
A22 Какая из указанных ниже реакций является β -распадом?

- 1) ${}_{92}^{239}\text{U} \longrightarrow {}_{93}^{239}\text{Np} + {}_{-1}^0\text{e} + \bar{\nu}_e$
- 2) ${}_{13}^{27}\text{Al} + {}_2^4\text{He} \longrightarrow {}_{15}^{30}\text{P} + {}_0^1\text{n}$
- 3) ${}_0^1\text{n} + {}_{47}^{107}\text{Ag} \longrightarrow {}_{47}^{108}\text{Ag} + \gamma$
- 4) ${}_0^1\text{n} + {}_{92}^{235}\text{U} \longrightarrow {}_{56}^{139}\text{Ba} + {}_{36}^{94}\text{Kr} + 3{}_0^1\text{n}$

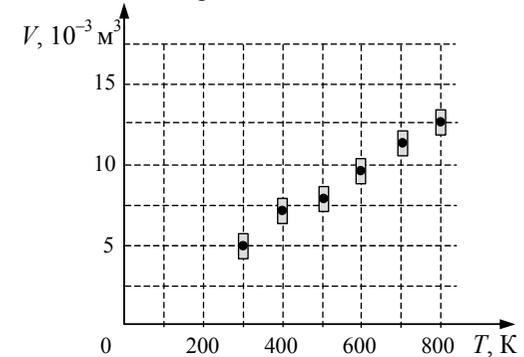
A23 Образец радиоактивного радия находится в закрытом сосуде. Ядра радия ${}_{88}^{223}\text{Ra}$ испытывают α -распад с периодом полураспада 11,4 суток. Определите число атомов гелия в сосуде через 11,4 суток, если образец в момент помещения его в сосуд содержал $2,6 \cdot 10^{18}$ атомов радия-223.

- 1) $0,65 \cdot 10^{18}$
- 2) $1,3 \cdot 10^{18}$
- 3) $1,95 \cdot 10^{18}$
- 4) $2,6 \cdot 10^{18}$

A24 Необходимо экспериментально выяснить зависимость периода малых колебаний математического маятника от вещества, из которого изготовлен груз. Какую пару маятников можно взять для этой цели? Грузы маятников – полые шарики из меди и алюминия одинаковой массы и одинакового внешнего диаметра.



A25 В цилиндре под поршнем находится постоянная масса разреженного газа. Давление газа постоянно и равно $1,5 \cdot 10^5$ Па. На рисунке показаны результаты измерения объема газа с повышением температуры. Погрешность измерения температуры $\Delta T = \pm 10$ К, объема $\Delta V = \pm 0,5$ л. Чему примерно равно число молей газа под поршнем?



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

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 Постоянная масса одноатомного идеального газа в изохорном процессе получает от нагревателя количество теплоты $Q > 0$. Как меняются в этом процессе давление, температура и внутренняя энергия этого газа? К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ	ИХ ИЗМЕНЕНИЯ
А) давление газа	1) увеличивается
Б) температура газа	2) уменьшается
В) внутренняя энергия газа	3) не изменяется

А	Б	В

В2 Установите соответствие между формулами для вычисления физических величин в схемах постоянного тока и названиями этих величин. В формулах использованы обозначения: I – сила тока, U – напряжение, R – сопротивление резистора. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФОРМУЛА	ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА
А) IR	1) мощность тока, выделяющаяся на резисторе
Б) IU	2) напряжение на резисторе
	3) сопротивление резистора
	4) заряд, протекший через резистор

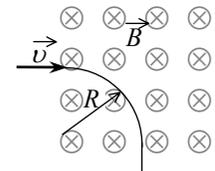
А	Б

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

В3 Начальная скорость тела, брошенного под углом к горизонту, равна 26 м/с. Тело поднималось от точки старта до верхней точки траектории в течение 2,4 с. Чему равна скорость этого тела в верхней точке траектории? Спротивлением воздуха пренебречь.

В4 Идеальный одноатомный газ находится в равновесии в вертикальном гладком цилиндре под поршнем массой $m = 5$ кг и площадью $S = 25$ см². Внешнее атмосферное давление $p_0 = 10^5$ Па. В результате охлаждения газа поршень опустился на высоту $\Delta h = 4$ см, а температура газа понизилась на $\Delta T = 16$ К. Найдите число молей газа под поршнем. Ответ округлите до сотых.

В5 Пучок электронов, движущихся со скоростью 10^6 м/с, влетает в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям магнитной индукции, как показано на рисунке, и отклоняется им на угол 90° . Радиус дуги окружности, по которой движутся электроны в магнитном поле, равен 10 см. Какова сила, действующая на электрон? Полученный ответ умножьте на 10^{18} и округлите до целого числа.



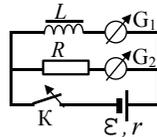
Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1

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.

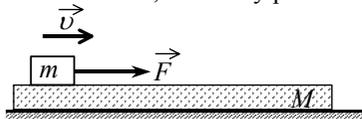
В задаче C1 следует записать развернутый ответ, поясняющий физические процессы, описанные в задаче, и ход ваших рассуждений.

C1 Резистор R и катушка индуктивности L с железным сердечником подключены к источнику тока, как показано на схеме. Первоначально ключ K замкнут, показания гальванометров G_1 и G_2 равны, соответственно, $I_1 = 0,1$ А и $I_2 = 1$ А. Что произойдет с величиной и направлением тока через резистор при размыкании ключа K ? Каким явлением это вызвано?

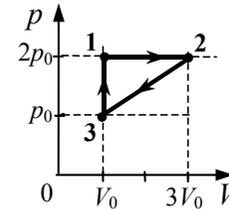


Полное правильное решение каждой из задач C2–C6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

C2 На гладком горизонтальном полу находится длинная доска массой $M = 5$ кг. По доске под действием постоянной горизонтальной силы тяги движется брусок. Коэффициент трения между доской и бруском $\mu = 0,2$. Скорость бруска v относительно пола постоянна и равна $0,8$ м/с. Первоначально доска относительно пола покоится. К моменту, когда движение бруска относительно доски прекращается, брусок проходит по доске расстояние $L = 0,8$ м. Чему равна масса бруска?

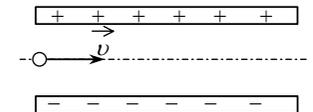


C3 Постоянная масса одноатомного идеального газа совершает циклический процесс, показанный на рисунке. Газ отдает за цикл холодильнику количество теплоты $|Q_x| = 8$ кДж. Какую работу совершают внешние силы при переходе газа из состояния 2 в состояние 3?



C4 Плоская горизонтальная фигура площадью $S = 0,1$ м², ограниченная проводящим контуром, находится в магнитном поле. Проекция вектора магнитной индукции на вертикальную ось Oz медленно и равномерно возрастает от начального значения $B_{1z} = 0,7$ Тл до конечного значения $B_{2z} = 4,7$ Тл. За это время по контуру протекает заряд $q = 0,08$ Кл. Каково сопротивление контура?

C5 Протон влетает в электрическое поле конденсатора параллельно его пластинам в точке, находящейся посередине между его пластинами (см. рисунок). Минимальная скорость, с которой протон должен влететь в конденсатор, чтобы затем вылететь из него, равна 350 км/с. Длина пластин конденсатора 5 см, напряженность электрического поля конденсатора 5200 В/м. Чему равно расстояние между пластинами конденсатора? Поле внутри конденсатора считать однородным, силой тяжести пренебречь.



C6 Уровни энергии электрона в атоме водорода задаются формулой $E_n = -\frac{13,6}{n^2}$ эВ, где $n = 1, 2, 3, \dots$. При переходе из состояния E_2 в состояние E_1 атом испускает фотон. Поток таких фотонов падает на поверхность фотокатода. Длина волны света, соответствующая красной границе фотоэффекта для материала поверхности фотокатода, $\lambda_{кр} = 300$ нм. Чему равно запирающее напряжение $U_{зап}$ для фотоэлектронов, вылетающих с поверхности фотокатода?

Единый государственный экзамен по ФИЗИКЕ

Вариант № 311

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 вычислениях 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	$R = 8,31 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{К)}$
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	$0 \text{ К} = -273^\circ\text{C}$
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

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

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°C

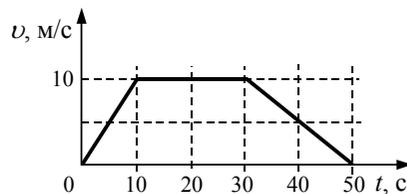
Молярная масса

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 На рисунке представлен график зависимости модуля скорости v автомобиля от времени t . Определите по графику путь, пройденный автомобилем в интервале времени от 30 до 50 с после начала движения.



- 1) 0 2) 50 м 3) 100 м 4) 250 м

A2 В инерциальной системе отсчета сила 50 Н сообщает телу массой 5 кг некоторое ускорение. Какая сила сообщит телу массой 8 кг такое же ускорение?

- 1) 40 Н 2) 50 Н 3) 80 Н 4) 100 Н

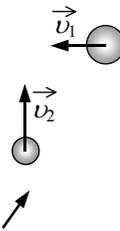
A3 Кубик массой 1 кг, сжатый с боков пружинами (см. рисунок), покоится на гладком горизонтальном столе. Первая пружина сжата на 4 см, а вторая сжата на 3 см. Жесткость первой пружины равна $k_1 = 600$ Н/м. Жесткость второй пружины k_2 равна



Жесткость первой пружины равна $k_1 = 600$ Н/м. Жесткость второй пружины k_2 равна

- 1) 300 Н/м 2) 450 Н/м 3) 600 Н/м 4) 800 Н/м

A4 Шары движутся со скоростями, показанными на рисунке, и при столкновении слипаются. Как будет направлен импульс шаров после столкновения?

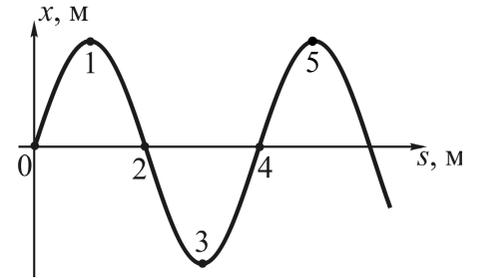


- 1) ← 2) ↑ 3) ↖ 4) ↗

A5 Шарик, подвешенный к потолку на длинной легкой нерастяжимой нити, совершает колебания. Максимальная скорость шарика в процессе колебаний равна 1 м/с. Максимальная высота подъема шарика над положением равновесия равна

- 1) 50 см 2) 20 см 3) 10 см 4) 5 см

A6 На рисунке показан профиль бегущей волны в некоторый момент времени. Разность фаз колебаний точек 2 и 3 равна



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

A7 Шарик массой m , движущийся по гладкой горизонтальной поверхности, налетает на лежащий на той же поверхности более тяжелый шарик. В результате частично неупругого удара первый шарик остановился, причём 75% его первоначальной кинетической энергии перешло во внутреннюю энергию. Какова масса второго шарика?

- 1) m 2) $2m$ 3) $3m$ 4) $4m$

A8 Какая-либо упорядоченность в расположении частиц вещества отсутствует. Это утверждение соответствует модели

- 1) только газа
2) только жидкости
3) только твердого тела
4) газа, жидкости и твердого тела

A9 Разреженный углекислый газ изобарно сжимается. Масса газа постоянна. Как надо изменить температуру газа, чтобы уменьшить его объем в 4 раза?

- 1) повысить в 16 раз
2) повысить в 4 раза
3) понизить в 16 раз
4) понизить в 4 раза

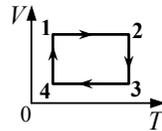
A10 При охлаждении куска металла массой 3 кг от 120°C до 20°C выделилось количество теплоты, равное 192 кДж. Удельная теплоемкость металла равна

- 1) $380 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{K}}$ 2) $500 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{K}}$ 3) $640 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{K}}$ 4) $900 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{K}}$

A11 Кусок льда опустили в термос с водой. Начальная температура льда 0°C , исходная масса воды 1100 г. Теплоемкостью термоса можно пренебречь. При переходе к тепловому равновесию часть льда массой 420 г растаяла. Чему равна начальная температура воды в термосе?

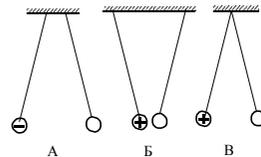
- 1) $11,5^{\circ}\text{C}$ 2) 15°C 3) 20°C 4) 30°C

A12 На рисунке показан циклический процесс изменения состояния постоянной массы одноатомного идеального газа. На каком участке процесса работа газа положительна и равна полученному газом количеству теплоты?



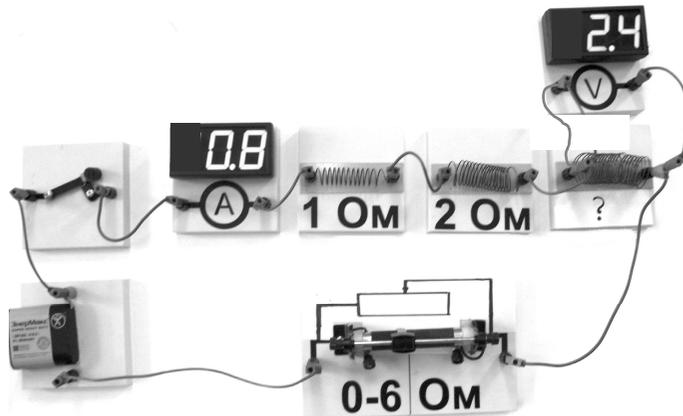
- 1) 1–2 2) 2–3 3) 3–4 4) 4–1

A13 На рисунке изображены три пары заряженных легких одинаковых шариков, подвешенных на шелковых нитях. Знак заряда одного из шариков каждой пары указан на рисунке. В каком случае заряд другого шарика может быть отрицателен?



- 1) только А 2) А и Б 3) только В 4) А и В

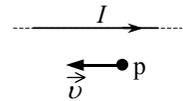
A14 На фотографии – электрическая цепь. Показания вольтметра даны в вольтах, амперметра – в амперах.



Чему равно сопротивление неизвестного резистора? Вольтметр и амперметр считать идеальными.

- 1) 1 Ом 2) 2 Ом 3) 3 Ом 4) 4 Ом

A15 Протон p имеет скорость \vec{v} , направленную горизонтально вдоль прямого длинного проводника с током I (см. рисунок). Куда направлена действующая на протон сила Лоренца \vec{F} ?



- 1) перпендикулярно плоскости рисунка к нам \odot
 2) горизонтально вправо в плоскости рисунка \rightarrow
 3) вертикально вниз в плоскости рисунка \downarrow
 4) вертикально вверх в плоскости рисунка \uparrow

A16 Рентгеновское излучение испускают

- 1) электроны проводимости при их упорядоченном движении в проводнике
 2) быстрые электроны при торможении в веществе
 3) любые заряженные частицы
 4) коротковолновые радиостанции

A17 Предмет малых размеров находится на двойном фокусном расстоянии от тонкой собирающей линзы. Изображение предмета, создаваемое этой линзой,

- 1) действительное и расположено на двойном фокусном расстоянии от линзы
 2) мнимое и расположено в фокусе линзы
 3) мнимое и расположено на двойном фокусном расстоянии от линзы
 4) действительное и расположено в фокусе линзы

A18 В инерциальной системе отсчета свет распространяется в вакууме со скоростью c . Система отсчета K , в которой находится неподвижный относительно нее наблюдатель, движется с постоянной скоростью v относительно Земли по прямой, соединяющей источники света S_1 и S_2 . Световые волны, идущие от неподвижных относительно Земли источников, относительно наблюдателя имеют скорость

- 1) v 2) $c - v$ 3) $c + v$ 4) c

A19 К источнику постоянного тока с ЭДС 20 В и внутренним сопротивлением 2 Ом подключен резистор. Какова мощность тока, выделяющаяся на резисторе, если напряжение на клеммах источника равно 18 В? Сопротивление соединительных проводов пренебрежимо мало.

- 1) 2 Вт 2) 10 Вт 3) 18 Вт 4) 20 Вт

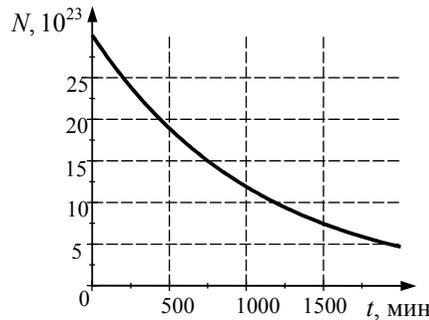
A20 В таблице приведены значения энергии для второго и четвертого энергетических уровней атома водорода.

Номер уровня	Энергия, 10^{-19} Дж
2	- 5,45
4	- 1,36

Какой должна быть энергия фотона, при поглощении которого атом переходит со второго уровня на четвертый?

- 1) $5,45 \cdot 10^{-19}$ Дж
- 2) $1,36 \cdot 10^{-19}$ Дж
- 3) $6,81 \cdot 10^{-19}$ Дж
- 4) $4,09 \cdot 10^{-19}$ Дж

A21 Дан график зависимости числа нераспавшихся ядер висмута $^{211}_{83}\text{Bi}$ от времени. Каков период полураспада этого изотопа висмута?



- 1) 500 мин
- 2) 750 мин
- 3) 1000 мин
- 4) 1200 мин

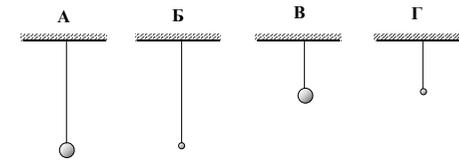
A22 Один из возможных вариантов реакции деления ядра урана $^{235}_{92}\text{U}$ выглядит следующим образом: $^{235}_{92}\text{U} + ^1_0\text{n} \rightarrow ^{97}_{40}\text{Zr} + ^{137}_{52}\text{Te} + ?$
Какие частицы заменены знаком вопроса?

- 1) 2 протона
- 2) 2 электрона
- 3) 1 протон и 1 электрон
- 4) 2 нейтрона

A23 Образец радиоактивного радия находится в закрытом сосуде. Ядра радия испытывают α -распад с периодом полураспада 11,4 суток. Определите число атомов гелия в сосуде через 22,8 суток, если образец в момент помещения в сосуд содержал $2,6 \cdot 10^{18}$ атомов радия.

- 1) $0,65 \cdot 10^{18}$
- 2) $1,3 \cdot 10^{18}$
- 3) $1,95 \cdot 10^{18}$
- 4) $2,6 \cdot 10^{18}$

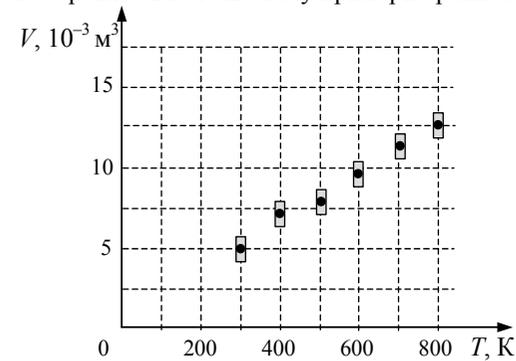
A24 Грузы маятников – медные шарики.



Какую из предложенных ниже пар маятников надо выбрать, чтобы экспериментально выяснить, зависит ли период малых колебаний математического маятника от длины нити?

- 1) А и Б
- 2) А и В
- 3) А и Г
- 4) Б и В

A25 В цилиндре под поршнем находится постоянная масса разреженного газа. Давление газа постоянно и равно $1,5 \cdot 10^5$ Па. На рисунке показаны результаты измерения объема газа с повышением температуры. Погрешность измерения температуры $\Delta T = \pm 10$ К, объема $\Delta V = \pm 0,5$ л. Молярная масса газа равна 32 г/моль. Чему примерно равна масса газа под поршнем?



- 1) 9 г
- 2) 13 г
- 3) 19 г
- 4) 26 г

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 Постоянная масса одноатомного идеального газа в изотермическом процессе отдает холодильнику количество теплоты $Q > 0$. Как меняются в этом процессе объем, давление и внутренняя энергия этого газа? К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

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

А	Б	В

В2 Установите соответствие между формулами для вычисления физических величин в схемах постоянного тока и названиями этих величин. В формулах использованы обозначения: I – сила тока, U – напряжение, R – сопротивление резистора. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФОРМУЛА	ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА
А) $\frac{U}{I}$	1) заряд, протекший через резистор
	2) сила тока через резистор
Б) $\frac{U^2}{R}$	3) мощность тока, выделяющаяся на резисторе
	4) сопротивление резистора

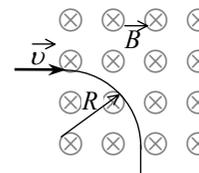
А	Б

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

В3 Камень брошен вверх под углом 60° к горизонту. Через 1,0 с скорость камня направлена вверх под углом 30° к горизонту. Сопротивление воздуха пренебрежимо мало. Чему равна начальная скорость камня? Ответ округлите до целых.

В4 Идеальный одноатомный газ в количестве $\nu = 0,09$ моль находится в равновесии в вертикальном гладком цилиндре под поршнем массой $m = 5$ кг. Внешнее атмосферное давление $p_0 = 10^5$ Па. В результате охлаждения газа поршень опустился на высоту $\Delta h = 4$ см, а температура газа понизилась на $\Delta T = 16$ К. Чему равна площадь поршня? Ответ выразите в квадратных сантиметрах (см^2) и округлите до целых.

В5 Пучок электронов влетает в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям магнитной индукции, как показано на рисунке, и отклоняется им на угол 90° под действием силы Лоренца $9,1 \cdot 10^{-18}$ Н. Радиус дуги окружности, по которой движутся электроны в магнитном поле, равен 10 см. Какова скорость, с которой электроны влетели в магнитное поле? Полученный ответ умножьте на 10^{-6} и округлите до целого числа.



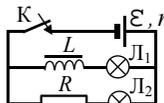
Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1

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.

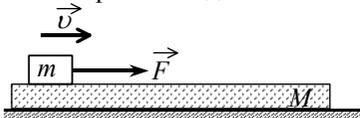
В задаче C1 следует записать развернутый ответ, поясняющий физические процессы, описанные в задаче, и ход ваших рассуждений.

C1 Две одинаковые лампы L_1 и L_2 подключены к источнику тока, одна – последовательно с катушкой индуктивности L с железным сердечником, а другая – последовательно с резистором R (см. рисунок). Первоначально ключ K разомкнут. Опишите разницу в работе лампочек при замыкании ключа K . Каким явлением вызвана эта разница?

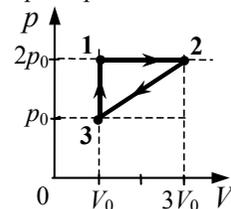


Полное правильное решение каждой из задач C2–C6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

C2 На гладком горизонтальном полу находится длинная доска. По доске под действием постоянной горизонтальной силы тяги движется брусок. Коэффициент трения между доской и бруском $\mu = 0,2$. Скорость бруска v относительно пола постоянна и равна $0,8$ м/с. Первоначально доска относительно пола покоится. К моменту, когда движение бруска относительно доски прекращается, брусок проходит по доске расстояние $L = 0,8$ м. Во сколько раз масса доски больше массы бруска?

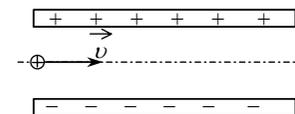


C3 Постоянная масса одноатомного идеального газа совершает циклический процесс, показанный на рисунке. За цикл от нагревателя газ получает количество теплоты $Q_H = 8$ кДж. Какую работу совершают внешние силы при переходе газа из состояния 2 в состояние 3?



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 вектора магнитной индукции на вертикаль равномерно меняется с $B_{1z} = 2$ Тл до $B_{2z} = -2$ Тл?

C5 Протон влетает в электрическое поле конденсатора параллельно его пластинам в точке, находящейся посередине между пластинами (см. рисунок). Минимальная скорость, с которой протон должен влететь в конденсатор, чтобы затем вылететь из него, равна 350 км/с. Расстояние между пластинами конденсатора 1 см, напряженность электрического поля конденсатора 5200 В/м. Чему равна длина пластин конденсатора? Электрическое поле внутри конденсатора считать однородным, силой тяжести пренебречь.



C6 Уровни энергии электрона в атоме водорода задаются формулой $E_n = -\frac{13,6}{n^2}$ эВ, где $n = 1, 2, 3, \dots$. При переходе из состояния E_2 в состояние E_1 атом испускает фотон. Поток таких фотонов падает на поверхность фотокатода. Запирающее напряжение для фотоэлектронов, вылетающих с поверхности фотокатода, $U_{зап} = 6,1$ В. Чему равна частота света $\nu_{кр}$, соответствующая красной границе фотоэффекта для материала поверхности фотокатода?

Единый государственный экзамен по ФИЗИКЕ

Вариант № 312

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 вычислениях 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	$R = 8,31 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{К)}$
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	$0 \text{ К} = -273^\circ\text{C}$
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

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

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°C

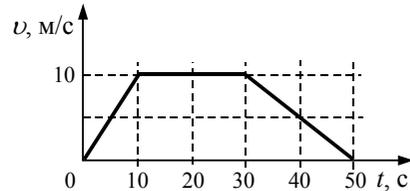
Молярная масса

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 На рисунке представлен график зависимости модуля скорости v автомобиля от времени t . Найдите путь, пройденный автомобилем за время от 0 до 50 с.



- 1) 0 2) 50 м 3) 250 м 4) 350 м

A2 В инерциальной системе отсчета некоторая сила сообщает телу массой 8 кг ускорение 5 м/с^2 . Какое ускорение сообщит та же сила телу массой 5 кг?

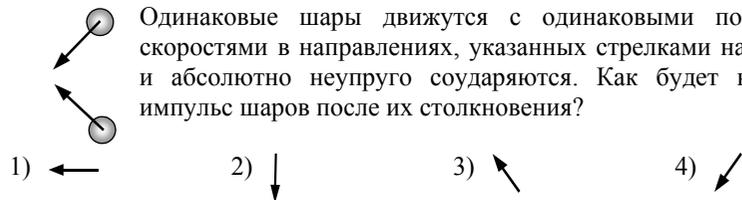
- 1) 5 м/с^2 2) 8 м/с^2 3) 10 м/с^2 4) 16 м/с^2



Кубик массой 1 кг покоится на гладком горизонтальном столе, сжатый с боков пружинами (см. рисунок). Первая пружина сжата на 4 см, а вторая сжата на 3 см. Жесткость второй пружины $k_2 = 600 \text{ Н/м}$. Жесткость первой пружины k_1 равна

- 1) 450 Н/м 2) 600 Н/м 3) 300 Н/м 4) 800 Н/м

A4 Одинаковые шары движутся с одинаковыми по модулю скоростями в направлениях, указанных стрелками на рисунке, и абсолютно неупруго соударяются. Как будет направлен импульс шаров после их столкновения?

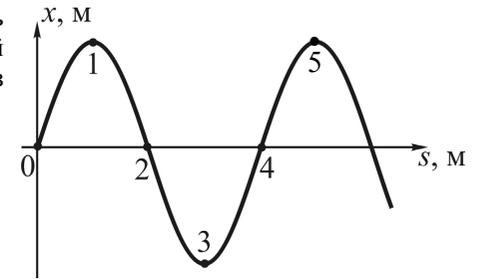


- 1) ← 2) ↓ 3) ↖ 4) ↙

A5 Грузик массой $m = 100 \text{ г}$, подвешенный к потолку на длинной нерастяжимой нити, совершает колебания. На какую максимальную высоту над положением равновесия поднимается грузик, если его максимальная кинетическая энергия равна $0,5 \text{ Дж}$? Сопротивление воздуха не учитывать.

- 1) 1 м 2) 0,75 м 3) 0,5 м 4) 0,1 м

A6 На рисунке показан профиль бегущей волны в некоторый момент времени. Разность фаз колебаний точек 1 и 4 равна



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

A7 Шарик, движущийся по гладкой горизонтальной поверхности, налетает на лежащий на той же поверхности более тяжелый шарик тех же размеров. В результате частично неупругого удара первый шарик остановился, а второй начал двигаться со скоростью v . При этом 75% первоначальной кинетической энергии первого шарика перешло во внутреннюю энергию. Какова скорость первого шарика до удара?

- 1) $\sqrt{2} v$ 2) $2v$ 3) $3v$ 4) $4v$

A8 Наименьшая упорядоченность в расположении частиц характерна для

- 1) газов
2) жидкостей
3) кристаллических тел
4) аморфных тел

A9 Разреженный водород изотермически сжимают. Масса газа постоянна. Давление газа на стенки сосуда увеличивают при этом в 5 раз. При этом объем газа

- 1) увеличится в $\sqrt{5}$ раз
2) уменьшится в 25 раз
3) уменьшится в 20 раз
4) уменьшится в 5 раз

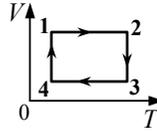
A10 Температура куска металла удельной теплоемкостью $900 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$ понижалась со 120°C до 40°C . При этом выделилось количество теплоты, равное 108 кДж . Чему равна масса этого куска?

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

A11 Кусок льда опустили в термос с водой. Начальная температура льда 0°C , начальная температура воды 15°C . Исходная масса воды 1100 г . Теплоемкостью термоса можно пренебречь. В тепловом равновесии в воде плавает кусок льда. Какая масса льда растаяла в процессе перехода к тепловому равновесию?

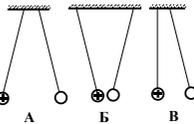
- 1) 210 г 2) 315 г 3) 420 г 4) 630 г

A12 На рисунке показан циклический процесс изменения состояния постоянной массы одноатомного идеального газа. На каком участке работа внешних сил над газом положительна и равна отданному газом количеству теплоты?



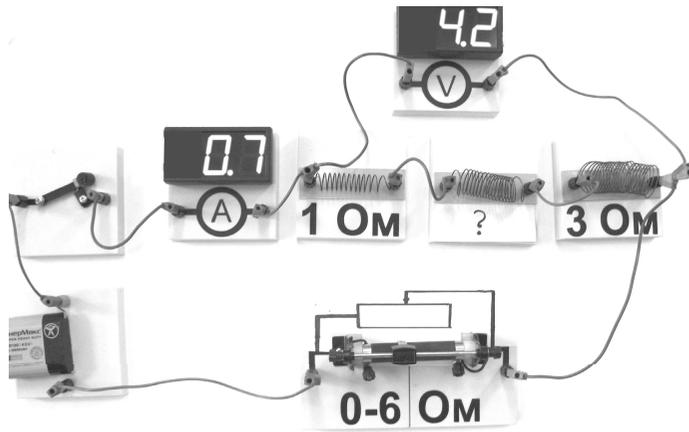
- 1) 1 – 2 2) 2 – 3 3) 3 – 4 4) 4 – 1

A13 Два легких одинаковых шарика подвешены на шелковых нитях. Заряд одного из шариков каждой пары положителен. Какой рисунок правильно отображает его взаимодействие с отрицательно заряженным шариком?



- 1) только А 2) только Б 3) А и В 4) только В

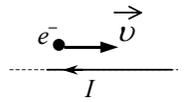
A14 На фотографии – электрическая цепь. Показания вольтметра даны в вольтах, амперметра – в амперах.



Чему равно сопротивление неизвестного резистора? Вольтметр и амперметр считать идеальными.

- 1) 1 Ом 2) 2 Ом 3) 3 Ом 4) 4 Ом

A15 Электрон e^- имеет скорость \vec{v} , направленную горизонтально вдоль прямого длинного проводника с током I (см. рисунок). Куда направлена действующая на электрон сила Лоренца?



- 1) влево в плоскости рисунка \leftarrow
 2) вертикально вверх в плоскости рисунка \uparrow
 3) перпендикулярно плоскости рисунка к наблюдателю \odot
 4) вниз в плоскости рисунка \downarrow

A16 Гамма-излучение испускают

- 1) электроны при движении в проводнике
 2) любые нагретые тела
 3) любые заряженные частицы
 4) атомные ядра при их превращениях

A17 Предмет малых размеров расположен на главной оптической оси тонкой собирающей линзы, на расстоянии от линзы, большем двойного фокусного расстояния. Изображение предмета

- 1) действительное и находится между фокусом и двойным фокусом
 2) действительное и находится между линзой и фокусом
 3) мнимое и находится между линзой и фокусом
 4) действительное и находится за двойным фокусом

A18 В какой системе отсчета скорость света в вакууме равна $300\,000\text{ км/с}$?

- 1) только в системе отсчета, связанной с Землей
 2) только в системе отсчета, связанной с Солнцем
 3) только в системе отсчета, связанной с далекой звездой
 4) в любой инерциальной системе отсчета

A19 К источнику постоянного тока с ЭДС 9 В и внутренним сопротивлением $0,5\text{ Ом}$ подключен резистор. Какое количество теплоты выделяется в резисторе за 1 с , если сила тока в цепи равна 2 А ? Сопротивление соединительных проводов пренебрежимо мало.

- 1) 2 Дж 2) 4 Дж 3) 16 Дж 4) 18 Дж

A20 В таблице приведены значения энергии для второго и третьего энергетических уровней атома водорода.

Номер уровня	Энергия, 10^{-19} Дж
2	- 5,45
3	- 2,42

Какова должна быть энергия фотона, при поглощении которого атом переходит со второго уровня на третий?

- 1) $7,87 \cdot 10^{-19}$ Дж
- 2) $5,45 \cdot 10^{-19}$ Дж
- 3) $3,03 \cdot 10^{-19}$ Дж
- 4) $2,42 \cdot 10^{-19}$ Дж

A21 β -излучение – это

- 1) поток ядер бериллия
- 2) поток нейтронов, образующихся в цепной реакции
- 3) поток электронов
- 4) электромагнитные волны

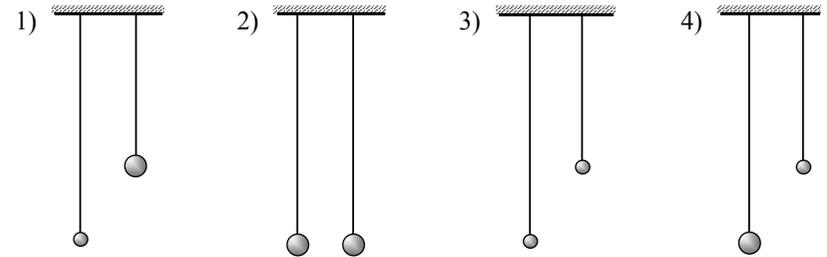
A22 Один из возможных вариантов реакции деления ядра урана ${}^{235}_{92}\text{U}$ выглядит следующим образом: ${}^{235}_{92}\text{U} + {}^1_0\text{n} \longrightarrow {}^{95}_{38}\text{Sr} + {}^{139}_{54}\text{Xe} + ?$ Какие частицы заменены знаком вопроса?

- 1) ${}^1_0\text{n}$
- 2) $2{}^1_0\text{n}$
- 3) ${}^1_1\text{p}$
- 4) ${}^1_1\text{p} + {}^1_0\text{n}$

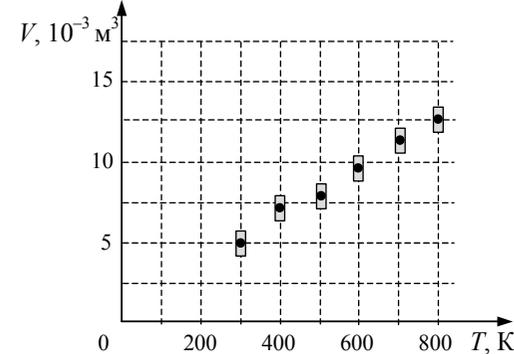
A23 Работа выхода электронов из фотокатода равна 2 эВ. Какова энергия фотонов, падающих на фотокатод, если максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов равна 1,5 эВ?

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

A24 Необходимо экспериментально обнаружить зависимость периода малых колебаний математического маятника от длины нити. Какую пару маятников, грузы которых изготовлены из стали, нужно использовать для этой цели?



A25 В цилиндре под поршнем находится 14 г разреженного газа. Давление газа постоянно и равно $1,6 \cdot 10^5$ Па. На рисунке показаны результаты измерения объема газа с повышением температуры. Погрешность измерения температуры $\Delta T = \pm 10$ К, объема $\Delta V = \pm 0,5$ л. Чему равна молярная масса газа?



- 1) 44 г/моль
- 2) 32 г/моль
- 3) 28 г/моль
- 4) 2 г/моль

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 Постоянная масса одноатомного идеального газа в изохорном процессе отдает холодильнику количество теплоты $Q > 0$. Как меняются в этом процессе температура, давление и внутренняя энергия этого газа? К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ	ИХ ИЗМЕНЕНИЯ
А) температура газа	1) увеличивается
Б) давление газа	2) уменьшается
В) внутренняя энергия газа	3) не изменяется

А	Б	В

В2 Установите соответствие между формулами для вычисления физических величин в схемах постоянного тока и названиями этих величин. В формулах использованы обозначения: I – сила тока, U – напряжение, R – сопротивление резистора. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФОРМУЛА	ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА
А) $\frac{U}{I}$	1) заряд, протекший через резистор
Б) $I^2 R$	2) сопротивление резистора
	3) напряжение на резисторе
	4) мощность тока, выделяющаяся на резисторе

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

В3 Начальная скорость тела, брошенного под углом к горизонту, равна 26 м/с. В верхней точке траектории скорость этого тела равна 10 м/с. Сколько времени тело поднималось от точки старта до верхней точки траектории? Соппротивлением воздуха пренебречь. Ответ округлите до десятых.

В4 Идеальный одноатомный газ в количестве $\nu = 0,09$ моль находится в равновесии в вертикальном гладком цилиндре под массивным поршнем с площадью $S = 25 \text{ см}^2$. Внешнее атмосферное давление $p_0 = 10^5 \text{ Па}$. В результате охлаждения газа поршень опустился на высоту $\Delta h = 4 \text{ см}$, а температура газа понизилась на $\Delta T = 16 \text{ К}$. Чему равна масса поршня? Ответ округлите до целых.

В5 Две α -частицы ускоряются в различных электрических полях. Начальная скорость обеих частиц равна нулю. Ускоряющая разность потенциалов второго поля 400 В. Ускорившиеся α -частицы влетают в однородное магнитное поле перпендикулярно вектору индукции. Отношение радиусов траекторий частиц в магнитном поле $\frac{R_2}{R_1} = 2$. Чему равна ускоряющая разность потенциалов первого поля?

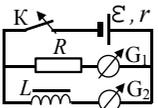
Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1

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.

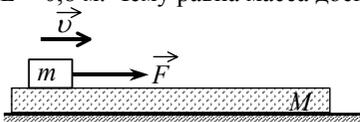
В задаче C1 следует записать развернутый ответ, поясняющий физические процессы, описанные в задаче, и ход ваших рассуждений.

C1 Резистор R и катушка индуктивности L с железным сердечником подключены к источнику тока, как показано на схеме. Первоначально ключ K замкнут, показания гальванометров G_1 и G_2 равны, соответственно, $I_1 = 0,1$ А и $I_2 = 1$ А. Что произойдет с величиной и направлением тока через резистор при размыкании ключа K ? Каким явлением это вызвано?

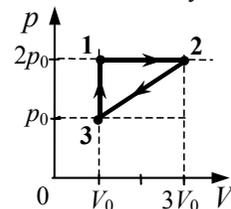


Полное правильное решение каждой из задач C2–C6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

C2 На гладком горизонтальном полу находится длинная доска. По доске под действием постоянной горизонтальной силы тяги движется брусок массой $m = 1$ кг. Коэффициент трения между доской и бруском $\mu = 0,2$. Скорость бруска v относительно пола постоянна и равна $0,8$ м/с. Первоначально доска относительно пола покоится. К моменту, когда движение бруска относительно доски прекращается, брусок проходит по доске расстояние $L = 0,8$ м. Чему равна масса доски?

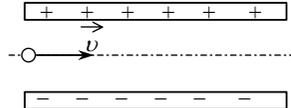


C3 Постоянная масса одноатомного идеального газа совершает циклический процесс, показанный на рисунке. При переходе газа из состояния 2 в состояние 3 внешние силы совершают работу $A_{23} = 5$ кДж. Какое количество теплоты газ получает за цикл от нагревателя?



C4 Плоская горизонтальная фигура, ограниченная проводящим контуром, сопротивление которого $R = 5$ Ом, находится в однородном магнитном поле. Пока проекция вектора магнитной индукции на вертикаль Oz за большой промежуток времени равномерно меняется от $B_{1z} = 2$ Тл до $B_{2z} = -2$ Тл, по контуру протекает заряд $\Delta q = 0,08$ Кл. Найдите площадь фигуры.

C5 Протон влетает в электрическое поле конденсатора параллельно его пластинам в точке, находящейся посередине между его пластинами (см. рисунок). Минимальная скорость, с которой протон должен влететь в конденсатор, чтобы затем вылететь из него, равна 350 км/с. Расстояние между пластинами конденсатора 1 см, напряжение на пластинах конденсатора 50 В. Чему равна длина пластин конденсатора? Поле внутри конденсатора считать однородным, силой тяжести пренебречь.



C6 Уровни энергии электрона в атоме водорода задаются формулой $E_n = -\frac{13,6}{n^2}$ эВ, где $n = 1, 2, 3, \dots$. При переходе из состояния E_2 в состояние E_1 атом испускает фотон. Поток таких фотонов падает на поверхность фотокатода. Работа выхода фотоэлектронов с поверхности фотокатода $A_{\text{вых}} = 7,2 \cdot 10^{-19}$ Дж. Чему равно запирающее напряжение $U_{\text{зап}}$ для фотоэлектронов, вылетающих с поверхности фотокатода?

Единый государственный экзамен по ФИЗИКЕ

Вариант № 313

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 вычислениях 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	$R = 8,31 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{К)}$
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	$0 \text{ К} = -273^\circ\text{C}$
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	$4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$	алюминия	$900 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$
льда	$2,1 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$	меди	$380 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$
железа	$640 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$	чугуна	$500 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$
свинца	$130 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$		

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°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 «х» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

- A1** При свободном падении тела из состояния покоя его скорость за каждую секунду увеличивается на
- 1) 0 м/с 2) 5 м/с 3) 10 м/с 4) 20 м/с

- A2** В инерциальной системе отсчета ускорение тела массой 3 кг направлено вертикально вниз и по модулю равно 2 м/с^2 (см. рисунок). Каков модуль равнодействующей сил, приложенных к этому телу, и куда она направлена?



- 1) $\frac{2}{3}$ Н; вертикально вниз
 2) $\frac{2}{3}$ Н; вертикально вверх
 3) 6 Н; вертикально вниз
 4) 6 Н; вертикально вверх

- A3** Тело равномерно движется по плоскости. Сила давления тела на плоскость равна 40 Н, сила трения 10 Н. Коэффициент трения скольжения равен
- 1) 0,8 2) 0,25 3) 0,75 4) 0,2

- A4** В инерциальной системе отсчета под действием постоянной силы импульс прямолинейно движущегося тела за 2 с увеличился от 0 до 4 кг·м/с. Какова величина этой силы?
- 1) 1 Н 2) 2 Н 3) 4 Н 4) 8 Н

- A5** Самолет летит со скоростью 300 м/с, если двигатели самолета развивают суммарную силу тяги 100 кН. Какова мощность силы тяги двигателей?
- 1) 30 МВт 2) 20 МВт 3) 100 кВт 4) 300 кВт

- A6** В момент времени $t_0 = 0$ груз математического маятника, имеющего период колебаний T и совершающего гармонические колебания, проходит через положение равновесия. За какой промежуток времени с момента t_0 он проходит путь, равный амплитуде колебаний?



- 1) T 2) $\frac{1}{2}T$ 3) $\frac{1}{4}T$ 4) $\frac{1}{8}T$

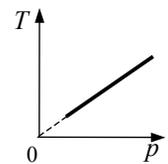
- A7** Автомобиль, движущийся с выключенным двигателем, проезжает 50 м под углом под углом 30° к горизонту и оказывается на горизонтальном участке дороги. Скорость его при этом составляет 30 м/с. Какова начальная скорость автомобиля? Трением пренебречь.

- 1) 10 м/с 2) 20 м/с 3) 24 м/с 4) 30 м/с

- A8** Молекулы газов находятся на больших расстояниях друг от друга по сравнению с их размерами, силы взаимодействия между ними незначительны. Этим можно объяснить следующие свойства газов:
- А. они не сохраняют своей формы,
 Б. они не сохраняют своего объема,
 В. имеют большую сжимаемость.
- Какое(-ие) из утверждений правильно(-ы)?

- 1) только Б 2) А и Б 3) только В 4) А, Б, В

- A9** Какому процессу в идеальном газе соответствует график на рисунке? (Масса газа не изменяется.)

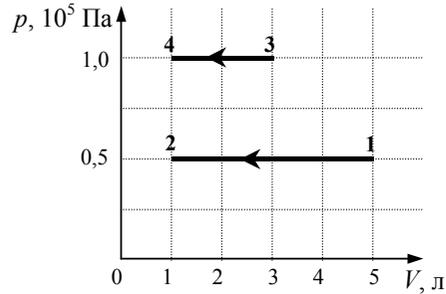


- 1) изотермическому
 2) изохорному
 3) изобарному
 4) адиабатному

- A10** Чему равно давление насыщенных водяных паров при температуре 24°C , если при относительной влажности 60% парциальное давление водяного пара в помещении равно 1,8 кПа?

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

A11



На рисунке показано сжатие водорода двумя способами: 1 – 2 и 3 – 4. Сравните работы внешних сил при этих процессах.

- 1) $A_{12} = 2 A_{34}$
- 2) $A_{12} = 0,5 A_{34}$
- 3) $A_{12} = A_{34} \neq 0$
- 4) $A_{12} = A_{34} = 0$

A12

При увеличении средней кинетической энергии хаотического движения молекул температура вещества

- 1) повышается
- 2) понижается
- 3) не изменяется
- 4) иногда повышается, иногда понижается

A13

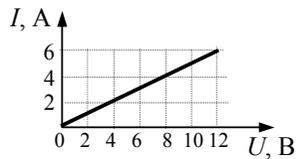
Сила взаимодействия между двумя точечными заряженными телами равна F . Как изменится сила взаимодействия между телами, если каждый заряд на телах уменьшить в 2 раза?

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

A14

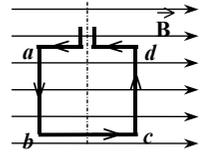
На графике изображена зависимость силы тока I , А от напряжения между его концами. Чему равно сопротивление проводника?

- 1) 0,5 Ом
- 2) 2 Ом
- 3) 6 Ом
- 4) 12 Ом



A15

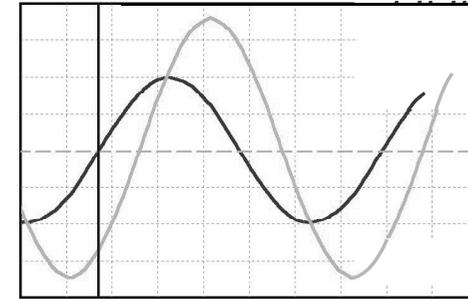
Квадратная рамка расположена в однородном магнитном поле так, как показано на рисунке. Направление тока в рамке показано стрелками. Как направлена сила, действующая на сторону ad рамки со стороны магнитного поля?



- 1) перпендикулярно плоскости чертежа, от нас
- 2) перпендикулярно плоскости чертежа, к нам
- 3) вдоль направления линий магнитной индукции
- 4) сила равна нулю

A16

На рисунке приведена фотография осциллограмм напряжения на элементе электрической цепи и силы тока в нем.

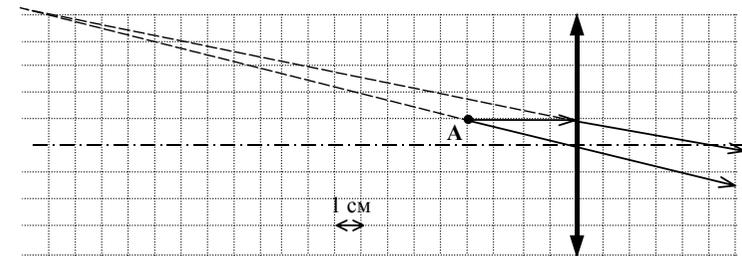


Колебания этих величин имеют

- 1) различные периоды и не имеют сдвига фаз
- 2) одинаковые периоды, и между их колебаниями существует сдвиг фаз
- 3) различные периоды, но одинаковые частоты
- 4) одинаковые периоды, но различные частоты

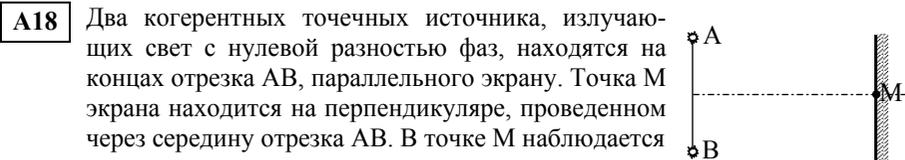
A17

На рисунке показан ход лучей от точечного источника света А через тонкую линзу.



Чему равно фокусное расстояние линзы, если 1 клетка на рисунке соответствует 1 см?

- 1) 20 см
- 2) 1 см
- 3) 4 см
- 4) 5 см

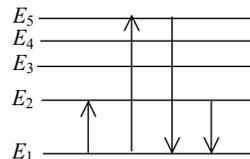


- 1) интерференционный минимум
- 2) интерференционный максимум
- 3) периодическое усиление и ослабление света
- 4) периодическое изменение частоты света

A19 Нагревательный элемент состоит из трех одинаковых последовательно соединенных спиралей, через которые течет постоянный ток. Как изменится мощность, потребляемая этим элементом, если напряжение, подаваемое на него, увеличить в 3 раза, а одну из спиралей заменить на другую с сопротивлением в 4 раза меньшим?

- 1) уменьшится в 3 раза
- 2) увеличится в 3 раза
- 3) не изменится
- 4) увеличится в 12 раз

A20 На рисунке представлена диаграмма энергетических уровней атома. Какой из отмеченных стрелками переходов между энергетическими уровнями сопровождается поглощением кванта с минимальной энергией?



- 1) с уровня 1 на уровень 5
- 2) с уровня 2 на уровень 1
- 3) с уровня 5 на уровень 1
- 4) с уровня 1 на уровень 2

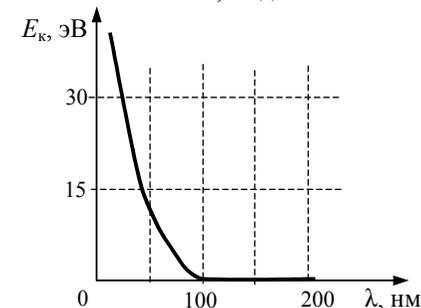
A21 Каков заряд ядра ${}_{30}^{68}\text{Zn}$ (в единицах элементарного заряда)?

- 1) 98
- 2) 38
- 3) 30
- 4) 68

A22 Какая частица X образуется в реакции ${}^7_3\text{Li} + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^{10}_5\text{B} + X$?

- 1) протон
- 2) нейтрон
- 3) электрон
- 4) α -частица

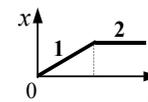
A23 На графике показана зависимость максимальной кинетической энергии фотоэлектронов, выбитых из металла, от длины волны падающего света.



Кинетическая энергия фотоэлектронов может быть больше 30 эВ, если металл освещается светом с длиной волны

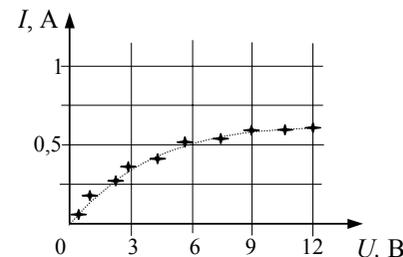
- 1) 10 нм
- 2) 50 нм
- 3) 100 нм
- 4) 200 нм

A24 На графике изображена зависимость координаты бусинки на горизонтальной спице от времени. На основании графика можно утверждать, что



- 1) проекция ускорения бусинки на участке 1 отрицательна
- 2) проекция ускорения бусинки на участке 2 положительна
- 3) участок 1 соответствует равномерному движению бусинки, а на участке 2 бусинка неподвижна
- 4) участок 1 соответствует равноускоренному движению бусинки, а участок 2 – равномерному

A25 На рисунке изображен результат экспериментального исследования зависимости силы тока от напряжения на лампе накаливания. Две такие лампы соединили последовательно и подключили к клеммам аккумулятора напряжением 12 В. Они потребляют суммарную мощность 6 Вт. Какова мощность, потребляемая одной лампой при ее подключении к клеммам аккумулятора?



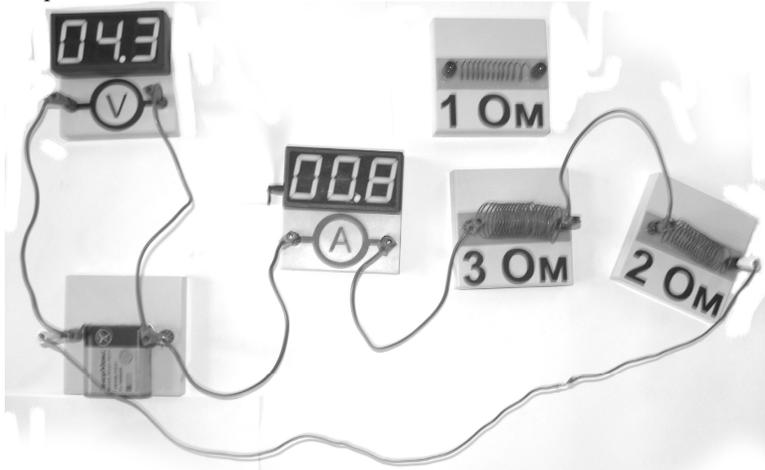
- 1) $P = 3$ Вт
- 2) $3 \text{ Вт} < P < 6 \text{ Вт}$
- 3) $P = 6$ Вт
- 4) $6 \text{ Вт} < P < 12 \text{ Вт}$

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.

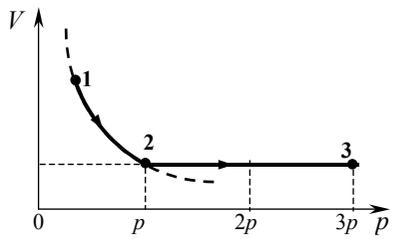
C1 На фотографии – электрическая цепь. Начертите принципиальную схему этой цепи. Опираясь на законы постоянного тока, объясните, как должны изменяться (увеличиваться или уменьшаться) показания амперметра и вольтметра при замене резистора с сопротивлением 3 Ом на резистор с сопротивлением 1 Ом.



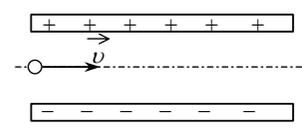
Полное правильное решение каждой из задач C2–C6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

C2 Брусочки с массами m и $3m$ скользят по горизонтальной поверхности доски навстречу друг другу. Скорости брусочков перед ударом противоположны и равны по модулю $v_0 = 3$ м/с у каждого. Брусочки слипаются и движутся затем поступательно. Коэффициент трения скольжения между брусочками и доской $\mu = 0,2$. На какое расстояние S переместятся слипшиеся брусочки к моменту, когда их общая скорость уменьшится на 40%?

C3 Идеальный одноатомный газ в количестве 1 моль сначала изотермически сжали ($T_1 = 300$ К). Затем газ нагрели, повысив давление в 3 раза (см. рисунок). Какое количество теплоты получил газ на участке 2 – 3?



C4 Электрон влетает в электрическое поле между двумя разноименно заряженными пластинами плоского конденсатора со скоростью v ($v \ll c$) параллельно пластинам (см. рисунок). Расстояние между пластинами d , длина пластин L ($L \gg d$). Определите смещение электрона от первоначального направления при вылете из конденсатора, если разность потенциалов между пластинами $\Delta\phi$.



C5 Линза с фокусным расстоянием 10 см дает на экране изображение предмета с пятикратным увеличением. Экран передвинули вдоль главной оптической оси линзы. Затем при неизменном положении линзы передвинули предмет, чтобы изображение снова стало резким. В этом случае получено изображение с трехкратным увеличением. На сколько сместили экран?

C6 Образец, содержащий радий, испускает α -частицы. Средний импульс частиц $p = 1,0 \cdot 10^{-19}$ кг·м/с. Масса α -частицы равна $6,7 \cdot 10^{-27}$ кг. За 1 ч выделяется энергия $E = 100$ Дж. Сколько α -частиц испускает образец за 1 с? Энергией отдачи ядер, γ -излучением и релятивистскими эффектами пренебречь.

Единый государственный экзамен по ФИЗИКЕ

Вариант № 314

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 вычислениях 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	$R = 8,31 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{К)}$
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	$0 \text{ К} = -273^\circ\text{C}$
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

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

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°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	$44 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$

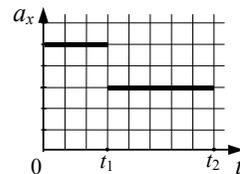
Часть 1

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 Тело брошено вертикально вверх с начальной скоростью 15 м/с. Каков модуль скорости тела через 0,5 с после начала движения? Сопротивление воздуха не учитывать.

- 1) 10 м/с 2) 15 м/с 3) 17,5 м/с 4) 20 м/с

A2 На графике изображена зависимость ускорения тела от времени в инерциальной системе отсчета. Сравните силы F_1 и F_2 , действующие на тело в промежутки времени от 0 до t_1 и от t_1 до t_2 .



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

A3 Тело равномерно движется по наклонной плоскости. На него действуют сила трения 10 Н и сила нормального давления плоскости 40 Н. Коэффициент трения скольжения равен

- 1) 0,8 2) 0,2 3) 0,5 4) 0,25

A4 В инерциальной системе отсчета под действием тормозящей силы 12 Н прямолинейно движущееся тело через 2 с остановилось. Какова величина импульса этой силы за это время?

- 1) 6 Н·с 2) 12 Н·с 3) 24 Н·с 4) 36 Н·с

A5 С какой высоты падает мяч массой 0,3 кг из состояния покоя, если его кинетическая энергия при падении на Землю равна 60 Дж? Потерями энергии за счет сопротивления воздуха пренебречь.

- 1) 10 м 2) 20 м 3) 25 м 4) 30 м

A6 Математический маятник отклонили на небольшой угол от положения равновесия и отпустили без начальной скорости. Через какую часть периода колебаний T потенциальная энергия маятника вновь достигнет максимума? Сопротивлением воздуха пренебречь.



- 1) T 2) $\frac{1}{4}T$ 3) $\frac{1}{2}T$ 4) $\frac{1}{8}T$

A7 Автомобиль, движущийся с выключенным двигателем, на горизонтальном участке дороги имеет скорость 20 м/с. Какой будет его скорость, когда он проедет 50 м под уклоном по склону горы под углом 30° к горизонту? Трением пренебречь.

- 1) 10 м/с 2) 20 м/с 3) 30 м/с 4) 40 м/с

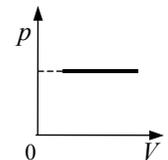
A8 Молекулы газов находятся на больших расстояниях друг от друга по сравнению с их размерами, поэтому силы притяжения между ними незначительны. Этим можно объяснить следующие свойства газов:

- А. они принимают форму сосуда,
Б. они занимают весь представленный объем,
В. они легко сжимаются.

Какое(-ие) из утверждений правильно(-ы)?

- 1) только Б 2) только А и Б 3) только В 4) А, Б, В

A9 Какому процессу в идеальном газе соответствует график на рисунке? (Масса газа не изменяется.)



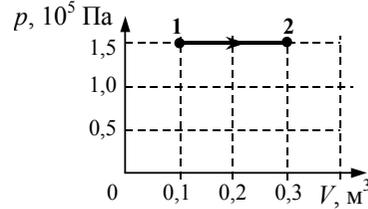
- 1) изотермическому
2) адиабатному
3) изохорному
4) изобарному

A10 Парциальное давление водяного пара в воздухе при 24°C равно 1,8 кПа, давление насыщенных водяных паров при этой температуре 3,0 кПа. Относительная влажность воздуха равна

- 1) 90% 2) 60% 3) 50% 4) 30%

A11 Газ под поршнем расширился и перешел из состояния 1 в состояние 2 (см. рисунок). Какую работу совершил газ?

- 1) $1,5 \cdot 10^5$ Дж
- 2) $3 \cdot 10^4$ Дж
- 3) 1,2 Дж
- 4) 0,2 Дж



A12 Как изменится средняя кинетическая энергия молекул идеального газа при увеличении его абсолютной температуры в 2 раза?

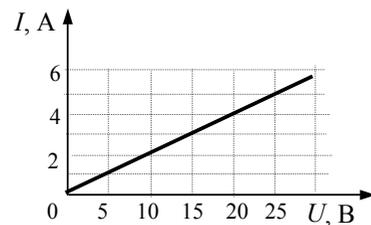
- 1) не изменится
- 2) увеличится в 2 раза
- 3) увеличится в 4 раза
- 4) ответ неоднозначен

A13 Два одинаковых точечных заряда расположены на некотором расстоянии друг от друга. Расстояние между ними увеличивают в 4 раза. Как нужно изменить величину каждого из зарядов, чтобы сила их электростатического взаимодействия осталась прежней? (Изменяем величину обоих зарядов, так, что они остаются одинаковыми).

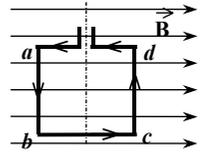
- 1) увеличить в 4 раза
- 2) увеличить в 2 раза
- 3) увеличить в 16 раз
- 4) уменьшить в 4 раза

A14 На графике изображена зависимость силы тока в проводнике от напряжения между его концами. Чему равно сопротивление проводника?

- 1) 0,25 Ом
- 2) 4 Ом
- 3) 5 Ом
- 4) 20 Ом

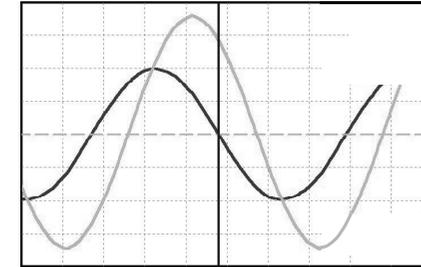


A15 Квадратная рамка расположена в однородном магнитном поле в плоскости линий магнитной индукции так, как показано на рисунке. Направление тока в рамке показано стрелками. Как направлена сила, действующая на сторону ab рамки, со стороны магнитного поля?



- 1) перпендикулярно плоскости чертежа, от нас
- 2) перпендикулярно плоскости чертежа, к нам
- 3) вертикально вверх в плоскости чертежа
- 4) вертикально вниз в плоскости чертежа

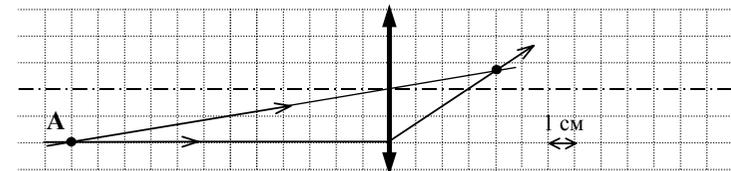
A16 На фотографии – осциллограммы силы тока в двух различных элементах электрической цепи.



Эти колебания имеют

- 1) различные амплитуды, но одинаковые частоты
- 2) различные амплитуды и различные частоты
- 3) одинаковые амплитуды и различные частоты
- 4) одинаковые амплитуды и одинаковые частоты

A17 На рисунке показан ход лучей от точечного источника света А через тонкую линзу.



Каково фокусное расстояние линзы, если 1 клетка на рисунке соответствует 1 см?

- 1) 10 см
- 2) 12 см
- 3) 3 см
- 4) 4 см

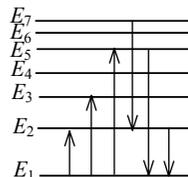
A18 В одну точку приходят две когерентные световые волны с разностью фаз колебаний, равной π . В этой точке наблюдается

- 1) минимум интенсивности
- 2) максимум интенсивности
- 3) средняя интенсивность
- 4) чередование максимумов и минимумов

A19 Нагревательный элемент состоит из трех одинаковых спиралей, первая из которых последовательно подключена к двум другим, соединенным параллельно. Через нагревательный элемент течет постоянный ток. Как изменится мощность, потребляемая этим элементом, если напряжение, подаваемое на него, уменьшить в 3 раза, а первую спираль заменить на другую с сопротивлением в 2 раза меньшим?

- 1) уменьшится в 3 раза
- 2) уменьшится в 6 раз
- 3) не изменится
- 4) увеличится в 6 раз

A20 На рисунке представлена диаграмма энергетических уровней атома. Какой из отмеченных стрелками переходов между энергетическими уровнями сопровождается поглощением кванта с максимальной энергией?



- 1) с уровня 1 на уровень 5
- 2) с уровня 7 на уровень 2
- 3) с уровня 5 на уровень 1
- 4) с уровня 1 на уровень 2

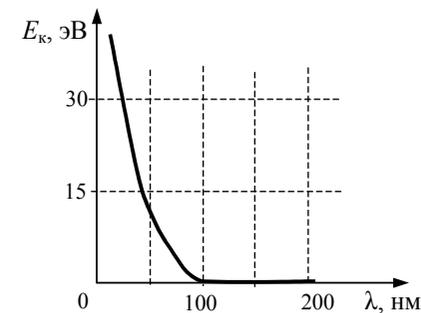
A21 Каков заряд ядра ${}^{137}_{56}\text{Ba}$ (в единицах элементарного заряда)?

- 1) 137
- 2) 56
- 3) 193
- 4) 81

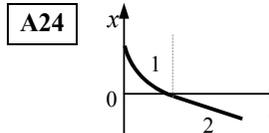
A22 Укажите второй продукт реакции: ${}^{27}_{13}\text{Al} + {}^1_0\text{n} \rightarrow {}^{24}_{11}\text{Na} + \dots$

- 1) ${}^1_1\text{H}$
- 2) ${}^3_2\text{He}$
- 3) ${}^1_0\text{n}$
- 4) ${}^4_2\text{He}$

A23 На графике показана зависимость максимальной кинетической энергии фотоэлектронов, выбитых из металла, от длины волны падающего света. Кинетическая энергия фотоэлектронов не превышает 15 эВ, если металл освещается светом с длиной волны



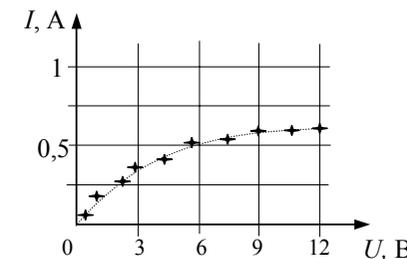
- 1) 25 нм
- 2) 50 нм
- 3) 150 нм
- 4) 200 нм



На графике изображена зависимость координаты бусинки на горизонтальной спице от времени. На основании графика можно утверждать, что

- 1) на участке 1 модуль скорости бусинки увеличивается, а на участке 2 – уменьшается
- 2) на участке 2 проекция ускорения бусинки отрицательна
- 3) на участке 1 модуль скорости бусинки уменьшается, а на участке 2 – остается постоянным
- 4) участок 1 соответствует равномерному движению бусинки, а участок 2 – равнозамедленному

A25 На рисунке изображен результат экспериментального исследования зависимости силы тока от напряжения на лампе накаливания. Две такие лампы, соединенные последовательно и подключенные к клеммам аккумулятора напряжением 12 В, потребляют суммарную мощность 6 Вт. Какова мощность, потребляемая каждой из ламп при параллельном соединении?



- 1) $P = 3$ Вт
- 2) $3 \text{ Вт} < P < 6$ Вт
- 3) $P = 6$ Вт
- 4) $6 \text{ Вт} < P < 12$ Вт

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 Брусок начинает скользить по шероховатой наклонной плоскости равноускоренно вниз. Что происходит при этом с его скоростью, ускорением, кинетической энергией?

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) увеличивается |
| Б) ускорение | 2) уменьшается |
| В) кинетическая энергия | 3) не изменяется |

А	Б	В

В2 Установите соответствие между физическими явлениями и приборами, в которых используются или наблюдаются эти явления.

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

ФИЗИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ

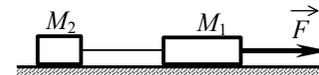
ПРИБОР

- | | |
|------------------------------------|--------------------------|
| А) Фотоэффект | 1) Фотообъектив |
| Б) Излучение ускоренных электронов | 2) Рентгеновская трубка |
| | 3) Призмный спектроскоп |
| | 4) Вакуумный фотоэлемент |

А	Б

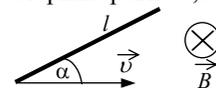
Ответом к каждому заданию этой части будет некоторое число. Это число надо записать в бланк ответов № 1 справа от номера задания (В3–В5), начиная с первой клеточки. Каждый символ (цифру, запятую, знак минус) пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы физических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

В3 Два груза, связанные нерастяжимой и невесомой нитью, движутся по гладкой горизонтальной поверхности под действием постоянной горизонтальной силы \vec{F} , приложенной к грузу $M_1 = 2$ кг (см. рисунок). Нить обрывается при значении силы натяжения нити 4 Н, при этом модуль силы \vec{F} равен 12 Н. Чему равна масса второго груза M_2 ?



В4 При изготовлении льда в холодильнике потребовалось 5 мин, чтобы охладить воду от 4°C до 0°C, и еще $6 \cdot 10^3$ с, чтобы превратить ее в лед. Определите по этим данным удельную теплоту плавления льда. Ответ выразите в кДж/кг.

В5 Проводящий стержень длиной $l = 20$ см движется поступательно в однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,5$ Тл так, что угол между стержнем и вектором его скорости $\alpha = 30^\circ$ (см. рисунок). ЭДС индукции в стержне равна 0,05 В. Какова скорость движения стержня?



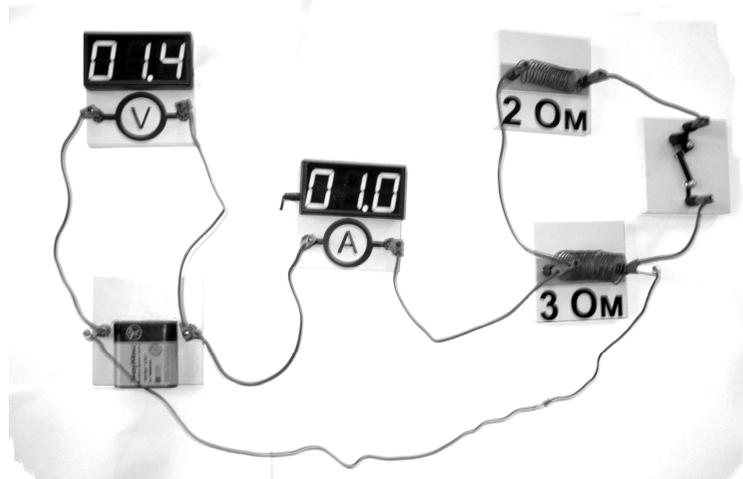
Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1

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.

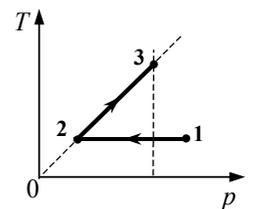
C1 На рисунке приведена фотография электрической цепи. Начертите принципиальную схему этой цепи. Опираясь на законы постоянного тока, объясните, как должны изменяться (уменьшаться или увеличиваться) показания амперметра и вольтметра при размыкании ключа.



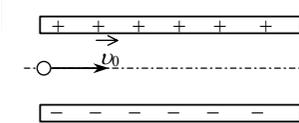
Полное правильное решение каждой из задач C2–C6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

C2 Пуля летит горизонтально со скоростью $v_0 = 400$ м/с, попадает в лежащий на горизонтальной поверхности льда брусок и отскакивает в обратном направлении со скоростью $\frac{1}{8} v_0$. Масса бруска в 90 раз больше массы пули. Коэффициент трения скольжения между бруском и льдом $\mu = 0,1$. На какое расстояние S переместится брусок к моменту, когда его скорость уменьшится на 20%?

C3 Идеальный одноатомный газ в количестве 1 моль сначала изотермически расширился ($T_1 = 300$ К). Затем газ изохорно нагрели, повысив давление в 3 раза (см. рисунок). Какое количество теплоты получил газ на участке 2 – 3?



C4 Электрон влетает в пространство между двумя разноименно заряженными пластинами плоского конденсатора со скоростью v_0 ($v_0 \ll c$) параллельно пластинам (см. рисунок). Расстояние между пластинами d , длина пластин L ($L \gg d$), разность потенциалов между пластинами $\Delta\phi$. Определите скорость электрона при вылете из конденсатора.



C5 На экране с помощью тонкой линзы получено изображение предмета с пятикратным увеличением. Предмет передвинули вдоль главной оптической оси линзы. Затем экран при неизменном положении линзы передвинули на 30 см, чтобы изображение снова стало резким. В этом случае получено изображение с трехкратным увеличением. На сколько передвинули предмет?

C6 Образец, содержащий радий, за 1 с испускает $3,7 \cdot 10^{10}$ α -частиц. Средняя скорость частиц $1,5 \cdot 10^7$ м/с. За какое время выделится энергия 100 Дж? Масса α -частицы равна $6,7 \cdot 10^{-27}$ кг. Энергией отдачи ядер, γ -излучением и релятивистскими эффектами пренебречь.

Единый государственный экзамен по ФИЗИКЕ

Вариант № 315

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 вычислениях 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	$R = 8,31 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{К)}$
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	$0 \text{ К} = -273^\circ\text{C}$
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	$4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$	алюминия	$900 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$
льда	$2,1 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$	меди	$380 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$
железа	$640 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$	чугуна	$500 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$
свинца	$130 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$		

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°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	$44 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$

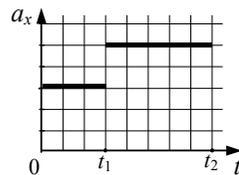
Часть 1

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 При свободном падении тела с нулевой начальной скоростью величина его скорости через 1 с равна v_1 , через 2 с равна v_2 . Отношение $\frac{v_2}{v_1}$ равно

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

A2 На графике показана зависимость ускорения тела от времени в инерциальной системе отсчета. Сравните силы F_1 и F_2 , действующие на тело в промежутки времени от 0 до t_1 и от t_1 до t_2 .



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

A3 По горизонтальному полу равномерно тянут ящик. К ящику в горизонтальном направлении прикладывают силу 35 Н. Коэффициент трения скольжения между полом и ящиком равен 0,25. Чему равна масса ящика?

- 1) 14 кг 2) 1,4 кг 3) 7,1 кг 4) 71 кг

A4 На тело, движущееся прямолинейно в инерциальной системе отсчета, действует постоянная сила. Какова величина этой силы, если за 2 с она вызывает увеличение импульса тела на 8 кг·м/с?

- 1) 4 Н 2) 8 Н 3) 12 Н 4) 16 Н

A5 Мяч упал из состояния покоя с высоты 15 м. Его кинетическая энергия при падении на Землю равна 60 Дж. Сопротивлением воздуха пренебречь. Масса мяча

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

A6 Математический маятник отклонили на небольшой угол от положения равновесия и отпустили без начальной скорости. Через какую часть периода колебаний T потенциальная энергия маятника достигнет минимума? Сопротивлением воздуха пренебречь.



- 1) T 2) $\frac{1}{4}T$ 3) $\frac{1}{2}T$ 4) $\frac{1}{8}T$

A7 Автомобиль начинает движение с выключенным двигателем под уклон, составляющий угол 30° с горизонтом. На горизонтальном участке дороги, который следует за спуском, его скорость составляет 20 м/с. Какое расстояние автомобиль проезжает по склону? Трением пренебречь.

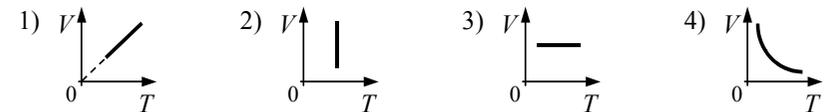
- 1) 10 м 2) 20 м 3) 40 м 4) 80 м

A8 Частицы газа находятся в среднем на больших расстояниях друг от друга, поэтому силы взаимодействия между ними незначительны. Это положение объясняет

- А. хорошую сжимаемость газов.
Б. способность газов к неограниченному расширению.
Какое из утверждений правильно?

- 1) только А 2) только Б 3) и А, и Б 4) ни А, ни Б

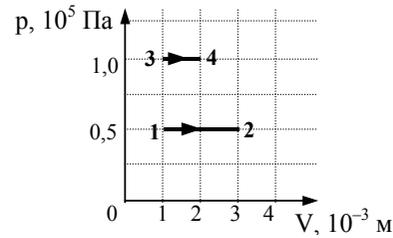
A9 График изобарного процесса для 1 моля идеального газа в координатах V и T изображен на рисунке



A10 Относительная влажность воздуха в помещении равна 60%, а температура 18°C . Чему равно парциальное давление водяного пара в помещении, если давление насыщенных водяных паров при этой температуре равно 2 кПа?

- 1) 0,6 кПа 2) 3,6 кПа 3) 1,2 кПа 4) 18 кПа

A11 На рисунке показано расширение газообразного гелия одинаковой массы двумя способами: 1 – 2 и 3 – 4. Сравните работу газа в этих процессах.



- 1) $A_{34} = 2A_{12}$
- 2) $A_{12} = 2A_{34}$
- 3) $A_{34} = A_{12} \neq 0$
- 4) $A_{34} = A_{12} = 0$

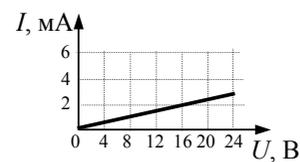
A12 При неизменной концентрации молекул разреженного газа их средняя энергия теплового движения уменьшилась в 16 раз. Во сколько раз уменьшилось при этом давление газа?

- 1) 16
- 2) 32
- 3) 24
- 4) 8

A13 Как изменятся силы кулоновского взаимодействия двух точечных заряженных тел, если и заряд каждого из них, и расстояние между ними уменьшить в 2 раза?

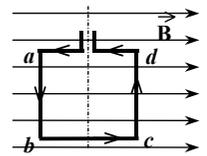
- 1) останутся прежними
- 2) уменьшатся в 2 раза
- 3) увеличатся в 2 раза
- 4) увеличатся в 4 раза

A14 На графике изображена зависимость силы тока в проводнике от напряжения между его концами. Чему равно сопротивление проводника?



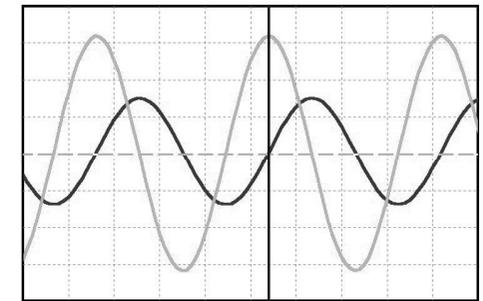
- 1) 0,125 кОм
- 2) 2 кОм
- 3) 16 кОм
- 4) 8 кОм

A15 Квадратная рамка расположена в однородном магнитном поле в плоскости линий магнитной индукции (см. рисунок). Направление тока в рамке показано стрелками. Как направлена сила, действующая на сторону bc рамки со стороны магнитного поля?



- 1) перпендикулярно плоскости чертежа, от нас
- 2) перпендикулярно плоскости чертежа, к нам
- 3) вдоль направления линий магнитной индукции
- 4) сила равна нулю

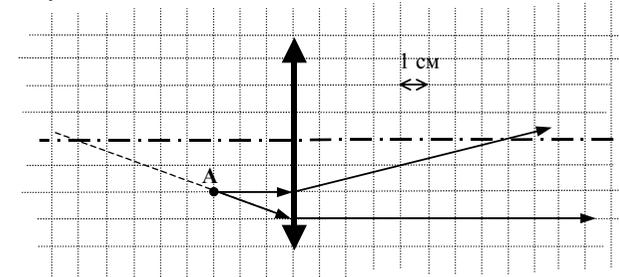
A16 На фотографии – осциллограмма напряжения на элементе электрической цепи и силы тока в нем.



Колебания этих величин имеют

- 1) одинаковые частоты и сдвиг фаз $\frac{\pi}{2}$
- 2) различные частоты и сдвиг фаз $\frac{\pi}{2}$
- 3) различные частоты и сдвиг фаз 0
- 4) одинаковые частоты и сдвиг фаз π

A17 На рисунке изображен ход лучей от точечного источника света А через тонкую линзу.



Определите фокусное расстояние линзы, если 1 клетка на рисунке соответствует 1 см.

- 1) 8 см
- 2) 2 см
- 3) 3 см
- 4) – 8 см

A18 В одну точку приходят две когерентные световые волны с разностью фаз колебаний, равной 2π . В этой точке наблюдается

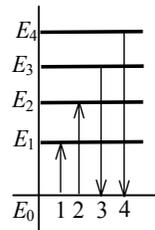
- 1) средняя интенсивность
- 2) минимум интенсивности
- 3) максимум интенсивности
- 4) чередование максимумов и минимумов интенсивности

A19 Нагревательный элемент состоит из трех одинаковых спиралей, первая из которых последовательно подключена к двум другим, соединенным параллельно. Элемент подключен к цепи постоянного тока. Как изменится мощность, потребляемая этим элементом, если напряжение, подаваемое на него, увеличить в 3 раза, а первую спираль заменить на другую с сопротивлением в 4 раза бóльшим?

- 1) не изменится
- 2) увеличится в 2 раза
- 3) уменьшится в 3 раза
- 4) увеличится в 3 раза

A20 На рисунке изображена диаграмма энергетических уровней атома. Какой цифрой обозначен переход, который соответствует поглощению фотона максимальной частоты?

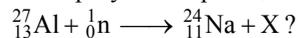
- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 4



A21 Каков заряд ядра ${}^{56}_{26}\text{Fe}$ (в единицах элементарного заряда)?

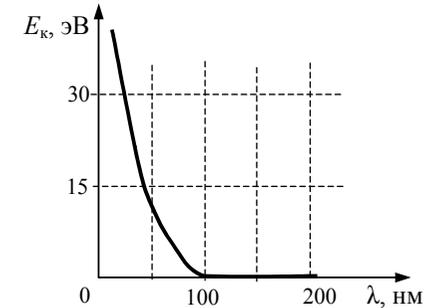
- 1) 26
- 2) 56
- 3) 82
- 4) 30

A22 Какая частица X получилась в результате реакции



- 1) протон
- 2) нейтрон
- 3) электрон
- 4) α -частица

A23 На графике показана зависимость максимальной кинетической энергии фотоэлектронов, выбитых из металла, от длины волны падающего света.



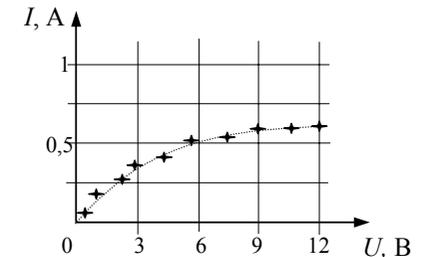
Фотоэффект не наблюдается при освещении металла светом с длиной волны

- 1) 25 нм
- 2) 50 нм
- 3) 75 нм
- 4) 150 нм

A24 На графике изображена зависимость проекции скорости бусинки на горизонтальной спице от времени. На основании графика можно утверждать, что

- 1) участок 1 соответствует равнозамедленному движению бусинки, а участок 2 – равномерному
- 2) участок 1 соответствует равноускоренному движению бусинки, а на участке 2 бусинка неподвижна
- 3) проекция ускорения бусинки всюду положительна
- 4) участок 2 соответствует равнозамедленному движению бусинки

A25 На графике изображен результат экспериментального исследования зависимости силы тока от напряжения на лампе накаливания. Две такие лампы, соединенные последовательно и подключенные к клеммам аккумулятора напряжением 12 В, потребляют суммарную мощность 6 Вт. Какова мощность, потребляемая лампой, при подключении ее к этому аккумулятору?



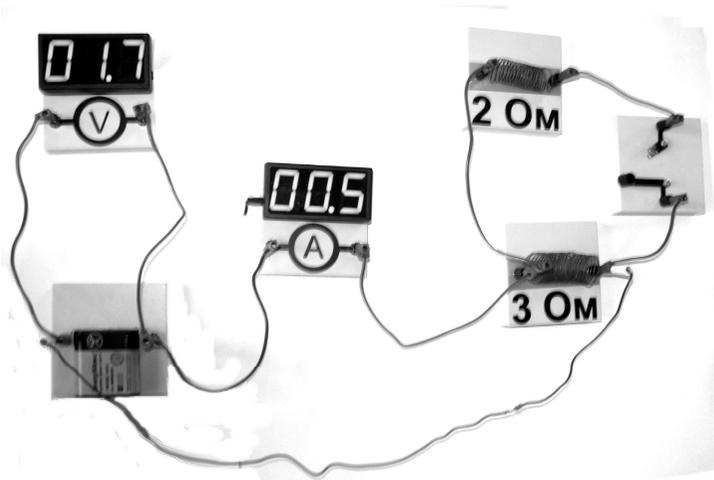
- 1) $P = 3$ Вт
- 2) $3 \text{ Вт} < P < 6 \text{ Вт}$
- 3) $P = 6$ Вт
- 4) $6 \text{ Вт} < P < 12 \text{ Вт}$

Часть 3

Задания C1–С6 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.

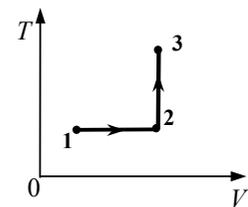
C1 На рисунке приведена фотография электрической цепи. Начертите принципиальную схему этой цепи. Опираясь на законы постоянного тока, объясните, как должны изменяться (увеличиваться или уменьшаться) показания амперметра и вольтметра при замыкании ключа.



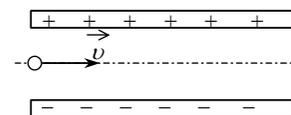
Полное правильное решение каждой из задач C2–С6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

C2 Камень, летящий с горизонтальной скоростью $v_0 = 45$ м/с, попадает в лежащий на горизонтальной поверхности льда брусок и отскакивает в обратном направлении со скоростью $\frac{1}{6} v_0$. Масса бруска в 21 раз больше массы камня. Коэффициент трения скольжения между бруском и льдом $\mu = 0,2$. На какое расстояние S переместится брусок к моменту, когда его скорость станет $\frac{1}{30} v_0$?

C3 Идеальный одноатомный газ в количестве 1 моль сначала изотермически расширился ($T_1 = 300$ К). Затем газ изохорно нагрели, повысив давление в 3 раза (см. рисунок). Какое количество теплоты получил газ на участке 2 – 3?



C4 Электрон влетает в электрическое поле, созданное двумя разноименно заряженными пластинами плоского конденсатора, со скоростью v ($v \ll c$) на равном расстоянии от них (см. рисунок). Расстояние между пластинами d , длина пластин L ($L \gg d$). При какой минимальной разности потенциалов между пластинами конденсатора электрон не вылетит из него?



C5 На экране с помощью тонкой линзы получено изображение предмета с пятикратным увеличением. Предмет отодвинули от линзы на 2 см вдоль ее главной оптической оси. Затем экран при неизменном положении линзы передвинули на 30 см так, чтобы изображение снова стало резким. Определите увеличение во втором случае.

C6 Образец, содержащий радий, испускает α -частицы. Средняя скорость частиц $1,5 \cdot 10^7$ м/с. За 1 ч выделяется энергия 100 Дж, масса α -частицы равна $6,7 \cdot 10^{-27}$ кг. Сколько α -частиц испускает образец за 1 с? Энергией отдачи ядер, γ -излучением и релятивистскими эффектами пренебречь.

Единый государственный экзамен по ФИЗИКЕ

Вариант № 316

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 вычислениях 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	$R = 8,31 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{К)}$
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	$0 \text{ К} = -273^\circ\text{C}$
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

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

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°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 «х» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

A1 На рисунке представлен график зависимости модуля скорости v автомобиля от времени t . Определите по графику путь, пройденный автомобилем за время от 0 до 30 с.

1) 0 2) 100 м 3) 200 м 4) 250 м

A2 В инерциальной системе отсчета некоторая сила сообщает телу массой 8 кг ускорение 5 м/с^2 . Какое ускорение сообщит та же сила телу массой 5 кг?

1) 5 м/с^2 2) 8 м/с^2 3) 10 м/с^2 4) 16 м/с^2

A3 Кубик массой 1 кг покоится на гладком горизонтальном столе, сжатый с боков пружинами (см. рисунок). Первая пружина сжата на 4 см, а вторая сжата на 3 см. Жесткость второй пружины $k_2 = 600 \text{ Н/м}$. Жесткость первой пружины k_1 равна

1) 450 Н/м 2) 600 Н/м 3) 300 Н/м 4) 800 Н/м

A4 Шары движутся со скоростями, показанными на рисунке, и при столкновении слипаются. Как будет направлен импульс шаров после столкновения?

1) ← 2) ↑ 3) ↙ 4) ↗

A5 Шарик, подвешенный к потолку на длинной легкой нерастяжимой нити, совершает колебания. Максимальная скорость шарика в процессе колебаний равна 1 м/с. Максимальная высота подъема шарика над положением равновесия равна

1) 50 см 2) 20 см 3) 10 см 4) 5 см

A6 На рисунке показан профиль бегущей волны в некоторый момент времени. Разность фаз колебаний точек 1 и 5 равна

1) 2π
2) $\frac{\pi}{2}$
3) π
4) $\frac{\pi}{3}$

A7 Шарик, движущийся по гладкой горизонтальной поверхности со скоростью v , налетает на лежащий на той же поверхности более тяжелый шарик. В результате частично неупругого удара первый шарик остановился, причем 75% его первоначальной кинетической энергии перешло во внутреннюю энергию. Какова скорость второго шарика после удара?

1) $\frac{1}{4}v$ 2) $\frac{1}{2}v$ 3) $\frac{3}{4}v$ 4) $0,7v$

A8 Наименьшая упорядоченность в расположении частиц характерна для

1) газов
2) жидкостей
3) кристаллических тел
4) аморфных тел

A9 Разреженный водород изотермически сжимают. Масса газа постоянна. Давление газа на стенки сосуда увеличивают при этом в 5 раз. При этом объем газа

1) увеличится в $\sqrt{5}$ раз
2) уменьшится в 25 раз
3) уменьшится в 20 раз
4) уменьшится в 5 раз

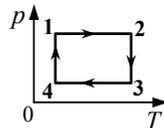
A10 При охлаждении куска металла массой 3 кг от 120°C до 20°C выделилось количество теплоты, равное 192 кДж. Удельная теплоемкость металла равна

1) $380 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$ 2) $500 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$ 3) $640 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$ 4) $900 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$

A11 Кусок льда опустили в термос с водой. Начальная температура льда 0°C , исходная масса воды 1100 г. Теплоемкостью термоса можно пренебречь. При переходе к тепловому равновесию часть льда массой 420 г растаяла. Чему равна начальная температура воды в термосе?

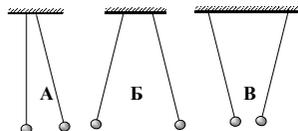
- 1) $11,5^{\circ}\text{C}$ 2) 15°C 3) 20°C 4) 30°C

A12 На рисунке показан циклический процесс изменения состояния постоянной массы одноатомного идеального газа. На каком участке процесса работа газа положительна и равна полученному газом количеству теплоты?



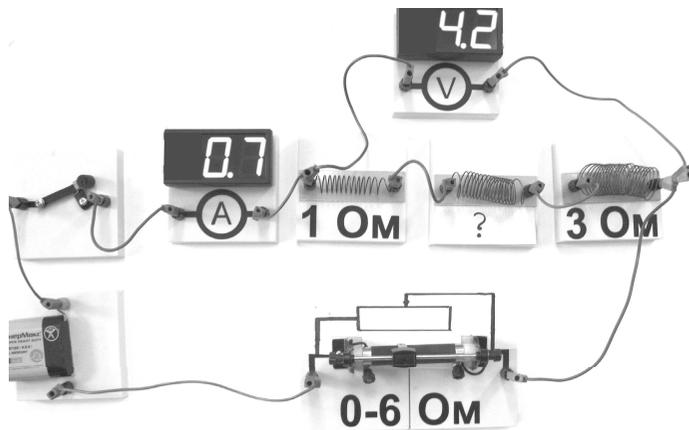
- 1) 1 – 2 2) 2 – 3 3) 3 – 4 4) 4 – 1

A13 Два одинаковых легких шарика подвешены на шелковых нитях. Оба шарика зарядили одинаковыми положительными зарядами. На каком из рисунков изображены эти два шарика?



- 1) только А 2) только Б 3) только В 4) А и Б

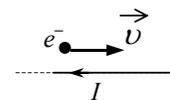
A14 На фотографии – электрическая цепь. Показания вольтметра даны в вольтах, амперметра – в амперах.



Чему равно сопротивление неизвестного резистора? Вольтметр и амперметр считать идеальными.

- 1) 1 Ом 2) 2 Ом 3) 3 Ом 4) 4 Ом

A15 Электрон e^- имеет скорость \vec{v} , направленную горизонтально вдоль прямого длинного проводника с током I (см. рисунок). Куда направлена действующая на электрон сила Лоренца?



- 1) влево в плоскости рисунка \leftarrow
 2) вертикально вверх в плоскости рисунка \uparrow
 3) перпендикулярно плоскости рисунка к наблюдателю \odot
 4) вниз в плоскости рисунка \downarrow

A16 Рентгеновское излучение испускают

- 1) электроны проводимости при их упорядоченном движении в проводнике
 2) быстрые электроны при торможении в веществе
 3) любые заряженные частицы
 4) коротковолновые радиостанции

A17 Предмет малых размеров находится на двойном фокусном расстоянии от тонкой собирающей линзы. Изображение предмета, создаваемое этой линзой,

- 1) действительное и расположено на двойном фокусном расстоянии от линзы
 2) мнимое и расположено в фокусе линзы
 3) мнимое и расположено на двойном фокусном расстоянии от линзы
 4) действительное и расположено в фокусе линзы

A18 В инерциальной системе отсчета свет распространяется в вакууме со скоростью c . Самолет летит над поверхностью Земли со скоростью v и зажигает сигнальные огни. С какой скоростью относительно Земли распространяется световой сигнал?

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

A19 К источнику постоянного тока с ЭДС 12 В и внутренним сопротивлением 2 Ом подключен резистор. Какое количество теплоты выделяется в резисторе за 1 с, если напряжение на клеммах источника равно 10 В? Сопротивление соединительных проводов пренебрежимо мало.

- 1) 2 Дж 2) 8 Дж 3) 10 Дж 4) 12 Дж

A20 В таблице приведены значения энергии для второго и третьего энергетических уровней атома водорода.

Номер уровня	Энергия, 10^{-19} Дж
2	- 5,45
3	- 2,42

Какова должна быть энергия фотона, при поглощении которого атом переходит со второго уровня на третий?

- 1) $7,87 \cdot 10^{-19}$ Дж
- 2) $5,45 \cdot 10^{-19}$ Дж
- 3) $3,03 \cdot 10^{-19}$ Дж
- 4) $2,42 \cdot 10^{-19}$ Дж

A21 β -излучение – это

- 1) поток ядер бериллия
- 2) поток нейтронов, образующихся в цепной реакции
- 3) поток электронов
- 4) электромагнитные волны

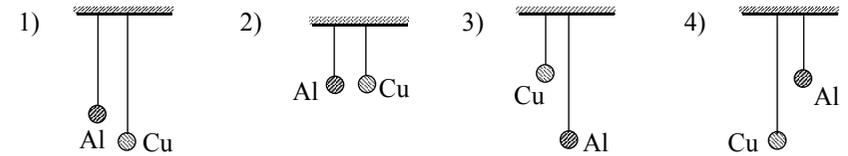
A22 Один из возможных вариантов реакции деления ядра урана $^{235}_{92}\text{U}$ выглядит следующим образом: $^{235}_{92}\text{U} + \frac{1}{0}\text{n} \rightarrow \frac{97}{40}\text{Zr} + \frac{137}{52}\text{Te} + ?$
Какие частицы заменены знаком вопроса?

- 1) 2 протона
- 2) 2 электрона
- 3) 1 протон и 1 электрон
- 4) 2 нейтрона

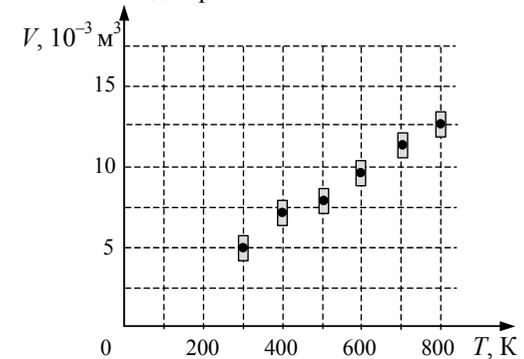
A23 Образец радиоактивного радия находится в закрытом сосуде. Ядра радия испытывают α -распад с периодом полураспада 11,4 суток. Определите число атомов гелия в сосуде через 22,8 суток, если образец в момент помещения в сосуд содержал $2,6 \cdot 10^{18}$ атомов радия.

- 1) $0,65 \cdot 10^{18}$
- 2) $1,3 \cdot 10^{18}$
- 3) $1,95 \cdot 10^{18}$
- 4) $2,6 \cdot 10^{18}$

A24 Необходимо экспериментально выяснить зависимость периода малых колебаний математического маятника от вещества, из которого изготовлен груз. Какую пару маятников можно взять для этой цели? Грузы маятников – полые шарики из меди и алюминия одинаковой массы и одинакового внешнего диаметра.



A25 В цилиндре под поршнем находится постоянная масса разреженного газа. Давление газа постоянно и равно $1,5 \cdot 10^5$ Па. На рисунке показаны результаты измерения объема газа с повышением температуры. Погрешность измерения температуры $\Delta T = \pm 10$ К, объема $\Delta V = \pm 0,5$ л. Чему примерно равно число молей газа под поршнем?



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

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 Постоянная масса одноатомного идеального газа в изотермическом процессе отдает холодильнику количество теплоты $Q > 0$. Как меняются в этом процессе объем, давление и внутренняя энергия этого газа? К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

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

В2 Установите соответствие между формулами для вычисления физических величин в схемах постоянного тока и названиями этих величин. В формулах использованы обозначения: I – сила тока, U – напряжение, R – сопротивление резистора. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

	ФОРМУЛА	ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА
А)	IR	1) мощность тока, выделяющаяся на резисторе
Б)	IU	2) напряжение на резисторе
		3) сопротивление резистора
		4) заряд, протекший через резистор
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) пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы физических величин писать не нужно.

В3 Начальная скорость тела, брошенного под углом к горизонту, равна 26 м/с. Тело поднималось от точки старта до верхней точки траектории в течение 2,4 с. Чему равна скорость этого тела в верхней точке траектории? Спротивлением воздуха пренебречь.

В4 Идеальный одноатомный газ в количестве $\nu = 0,09$ моль находится в равновесии в вертикальном гладком цилиндре под массивным поршнем с площадью $S = 25 \text{ см}^2$. Внешнее атмосферное давление $p_0 = 10^5 \text{ Па}$. В результате охлаждения газа поршень опустился на высоту $\Delta h = 4 \text{ см}$, а температура газа понизилась на $\Delta T = 16 \text{ К}$. Чему равна масса поршня? Ответ округлите до целых.

В5 Две α -частицы ускоряются в различных электрических полях. Начальная скорость обеих частиц равна нулю. Ускоряющая разность потенциалов второго поля 400 В. Ускорившиеся α -частицы влетают в однородное магнитное поле перпендикулярно вектору индукции. Отношение радиусов траекторий частиц в магнитном поле $\frac{R_2}{R_1} = 2$. Чему равна ускоряющая разность потенциалов первого поля?

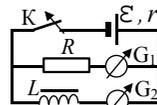
Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1

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.

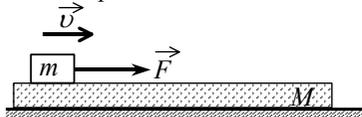
В задаче C1 следует записать развернутый ответ, поясняющий физические процессы, описанные в задаче, и ход ваших рассуждений.

C1 Резистор R и катушка индуктивности L с железным сердечником подключены к источнику тока, как показано на схеме. Первоначально ключ K замкнут, показания гальванометров G_1 и G_2 равны, соответственно, $I_1 = 0,1$ А и $I_2 = 1$ А. Что произойдет с величиной и направлением тока через резистор при размыкании ключа K ? Каким явлением это вызвано?

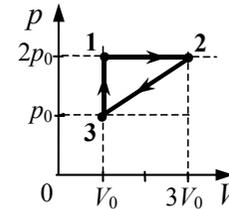


Полное правильное решение каждой из задач C2–C6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

C2 На гладком горизонтальном полу находится длинная доска. По доске под действием постоянной горизонтальной силы тяги движется брусок. Коэффициент трения между доской и бруском $\mu = 0,2$. Скорость бруска v относительно пола постоянна и равна $0,8$ м/с. Первоначально доска относительно пола покоится. К моменту, когда движение бруска относительно доски прекращается, брусок проходит по доске расстояние $L = 0,8$ м. Во сколько раз масса доски больше массы бруска?

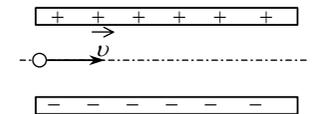


C3 Постоянная масса одноатомного идеального газа совершает циклический процесс, показанный на рисунке. За цикл от нагревателя газ получает количество теплоты $Q_{\text{н}} = 8$ кДж. Какую работу совершают внешние силы при переходе газа из состояния 2 в состояние 3?



C4 Плоская горизонтальная фигура площадью $S = 0,1$ м², ограниченная проводящим контуром, находится в магнитном поле. Проекция вектора магнитной индукции на вертикальную ось Oz медленно и равномерно возрастает от начального значения $B_{1z} = 0,7$ Тл до конечного значения $B_{2z} = 4,7$ Тл. За это время по контуру протекает заряд $q = 0,08$ Кл. Каково сопротивление контура?

C5 Протон влетает в электрическое поле конденсатора параллельно его пластинам в точке, находящейся посередине между его пластинами (см. рисунок). Минимальная скорость, с которой протон должен влететь в конденсатор, чтобы затем вылететь из него, равна 350 км/с. Длина пластин конденсатора 5 см, напряженность электрического поля конденсатора 5200 В/м. Чему равно расстояние между пластинами конденсатора? Поле внутри конденсатора считать однородным, силой тяжести пренебречь.



C6 Уровни энергии электрона в атоме водорода задаются формулой $E_n = -\frac{13,6}{n^2}$ эВ, где $n = 1, 2, 3, \dots$. При переходе из состояния E_2 в состояние E_1 атом испускает фотон. Поток таких фотонов падает на поверхность фотокатода. Работа выхода фотоэлектронов с поверхности фотокатода $A_{\text{вых}} = 7,2 \cdot 10^{-19}$ Дж. Чему равно запирающее напряжение $U_{\text{зап}}$ для фотоэлектронов, вылетающих с поверхности фотокатода?

Единый государственный экзамен по ФИЗИКЕ

Вариант № 317

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 вычислениях 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	$R = 8,31 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{К)}$
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	$0 \text{ К} = -273^\circ\text{C}$
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

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

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°C

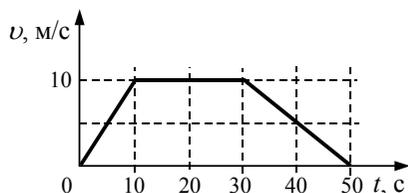
Молярная масса

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 На рисунке представлен график зависимости модуля скорости v автомобиля от времени t . Определите по графику путь, пройденный автомобилем в интервале времени от 30 до 50 с после начала движения.



- 1) 0 2) 50 м 3) 100 м 4) 250 м

A2 В инерциальной системе отсчета некоторая сила сообщает телу массой 8 кг ускорение 5 м/с^2 . Какова масса тела, которому та же сила сообщает ускорение 4 м/с^2 ?

- 1) 6,4 кг 2) 10 кг 3) 12,8 кг 4) 20 кг

A3 Кубик массой 1 кг покоится на гладком горизонтальном столе, сжатый с боков пружинами жесткостью $k_1 = 400 \text{ Н/м}$ и $k_2 = 800 \text{ Н/м}$ (см. рисунок). Первая пружина сжата на 4 см. Вторая пружина действует на кубик с силой



- 1) 8 Н 2) 16 Н 3) 32 Н 4) 48 Н

A4 Одинаковые шары движутся с одинаковыми по модулю скоростями в направлениях, указанных стрелками на рисунке, и абсолютно неупруго соударяются. Как будет направлен импульс шаров после их столкновения?

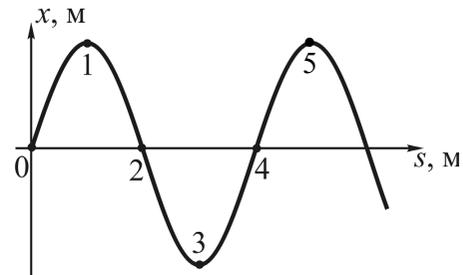


- 1) ← 2) ↓ 3) ↙ 4) ↘

A5 Грузик массой $m = 100 \text{ г}$, подвешенный к потолку на длинной нерастяжимой нити, совершает колебания. На какую максимальную высоту над положением равновесия поднимается грузик, если его максимальная кинетическая энергия равна $0,5 \text{ Дж}$? Сопротивление воздуха не учитывать.

- 1) 1 м 2) 0,75 м 3) 0,5 м 4) 0,1 м

A6 На рисунке показан профиль бегущей волны в некоторый момент времени. Разность фаз колебаний точек 2 и 3 равна



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

A7 Шарик массой m , движущийся по гладкой горизонтальной поверхности, налетает на лежащий на той же поверхности более тяжелый шарик. В результате частично неупругого удара первый шарик остановился, причём 75% его первоначальной кинетической энергии перешло во внутреннюю энергию. Какова масса второго шарика?

- 1) m 2) $2m$ 3) $3m$ 4) $4m$

A8 Расстояние между соседними частицами вещества в среднем во много раз превышает размеры самих частиц. Это утверждение соответствует модели строения

- 1) только газов
2) только аморфных тел
3) газов и жидкостей
4) газов, жидкостей и твердых тел

A9 Разреженный кислород в закрытом сосуде изохорно охлаждается. Если давление кислорода уменьшилось в 2 раза, то его абсолютная температура стала ниже в

- 1) 9 раз 2) $\sqrt{2}$ раз 3) 2 раза 4) 3 раза

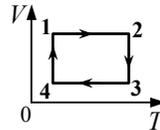
A10 Температура куска металла удельной теплоемкостью $900 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$ понизилась со 120°C до 40°C . При этом выделилось количество теплоты, равное 108 кДж . Чему равна масса этого куска?

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

A11 Кусок льда опустили в термос с водой. Начальная температура льда 0°C , начальная температура воды 15°C . Исходная масса воды 1100 г . Теплоемкостью термоса можно пренебречь. В тепловом равновесии в воде плавает кусок льда. Какая масса льда растаяла в процессе перехода к тепловому равновесию?

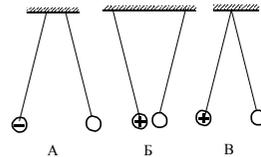
- 1) 210 г 2) 315 г 3) 420 г 4) 630 г

A12 На рисунке показан циклический процесс изменения состояния постоянной массы одноатомного идеального газа. На каком участке процесса работа газа положительна и равна полученному газом количеству теплоты?



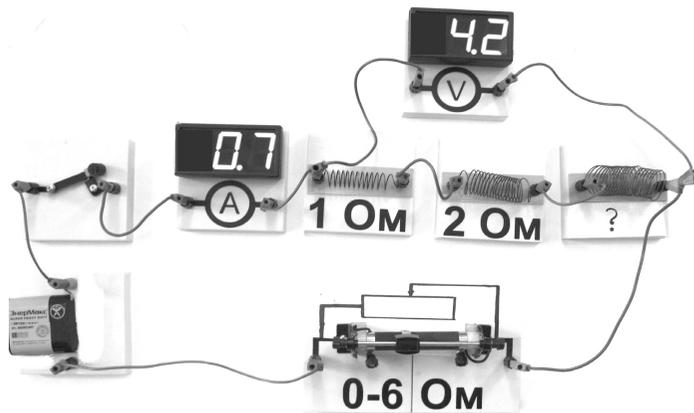
- 1) 1 – 2 2) 2 – 3 3) 3 – 4 4) 4 – 1

A13 На рисунке изображены три пары заряженных легких одинаковых шариков, подвешенных на шелковых нитях. Знак заряда одного из шариков каждой пары указан на рисунке. В каком случае заряд другого шарика может быть отрицателен?



- 1) только А 2) А и В 3) только В 4) А и В

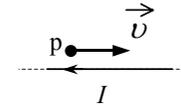
A14 На фотографии – электрическая цепь. Показания вольтметра даны в вольтах, амперметра – в амперах.



Чему равно сопротивление неизвестного резистора? Вольтметр и амперметр считать идеальными.

- 1) 1 Ом 2) 2 Ом 3) 3 Ом 4) 4 Ом

A15 Протон p имеет скорость \vec{v} , направленную горизонтально вдоль прямого длинного проводника с током I (см. рисунок). Куда направлена действующая на протон сила Лоренца?



- 1) вертикально вверх в плоскости рисунка \uparrow
 2) вертикально вниз в плоскости рисунка \downarrow
 3) горизонтально влево в плоскости рисунка \leftarrow
 4) перпендикулярно плоскости рисунка от нас \otimes

A16 Гамма-излучение испускают

- 1) электроны при движении в проводнике
 2) любые нагретые тела
 3) любые заряженные частицы
 4) атомные ядра при их превращениях

A17 Предмет малых размеров расположен на главной оптической оси тонкой собирающей линзы, на расстоянии от линзы, большем двойного фокусного расстояния. Изображение предмета

- 1) действительное и находится между фокусом и двойным фокусом
 2) действительное и находится между линзой и фокусом
 3) мнимое и находится между линзой и фокусом
 4) действительное и находится за двойным фокусом

A18 В инерциальной системе отсчета свет распространяется в вакууме со скоростью c . Система отсчета K , в которой находится неподвижный относительно нее наблюдатель, движется с постоянной скоростью v относительно Земли по прямой, соединяющей источники света S_1 и S_2 . Световые волны, идущие от неподвижных относительно Земли источников, относительно наблюдателя имеют скорость

- 1) v 2) $c - v$ 3) $c + v$ 4) c

A19 К источнику постоянного тока с ЭДС 20 В и внутренним сопротивлением 2 Ом подключен резистор. Какова мощность тока, выделяющаяся на резисторе, если напряжение на клеммах источника равно 18 В ? Сопротивление соединительных проводов пренебрежимо мало.

- 1) 2 Вт 2) 10 Вт 3) 18 Вт 4) 20 Вт

A20 В таблице приведены значения энергии для второго и четвертого энергетических уровней атома водорода.

Номер уровня	Энергия, 10^{-19} Дж
2	-5,45
4	-1,36

Какова энергия фотона, излучаемого атомом при переходе с четвертого уровня на второй?

- 1) $4,09 \cdot 10^{-19}$ Дж
- 2) $1,36 \cdot 10^{-19}$ Дж
- 3) $6,81 \cdot 10^{-19}$ Дж
- 4) $5,45 \cdot 10^{-19}$ Дж

A21 α -излучение – это поток

- 1) нейтронов
- 2) электронов
- 3) протонов
- 4) ядер гелия

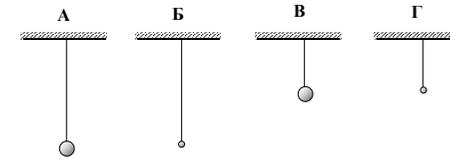
A22 Один из возможных вариантов реакции деления ядра урана ${}_{92}^{235}\text{U}$ выглядит следующим образом: ${}_{92}^{235}\text{U} + {}_0^1\text{n} \longrightarrow {}_{38}^{95}\text{Sr} + {}_{54}^{139}\text{Xe} + ?$ Какие частицы заменены знаком вопроса?

- 1) ${}_0^1\text{n}$
- 2) $2{}_0^1\text{n}$
- 3) ${}_1^1\text{p}$
- 4) ${}_1^1\text{p} + {}_0^1\text{n}$

A23 Работа выхода электронов из фотокатода равна 2 эВ. Какова энергия фотонов, падающих на фотокатод, если максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов равна 1,5 эВ?

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

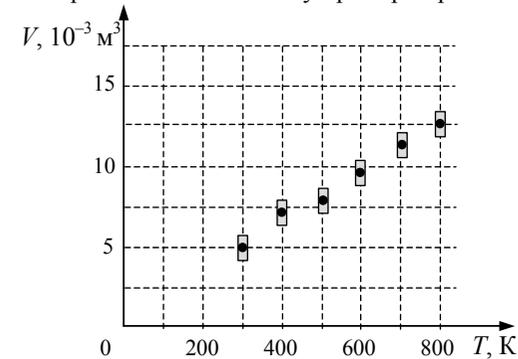
A24 Грузы маятников – медные шарики.



Какую из предложенных ниже пар маятников надо выбрать, чтобы экспериментально выяснить, зависит ли период малых колебаний математического маятника от длины нити?

- 1) А и Б
- 2) А и В
- 3) А и Г
- 4) Б и В

A25 В цилиндре под поршнем находится постоянная масса разреженного газа. Давление газа постоянно и равно $1,5 \cdot 10^5$ Па. На рисунке показаны результаты измерения объема газа с повышением температуры. Погрешность измерения температуры $\Delta T = \pm 10$ К, объема $\Delta V = \pm 0,5$ л. Молярная масса газа равна 32 г/моль. Чему примерно равна масса газа под поршнем?



- 1) 9 г
- 2) 13 г
- 3) 19 г
- 4) 26 г

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 Постоянная масса одноатомного идеального газа в изохорном процессе отдает холодильнику количество теплоты $Q > 0$. Как меняются в этом процессе температура, давление и внутренняя энергия этого газа? К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ		ИХ ИЗМЕНЕНИЯ
А) температура газа	1) увеличивается	
Б) давление газа	2) уменьшается	
В) внутренняя энергия газа	3) не изменяется	

А	Б	В

В2 Установите соответствие между формулами для вычисления физических величин в схемах постоянного тока и названиями этих величин. В формулах использованы обозначения: I – сила тока, U – напряжение, R – сопротивление резистора. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФОРМУЛА	ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА
А) $\frac{U}{I}$	1) заряд, протекший через резистор
	2) сила тока через резистор
Б) $\frac{U^2}{R}$	3) мощность тока, выделяющаяся на резисторе
	4) сопротивление резистора

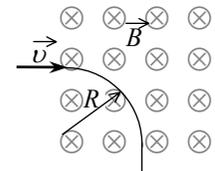
А	Б

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

В3 Камень брошен вверх под углом 60° к горизонту. Через 1,0 с скорость камня направлена вверх под углом 30° к горизонту. Сопротивление воздуха пренебрежимо мало. Чему равна начальная скорость камня? Ответ округлите до целых.

В4 Идеальный одноатомный газ находится в равновесии в вертикальном гладком цилиндре под поршнем массой $m = 5$ кг и площадью $S = 25$ см². Внешнее атмосферное давление $p_0 = 10^5$ Па. В результате охлаждения газа поршень опустился на высоту $\Delta h = 4$ см, а температура газа понизилась на $\Delta T = 16$ К. Найдите число молей газа под поршнем. Ответ округлите до сотых.

В5 Пучок электронов, движущихся со скоростью 10^6 м/с, влетает в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям магнитной индукции, как показано на рисунке, и отклоняется им на угол 90° . Радиус дуги окружности, по которой движутся электроны в магнитном поле, равен 10 см. Какова сила, действующая на электрон? Полученный ответ умножьте на 10^{18} и округлите до целого числа.



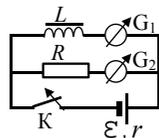
Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1

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.

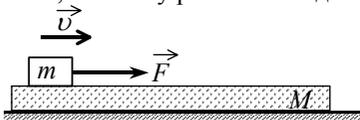
В задаче C1 следует записать развернутый ответ, поясняющий физические процессы, описанные в задаче, и ход ваших рассуждений.

C1 Резистор R и катушка индуктивности L с железным сердечником подключены к источнику тока, как показано на схеме. Первоначально ключ K замкнут, показания гальванометров G_1 и G_2 равны, соответственно, $I_1 = 0,1$ А и $I_2 = 1$ А. Что произойдет с величиной и направлением тока через резистор при размыкании ключа K ? Каким явлением это вызвано?

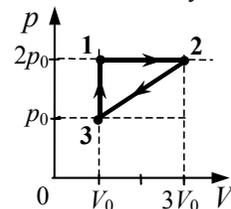


Полное правильное решение каждой из задач C2–C6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

C2 На гладком горизонтальном полу находится длинная доска. По доске под действием постоянной горизонтальной силы тяги движется брусок массой $m = 1$ кг. Коэффициент трения между доской и бруском $\mu = 0,2$. Скорость бруска v относительно пола постоянна и равна $0,8$ м/с. Первоначально доска относительно пола покоится. К моменту, когда движение бруска относительно доски прекращается, брусок проходит по доске расстояние $L = 0,8$ м. Чему равна масса доски?

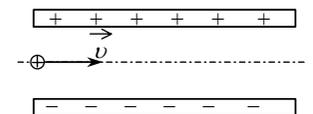


C3 Постоянная масса одноатомного идеального газа совершает циклический процесс, показанный на рисунке. При переходе газа из состояния 2 в состояние 3 внешние силы совершают работу $A_{23} = 5$ кДж. Какое количество теплоты газ получает за цикл от нагревателя?



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 вектора магнитной индукции на вертикаль равномерно меняется с $B_{1z} = 2$ Тл до $B_{2z} = -2$ Тл?

C5 Протон влетает в электрическое поле конденсатора параллельно его пластинам в точке, находящейся посередине между пластинами (см. рисунок). Минимальная скорость, с которой протон должен влететь в конденсатор, чтобы затем вылететь из него, равна 350 км/с. Расстояние между пластинами конденсатора 1 см, напряженность электрического поля конденсатора 5200 В/м. Чему равна длина пластин конденсатора? Электрическое поле внутри конденсатора считать однородным, силой тяжести пренебречь.



C6 Уровни энергии электрона в атоме водорода задаются формулой $E_n = -\frac{13,6}{n^2}$ эВ, где $n = 1, 2, 3, \dots$. При переходе из состояния E_2 в состояние E_1 атом испускает фотон. Поток таких фотонов падает на поверхность фотокатода. Длина волны света, соответствующая красной границе фотоэффекта для материала поверхности фотокатода, $\lambda_{кр} = 300$ нм. Чему равно запирающее напряжение $U_{зап}$ для фотоэлектронов, вылетающих с поверхности фотокатода?

Единый государственный экзамен по ФИЗИКЕ

Вариант № 318

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 вычислениях 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	$R = 8,31 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{К)}$
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	$0 \text{ К} = -273^\circ\text{C}$
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

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

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°C

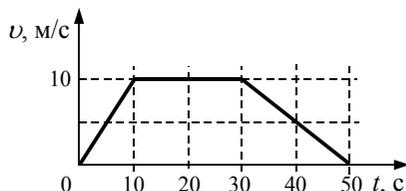
Молярная масса

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 На рисунке представлен график зависимости модуля скорости v автомобиля от времени t . Найдите путь, пройденный автомобилем за время от 0 до 50 с.



- 1) 0 2) 50 м 3) 250 м 4) 350 м

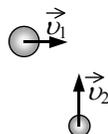
A2 В инерциальной системе отсчета сила 50 Н сообщает телу массой 5 кг некоторое ускорение. Какая сила сообщит телу массой 8 кг такое же ускорение?

- 1) 40 Н 2) 50 Н 3) 80 Н 4) 100 Н

A3  Кубик массой 1 кг, сжатый с боков пружинами (см. рисунок), покоится на гладком горизонтальном столе. Первая пружина сжата на 4 см, а вторая сжата на 3 см. Жесткость первой пружины равна $k_1 = 600$ Н/м. Жесткость второй пружины k_2 равна

- 1) 300 Н/м 2) 450 Н/м 3) 600 Н/м 4) 800 Н/м

A4 Шары движутся со скоростями, показанными на рисунке, и сталкиваются. Как будет направлен суммарный импульс шаров после столкновения, если удар абсолютно упругий?

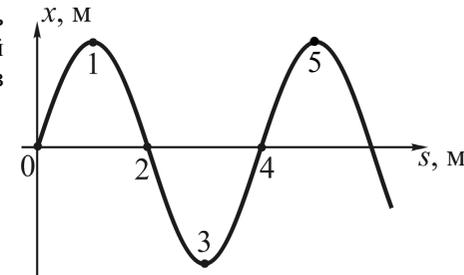


- 1) \rightarrow 2) \uparrow 3) \nearrow 4) \searrow

A5 Шарик, подвешенный к потолку на длинной легкой нерастяжимой нити, совершает колебания, поднимаясь над положением равновесия на максимальную высоту 20 см. Максимальная кинетическая энергия шарика в процессе колебаний равна 1 Дж. Масса шарика равна

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

A6 На рисунке показан профиль бегущей волны в некоторый момент времени. Разность фаз колебаний точек 1 и 4 равна



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

A7 Шарик, движущийся по гладкой горизонтальной поверхности, налетает на лежащий на той же поверхности более тяжелый шарик тех же размеров. В результате частично неупругого удара первый шарик остановился, а второй начал двигаться со скоростью v . При этом 75% первоначальной кинетической энергии первого шарика перешло во внутреннюю энергию. Какова скорость первого шарика до удара?

- 1) $\sqrt{2}v$ 2) $2v$ 3) $3v$ 4) $4v$

A8 Какая-либо упорядоченность в расположении частиц вещества отсутствует. Это утверждение соответствует модели

- 1) только газа
2) только жидкости
3) только твердого тела
4) газа, жидкости и твердого тела

A9 Разреженный углекислый газ изобарно сжимается. Масса газа постоянна. Как надо изменить температуру газа, чтобы уменьшить его объем в 4 раза?

- 1) повысить в 16 раз
2) повысить в 4 раза
3) понизить в 16 раз
4) понизить в 4 раза

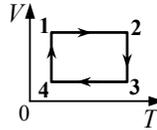
A10 Удельная теплоемкость металла равна $500 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$. Какое количество теплоты нужно затратить, чтобы кусок этого металла массой 5 кг нагреть от 20°C до 100°C?

- 1) 40 кДж 2) 200 кДж 3) 250 кДж 4) 300 кДж

A11 Кусок льда опустили в термос с водой. Начальная температура льда 0°C , начальная температура воды 30°C . Теплоемкостью термоса можно пренебречь. При переходе к тепловому равновесию часть льда массой 210 г растаяла. Чему равна исходная масса воды в термосе?

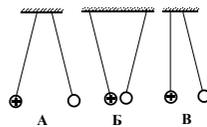
- 1) 550 г 2) 1100 г 3) 1650 г 4) 2200 г

A12 На рисунке показан циклический процесс изменения состояния постоянной массы одноатомного идеального газа. На каком участке работа внешних сил над газом положительна и равна отданному газом количеству теплоты?



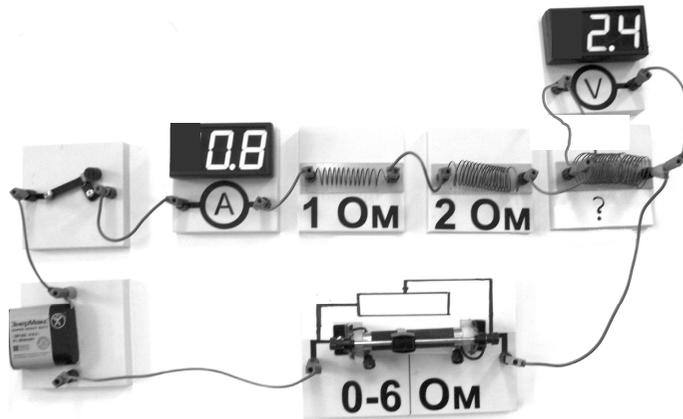
- 1) 1–2 2) 2–3 3) 3–4 4) 4–1

A13 Два легких одинаковых шарика подвешены на шелковых нитях. Заряд одного из шариков каждой пары положителен. Какой рисунок правильно отображает его взаимодействие с отрицательно заряженным шариком?



- 1) только А 2) только Б 3) А и В 4) только В

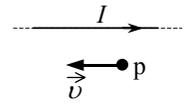
A14 На фотографии – электрическая цепь. Показания вольтметра даны в вольтах, амперметра – в амперах.



Чему равно сопротивление неизвестного резистора? Вольтметр и амперметр считать идеальными.

- 1) 1 Ом 2) 2 Ом 3) 3 Ом 4) 4 Ом

A15 Протон p имеет скорость \vec{v} , направленную горизонтально вдоль прямого длинного проводника с током I (см. рисунок). Куда направлена действующая на протон сила Лоренца \vec{F} ?



- 1) перпендикулярно плоскости рисунка к нам \odot
 2) горизонтально вправо в плоскости рисунка \rightarrow
 3) вертикально вниз в плоскости рисунка \downarrow
 4) вертикально вверх в плоскости рисунка \uparrow

A16 Инфракрасное излучение испускают

- 1) электроны при их направленном движении в проводнике
 2) атомные ядра при их превращениях
 3) любые нагретые тела
 4) любые заряженные частицы

A17 Точечный источник света расположен в фокусе собирающей тонкой линзы. После прохождения через линзу лучи от этого источника

- 1) пойдут параллельно главной оптической оси
 2) соберутся в фокусе
 3) соберутся в точке, расположенной между линзой и фокусом
 4) соберутся в точке, находящейся за двойным фокусом

A18 В какой системе отсчета скорость света в вакууме равна $300\,000\text{ км/с}$?

- 1) только в системе отсчета, связанной с Землей
 2) только в системе отсчета, связанной с Солнцем
 3) только в системе отсчета, связанной с далекой звездой
 4) в любой инерциальной системе отсчета

A19 К источнику постоянного тока с ЭДС 9 В и внутренним сопротивлением $0,5\text{ Ом}$ подключен резистор. Какое количество теплоты выделяется в резисторе за 1 с , если сила тока в цепи равна 2 А ? Сопротивление соединительных проводов пренебрежимо мало.

- 1) 2 Дж 2) 4 Дж 3) 16 Дж 4) 18 Дж

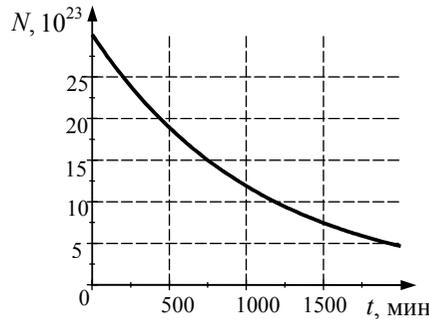
A20 В таблице приведены значения энергии для второго и четвертого энергетических уровней атома водорода.

Номер уровня	Энергия, 10^{-19} Дж
2	-5,45
4	-1,36

Какой должна быть энергия фотона, при поглощении которого атом переходит со второго уровня на четвертый?

- 1) $5,45 \cdot 10^{-19}$ Дж
- 2) $1,36 \cdot 10^{-19}$ Дж
- 3) $6,81 \cdot 10^{-19}$ Дж
- 4) $4,09 \cdot 10^{-19}$ Дж

A21 Дан график зависимости числа нераспавшихся ядер висмута $^{211}_{83}\text{Bi}$ от времени. Каков период полураспада этого изотопа висмута?



- 1) 500 мин
- 2) 750 мин
- 3) 1000 мин
- 4) 1200 мин

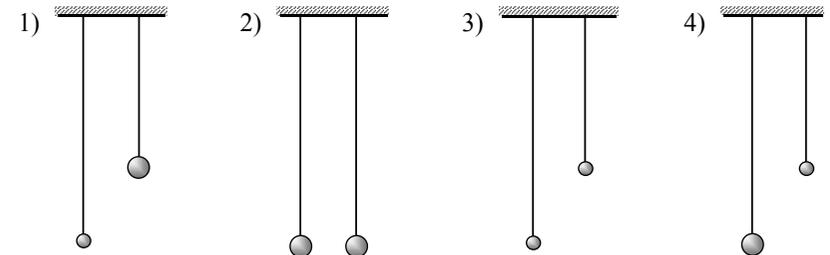
A22 Какая из указанных ниже реакций является β -распадом?

- 1) $^{239}_{92}\text{U} \rightarrow ^{239}_{93}\text{Np} + ^0_{-1}\text{e} + \bar{\nu}_e$
- 2) $^{27}_{13}\text{Al} + ^4_2\text{He} \rightarrow ^{30}_{15}\text{P} + ^1_0\text{n}$
- 3) $^1_0\text{n} + ^{107}_{47}\text{Ag} \rightarrow ^{108}_{47}\text{Ag} + \gamma$
- 4) $^1_0\text{n} + ^{235}_{92}\text{U} \rightarrow ^{139}_{56}\text{Ba} + ^{94}_{36}\text{Kr} + 3^1_0\text{n}$

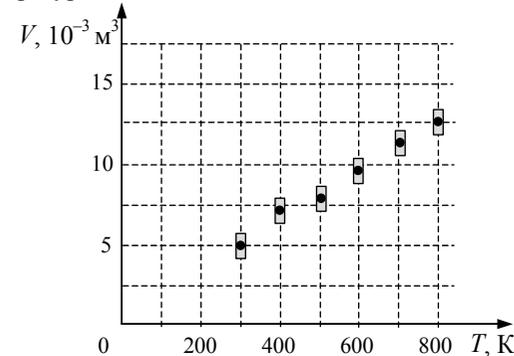
A23 Образец радиоактивного радия находится в закрытом сосуде. Ядра радия $^{223}_{88}\text{Ra}$ испытывают α -распад с периодом полураспада 11,4 суток. Определите число атомов гелия в сосуде через 11,4 суток, если образец в момент помещения его в сосуд содержал $2,6 \cdot 10^{18}$ атомов радия-223.

- 1) $0,65 \cdot 10^{18}$
- 2) $1,3 \cdot 10^{18}$
- 3) $1,95 \cdot 10^{18}$
- 4) $2,6 \cdot 10^{18}$

A24 Необходимо экспериментально обнаружить зависимость периода малых колебаний математического маятника от длины нити. Какую пару маятников, грузы которых изготовлены из стали, нужно использовать для этой цели?



A25 В цилиндре под поршнем находится 14 г разреженного газа. Давление газа постоянно и равно $1,6 \cdot 10^5$ Па. На рисунке показаны результаты измерения объема газа с повышением температуры. Погрешность измерения температуры $\Delta T = \pm 10$ К, объема $\Delta V = \pm 0,5$ л. Чему равна молярная масса газа?



- 1) 44 г/моль
- 2) 32 г/моль
- 3) 28 г/моль
- 4) 2 г/моль

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 Постоянная масса одноатомного идеального газа в изохорном процессе получает от нагревателя количество теплоты $Q > 0$. Как меняются в этом процессе давление, температура и внутренняя энергия этого газа? К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ	ИХ ИЗМЕНЕНИЯ
А) давление газа	1) увеличивается
Б) температура газа	2) уменьшается
В) внутренняя энергия газа	3) не изменяется

А	Б	В

В2 Установите соответствие между формулами для вычисления физических величин в схемах постоянного тока и названиями этих величин. В формулах использованы обозначения: I – сила тока, U – напряжение, R – сопротивление резистора. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФОРМУЛА	ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА
А) $\frac{U}{I}$	1) заряд, протекший через резистор
Б) $I^2 R$	2) сопротивление резистора
	3) напряжение на резисторе
	4) мощность тока, выделяющаяся на резисторе

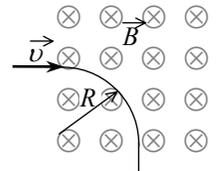
А	Б

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

В3 Начальная скорость тела, брошенного под углом к горизонту, равна 26 м/с. В верхней точке траектории скорость этого тела равна 10 м/с. Сколько времени тело поднималось от точки старта до верхней точки траектории? Соппротивлением воздуха пренебречь. Ответ округлите до десятых.

В4 Идеальный одноатомный газ в количестве $\nu = 0,09$ моль находится в равновесии в вертикальном гладком цилиндре под поршнем массой $m = 5$ кг. Внешнее атмосферное давление $p_0 = 10^5$ Па. В результате охлаждения газа поршень опустился на высоту $\Delta h = 4$ см, а температура газа понизилась на $\Delta T = 16$ К. Чему равна площадь поршня? Ответ выразите в квадратных сантиметрах (см²) и округлите до целых.

В5 Пучок электронов влетает в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям магнитной индукции, как показано на рисунке, и отклоняется им на угол 90° под действием силы Лоренца $9,1 \cdot 10^{-18}$ Н. Радиус дуги окружности, по которой движутся электроны в магнитном поле, равен 10 см. Какова скорость, с которой электроны влетели в магнитное поле? Полученный ответ умножьте на 10^{-6} и округлите до целого числа.



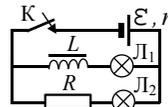
Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1

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.

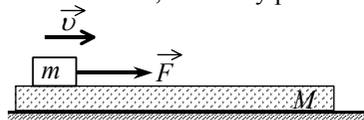
В задаче C1 следует записать развернутый ответ, поясняющий физические процессы, описанные в задаче, и ход ваших рассуждений.

C1 Две одинаковые лампы L_1 и L_2 подключены к источнику тока, одна – последовательно с катушкой индуктивности L с железным сердечником, а другая – последовательно с резистором R (см. рисунок). Первоначально ключ K разомкнут. Опишите разницу в работе лампочек при замыкании ключа K . Каким явлением вызвана эта разница?

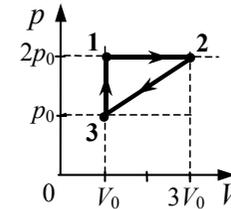


Полное правильное решение каждой из задач C2–C6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

C2 На гладком горизонтальном полу находится длинная доска массой $M = 5$ кг. По доске под действием постоянной горизонтальной силы тяги движется брусок. Коэффициент трения между доской и бруском $\mu = 0,2$. Скорость бруска v относительно пола постоянна и равна $0,8$ м/с. Первоначально доска относительно пола покоится. К моменту, когда движение бруска относительно доски прекращается, брусок проходит по доске расстояние $L = 0,8$ м. Чему равна масса бруска?

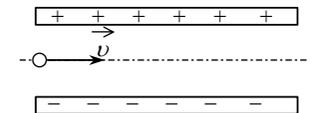


C3 Постоянная масса одноатомного идеального газа совершает циклический процесс, показанный на рисунке. Газ отдает за цикл холодильнику количество теплоты $|Q_x| = 8$ кДж. Какую работу совершают внешние силы при переходе газа из состояния 2 в состояние 3?



C4 Плоская горизонтальная фигура, ограниченная проводящим контуром, сопротивление которого $R = 5$ Ом, находится в однородном магнитном поле. Пока проекция вектора магнитной индукции на вертикаль Oz за большой промежуток времени равномерно меняется от $B_{1z} = 2$ Тл до $B_{2z} = -2$ Тл, по контуру протекает заряд $\Delta q = 0,08$ Кл. Найдите площадь фигуры.

C5 Протон влетает в электрическое поле конденсатора параллельно его пластинам в точке, находящейся посередине между его пластинами (см. рисунок). Минимальная скорость, с которой протон должен влететь в конденсатор, чтобы затем вылететь из него, равна 350 км/с. Расстояние между пластинами конденсатора 1 см, напряжение на пластинах конденсатора 50 В. Чему равна длина пластин конденсатора? Поле внутри конденсатора считать однородным, силой тяжести пренебречь.



C6 Уровни энергии электрона в атоме водорода задаются формулой $E_n = -\frac{13,6}{n^2}$ эВ, где $n = 1, 2, 3, \dots$. При переходе из состояния E_2 в состояние E_1 атом испускает фотон. Поток таких фотонов падает на поверхность фотокатода. Запирающее напряжение для фотоэлектронов, вылетающих с поверхности фотокатода, $U_{зап} = 6,1$ В. Чему равна частота света $\nu_{кр}$, соответствующая красной границе фотоэффекта для материала поверхности фотокатода?

Единый государственный экзамен по ФИЗИКЕ

Вариант № 319

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 вычислениях 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	$R = 8,31 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{К)}$
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	$0 \text{ К} = -273^\circ\text{C}$
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

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

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°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	$44 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$

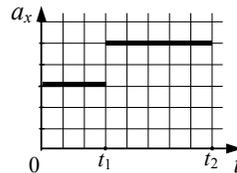
Часть 1

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 При свободном падении тела с нулевой начальной скоростью величина его скорости через 1 с равна v_1 , через 2 с равна v_2 . Отношение $\frac{v_2}{v_1}$ равно

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

A2 На графике показана зависимость ускорения тела от времени в инерциальной системе отсчета. Сравните силы F_1 и F_2 , действующие на тело в промежутки времени от 0 до t_1 и от t_1 до t_2 .



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

A3 Тело равномерно движется по плоскости. Сила давления тела на плоскость равна 40 Н, сила трения 10 Н. Коэффициент трения скольжения равен

- 1) 0,8 2) 0,25 3) 0,75 4) 0,2

A4 В инерциальной системе отсчета под действием постоянной силы импульс прямолинейно движущегося тела за 2 с увеличился от 0 до 4 кг·м/с. Какова величина этой силы?

- 1) 1 Н 2) 2 Н 3) 4 Н 4) 8 Н

A5 С какой высоты падает мяч массой 0,3 кг из состояния покоя, если его кинетическая энергия при падении на Землю равна 60 Дж? Потерями энергии за счет сопротивления воздуха пренебречь.

- 1) 10 м 2) 20 м 3) 25 м 4) 30 м

A6 Математический маятник отклонили на небольшой угол от положения равновесия и отпустили без начальной скорости. Через какую часть периода колебаний T потенциальная энергия маятника вновь достигнет максимума? Сопротивлением воздуха пренебречь.



- 1) T 2) $\frac{1}{4}T$ 3) $\frac{1}{2}T$ 4) $\frac{1}{8}T$

A7 Автомобиль начинает движение с выключенным двигателем под уклон, составляющий угол 30° с горизонтом. На горизонтальном участке дороги, который следует за спуском, его скорость составляет 20 м/с. Какое расстояние автомобиль проезжает по склону? Трением пренебречь.

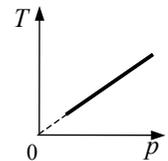
- 1) 10 м 2) 20 м 3) 40 м 4) 80 м

A8 Частицы газа находятся в среднем на больших расстояниях друг от друга, поэтому силы взаимодействия между ними незначительны. Это положение объясняет

- А. хорошую сжимаемость газов.
Б. способность газов к неограниченному расширению.
Какое из утверждений правильно?

- 1) только А 2) только Б 3) и А, и Б 4) ни А, ни Б

A9 Какому процессу в идеальном газе соответствует график на рисунке? (Масса газа не изменяется.)



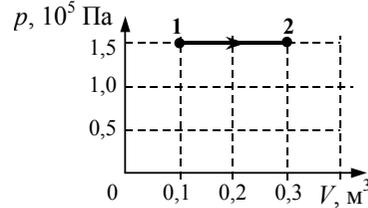
- 1) изотермическому
2) изохорному
3) изобарному
4) адиабатному

A10 Чему равно давление насыщенных водяных паров при температуре 24°C , если при относительной влажности 60% парциальное давление водяного пара в помещении равно 1,8 кПа?

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

A11 Газ под поршнем расширился и перешел из состояния 1 в состояние 2 (см. рисунок). Какую работу совершил газ?

- 1) $1,5 \cdot 10^5$ Дж
- 2) $3 \cdot 10^4$ Дж
- 3) 1,2 Дж
- 4) 0,2 Дж



A12 Как изменится средняя кинетическая энергия молекул идеального газа при увеличении его абсолютной температуры в 2 раза?

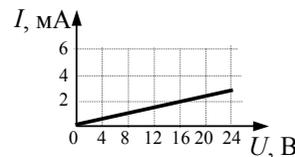
- 1) не изменится
- 2) увеличится в 2 раза
- 3) увеличится в 4 раза
- 4) ответ неоднозначен

A13 Как изменятся силы кулоновского взаимодействия двух точечных заряженных тел, если заряд каждого из них, и расстояние между ними уменьшить в 2 раза?

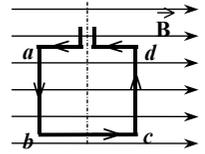
- 1) останутся прежними
- 2) уменьшатся в 2 раза
- 3) увеличатся в 2 раза
- 4) увеличатся в 4 раза

A14 На графике изображена зависимость силы тока в проводнике от напряжения между его концами. Чему равно сопротивление проводника?

- 1) 0,125 кОм
- 2) 2 кОм
- 3) 16 кОм
- 4) 8 кОм

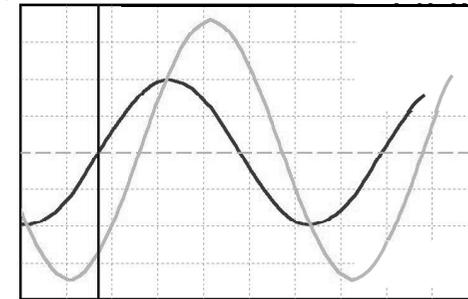


A15 Квадратная рамка расположена в однородном магнитном поле так, как показано на рисунке. Направление тока в рамке показано стрелками. Как направлена сила, действующая на сторону ad рамки со стороны магнитного поля?



- 1) перпендикулярно плоскости чертежа, от нас
- 2) перпендикулярно плоскости чертежа, к нам
- 3) вдоль направления линий магнитной индукции
- 4) сила равна нулю

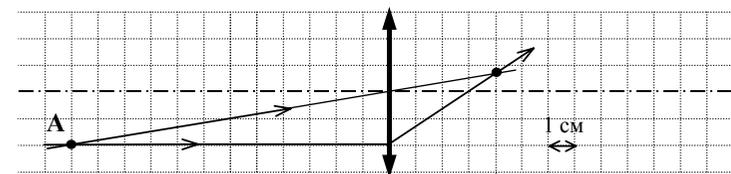
A16 На рисунке приведена фотография осциллограмм напряжения на элементе электрической цепи и силы тока в нем.



Колебания этих величин имеют

- 1) различные периоды и не имеют сдвига фаз
- 2) одинаковые периоды, и между их колебаниями существует сдвиг фаз
- 3) различные периоды, но одинаковые частоты
- 4) одинаковые периоды, но различные частоты

A17 На рисунке показан ход лучей от точечного источника света А через тонкую линзу.



Каково фокусное расстояние линзы, если 1 клетка на рисунке соответствует 1 см?

- 1) 10 см
- 2) 12 см
- 3) 3 см
- 4) 4 см

A18 В одну точку приходят две когерентные световые волны с разностью фаз колебаний, равной π . В этой точке наблюдается

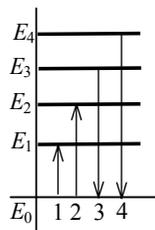
- 1) минимум интенсивности
- 2) максимум интенсивности
- 3) средняя интенсивность
- 4) чередование максимумов и минимумов

A19 Нагревательный элемент состоит из трех одинаковых спиралей, первая из которых последовательно подключена к двум другим, соединенным параллельно. Элемент подключен к цепи постоянного тока. Как изменится мощность, потребляемая этим элементом, если напряжение, подаваемое на него, увеличить в 3 раза, а первую спираль заменить на другую с сопротивлением в 4 раза большим?

- 1) не изменится
- 2) увеличится в 2 раза
- 3) уменьшится в 3 раза
- 4) увеличится в 3 раза

A20 На рисунке изображена диаграмма энергетических уровней атома. Какой цифрой обозначен переход, который соответствует поглощению фотона максимальной частоты?

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



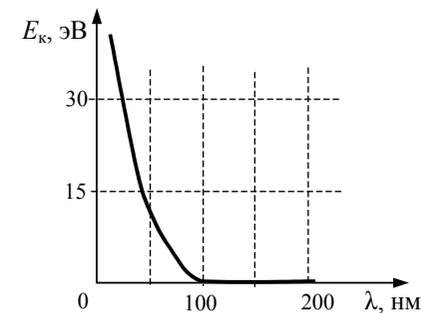
A21 Каков заряд ядра ${}_{30}^{68}\text{Zn}$ (в единицах элементарного заряда)?

- 1) 98
- 2) 38
- 3) 30
- 4) 68

A22 Какая частица X образуется в реакции ${}^7_3\text{Li} + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^{10}_5\text{B} + X$?

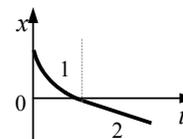
- 1) протон
- 2) нейтрон
- 3) электрон
- 4) α -частица

A23 На графике показана зависимость максимальной кинетической энергии фотоэлектронов, выбитых из металла, от длины волны падающего света. Кинетическая энергия фотоэлектронов не превышает 15 эВ, если металл освещается светом с длиной волны



- 1) 25 нм
- 2) 50 нм
- 3) 150 нм
- 4) 200 нм

A24

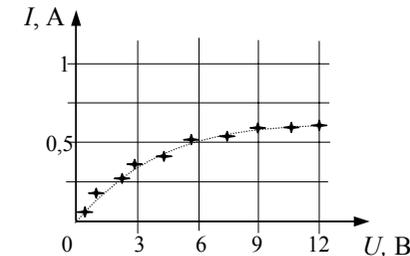


На графике изображена зависимость координаты бусинки на горизонтальной спице от времени. На основании графика можно утверждать, что

- 1) на участке 1 модуль скорости бусинки увеличивается, а на участке 2 – уменьшается
- 2) на участке 2 проекция ускорения бусинки отрицательна
- 3) на участке 1 модуль скорости бусинки уменьшается, а на участке 2 – остается постоянным
- 4) участок 1 соответствует равномерному движению бусинки, а участок 2 – равнозамедленному

A25

На графике изображен результат экспериментального исследования зависимости силы тока от напряжения на лампе накаливания. Две такие лампы, соединенные последовательно и подключенные к клеммам аккумулятора напряжением 12 В, потребляют суммарную мощность 6 Вт. Какова мощность, потребляемая лампой, при подключении ее к этому аккумулятору?



- 1) $P = 3$ Вт
- 2) $3 \text{ Вт} < P < 6 \text{ Вт}$
- 3) $P = 6$ Вт
- 4) $6 \text{ Вт} < P < 12 \text{ Вт}$

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 Брусок скользит по наклонной плоскости вниз без трения. Что происходит при этом с его скоростью, потенциальной энергией, силой реакции наклонной плоскости?

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) увеличивается
Б) потенциальная энергия		2) уменьшается
В) сила реакции наклонной плоскости		3) не изменяется

А	Б	В

В2 Установите соответствие между физическими явлениями и их техническими применениями и приборами, в которых используются или наблюдаются эти явления.

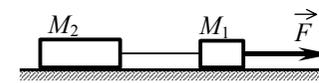
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ	ПРИБОР
А) Дисперсия	1) Фотоэлемент
Б) Фотозэффект	2) Лазерная указка
	3) Призмный спектроскоп
	4) Фотообъектив

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

В3



Два груза, связанные нерастяжимой и невесомой нитью, движутся по гладкой горизонтальной поверхности под действием горизонтальной силы \vec{F} , приложенной к грузу массой $M_1 = 2$ кг (см. рисунок).

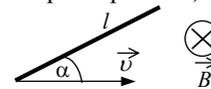
Минимальная сила F , при которой нить обрывается, равна 18 Н. Известно, что нить может выдержать нагрузку не более 10 Н. Чему равна масса второго груза?

В4

Нагреваемый при постоянном давлении идеальный одноатомный газ совершил работу 2000 Дж. Какое количество теплоты было передано газу?

В5

Проводящий стержень длиной $l = 20$ см движется поступательно в однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,5$ Тл так, что угол между стержнем и вектором его скорости $\alpha = 30^\circ$ (см. рисунок). ЭДС индукции в стержне равна 0,05 В. Какова скорость движения стержня?



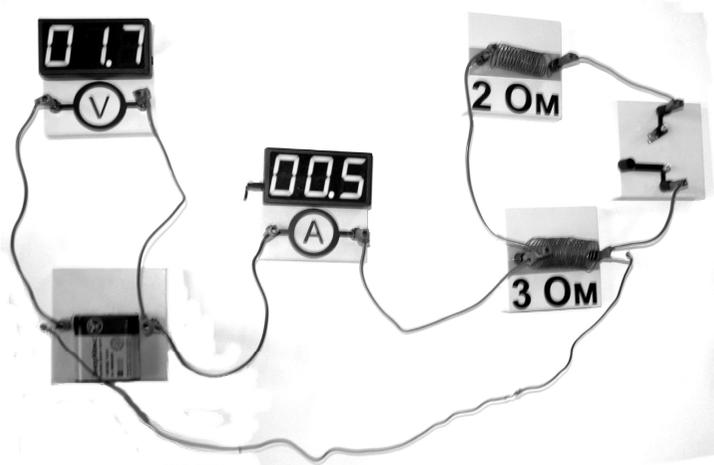
Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1

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.

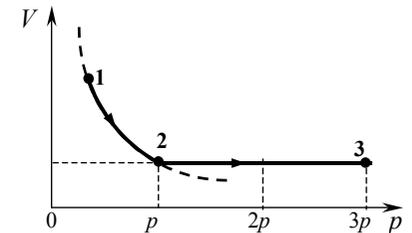
C1 На рисунке приведена фотография электрической цепи. Начертите принципиальную схему этой цепи. Опираясь на законы постоянного тока, объясните, как должны изменяться (увеличиваться или уменьшаться) показания амперметра и вольтметра при замыкании ключа.



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 Камень, летящий с горизонтальной скоростью $v_0 = 45$ м/с, попадает в лежащий на горизонтальной поверхности льда брусок и отскакивает в обратном направлении со скоростью $\frac{1}{6} v_0$. Масса бруска в 21 раз больше массы камня. Коэффициент трения скольжения между бруском и льдом $\mu = 0,2$. На какое расстояние S переместится брусок к моменту, когда его скорость станет $\frac{1}{30} v_0$?

C3 Идеальный одноатомный газ в количестве 1 моль сначала изотермически сжали ($T_1 = 300$ К). Затем газ нагрели, повысив давление в 3 раза (см. рисунок). Какое количество теплоты получил газ на участке 2–3?



C4 Электрон влетает в электрическое поле между двумя разноименно заряженными пластинами плоского конденсатора со скоростью v ($v \ll c$) параллельно пластинам (см. рисунок). Расстояние между пластинами d , длина пластин L ($L \gg d$). Определите смещение электрона от первоначального направления при вылете из конденсатора, если разность потенциалов между пластинами $\Delta\phi$.

C5 На экране с помощью тонкой линзы получено изображение предмета с пятикратным увеличением. Предмет передвинули вдоль главной оптической оси линзы. Затем экран при неизменном положении линзы передвинули на 30 см, чтобы изображение снова стало резким. В этом случае получено изображение с трехкратным увеличением. На сколько передвинули предмет?

C6 Образец, содержащий радий, за 1 с испускает $3,7 \cdot 10^{10}$ α -частиц. Средняя скорость частиц $1,5 \cdot 10^7$ м/с. За какое время выделится энергия 100 Дж? Масса α -частицы равна $6,7 \cdot 10^{-27}$ кг. Энергией отдачи ядер, γ -излучением и релятивистскими эффектами пренебречь.

Единый государственный экзамен по ФИЗИКЕ

Вариант № 320

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 вычислениях 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	$R = 8,31 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{К)}$
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	$0 \text{ К} = -273^\circ\text{C}$
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

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

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°C

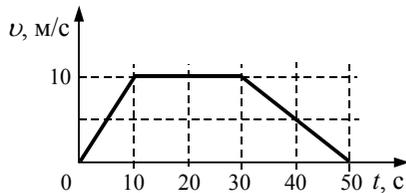
Молярная масса

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 «х» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

A1 На рисунке представлен график зависимости модуля скорости v автомобиля от времени t . Найдите путь, пройденный автомобилем за время от 0 до 50 с.



- 1) 0 2) 50 м 3) 250 м 4) 350 м

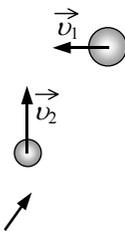
A2 В инерциальной системе отсчета сила 50 Н сообщает телу массой 5 кг некоторое ускорение. Какая сила сообщит телу массой 8 кг такое же ускорение?

- 1) 40 Н 2) 50 Н 3) 80 Н 4) 100 Н

A3 Кубик массой 1 кг покоится на гладком горизонтальном столе, сжатый с боков пружинами (см. рисунок). Первая пружина сжата на 4 см, а вторая сжата на 3 см. Жесткость второй пружины $k_2 = 600$ Н/м. Жесткость первой пружины k_1 равна

- 1) 450 Н/м 2) 600 Н/м 3) 300 Н/м 4) 800 Н/м

A4 Шары движутся со скоростями, показанными на рисунке, и при столкновении слипаются. Как будет направлен импульс шаров после столкновения?

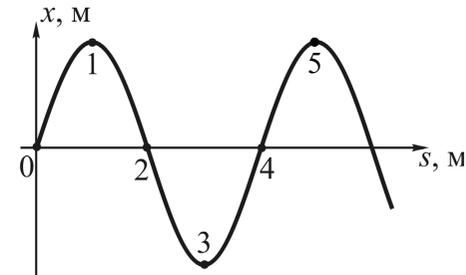


- 1) ← 2) ↑ 3) ↖ 4) ↗

A5 Грузик массой $m = 100$ г, подвешенный к потолку на длинной нерастяжимой нити, совершает колебания. На какую максимальную высоту над положением равновесия поднимается грузик, если его максимальная кинетическая энергия равна 0,5 Дж? Сопротивление воздуха не учитывать.

- 1) 1 м 2) 0,75 м 3) 0,5 м 4) 0,1 м

A6 На рисунке показан профиль бегущей волны в некоторый момент времени. Разность фаз колебаний точек 2 и 3 равна



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

A7 Шарик, движущийся по гладкой горизонтальной поверхности, налетает на лежащий на той же поверхности более тяжелый шарик тех же размеров. В результате частично неупругого удара первый шарик остановился, а второй начал двигаться со скоростью v . При этом 75% первоначальной кинетической энергии первого шарика перешло во внутреннюю энергию. Какова скорость первого шарика до удара?

- 1) $\sqrt{2}v$ 2) $2v$ 3) $3v$ 4) $4v$

A8 Какая-либо упорядоченность в расположении частиц вещества отсутствует. Это утверждение соответствует модели

- 1) только газа
2) только жидкости
3) только твердого тела
4) газа, жидкости и твердого тела

A9 Разреженный водород изотермически сжимают. Масса газа постоянна. Давление газа на стенки сосуда увеличивают при этом в 5 раз. При этом объем газа

- 1) увеличится в $\sqrt{5}$ раз
2) уменьшится в 25 раз
3) уменьшится в 20 раз
4) уменьшится в 5 раз

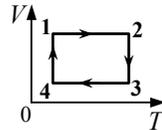
A10 При охлаждении куска металла массой 3 кг от 120°C до 20°C выделилось количество теплоты, равное 192 кДж. Удельная теплоемкость металла равна

- 1) $380 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{K}}$ 2) $500 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{K}}$ 3) $640 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{K}}$ 4) $900 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{K}}$

A11 Кусок льда опустили в термос с водой. Начальная температура льда 0°C , начальная температура воды 15°C . Исходная масса воды 1100 г. Теплоемкостью термоса можно пренебречь. В тепловом равновесии в воде плавает кусок льда. Какая масса льда растаяла в процессе перехода к тепловому равновесию?

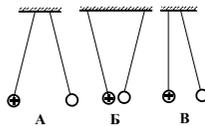
- 1) 210 г 2) 315 г 3) 420 г 4) 630 г

A12 На рисунке показан циклический процесс изменения состояния постоянной массы одноатомного идеального газа. На каком участке процесса работа газа положительна и равна полученному газом количеству теплоты?



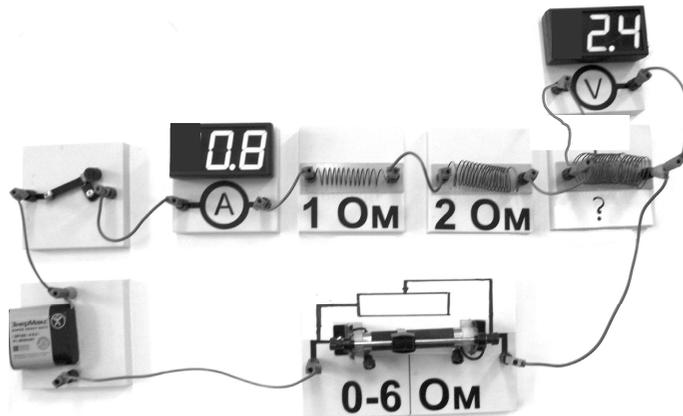
- 1) 1 – 2 2) 2 – 3 3) 3 – 4 4) 4 – 1

A13 Два легких одинаковых шарика подвешены на шелковых нитях. Заряд одного из шариков каждой пары положителен. Какой рисунок правильно отображает его взаимодействие с отрицательно заряженным шариком?



- 1) только А 2) только В 3) А и В 4) только В

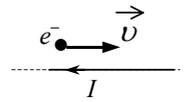
A14 На фотографии – электрическая цепь. Показания вольтметра даны в вольтах, амперметра – в амперах.



Чему равно сопротивление неизвестного резистора? Вольтметр и амперметр считать идеальными.

- 1) 1 Ом 2) 2 Ом 3) 3 Ом 4) 4 Ом

A15 Электрон e^- имеет скорость \vec{v} , направленную горизонтально вдоль прямого длинного проводника с током I (см. рисунок). Куда направлена действующая на электрон сила Лоренца?



- 1) влево в плоскости рисунка \leftarrow
 2) вертикально вверх в плоскости рисунка \uparrow
 3) перпендикулярно плоскости рисунка к наблюдателю \odot
 4) вниз в плоскости рисунка \downarrow

A16 Рентгеновское излучение испускают

- 1) электроны проводимости при их упорядоченном движении в проводнике
 2) быстрые электроны при торможении в веществе
 3) любые заряженные частицы
 4) коротковолновые радиостанции

A17 Предмет малых размеров расположен на главной оптической оси тонкой собирающей линзы, на расстоянии от линзы, большем двойного фокусного расстояния. Изображение предмета

- 1) действительное и находится между фокусом и двойным фокусом
 2) действительное и находится между линзой и фокусом
 3) мнимое и находится между линзой и фокусом
 4) действительное и находится за двойным фокусом

A18 В инерциальной системе отсчета свет распространяется в вакууме со скоростью c . Система отсчета К, в которой находится неподвижный относительно нее наблюдатель, движется с постоянной скоростью v относительно Земли по прямой, соединяющей источника света S_1 и S_2 . Световые волны, идущие от неподвижных относительно Земли источников, относительно наблюдателя имеют скорость

- 1) v 2) $c - v$ 3) $c + v$ 4) c

A19 К источнику постоянного тока с ЭДС 9 В и внутренним сопротивлением 0,5 Ом подключен резистор. Какое количество теплоты выделяется в резисторе за 1 с, если сила тока в цепи равна 2 А? Сопротивление соединительных проводов пренебрежимо мало.

- 1) 2 Дж 2) 4 Дж 3) 16 Дж 4) 18 Дж

A20 В таблице приведены значения энергии для второго и четвертого энергетических уровней атома водорода.

Номер уровня	Энергия, 10^{-19} Дж
2	- 5,45
4	- 1,36

Какой должна быть энергия фотона, при поглощении которого атом переходит со второго уровня на четвертый?

- 1) $5,45 \cdot 10^{-19}$ Дж
- 2) $1,36 \cdot 10^{-19}$ Дж
- 3) $6,81 \cdot 10^{-19}$ Дж
- 4) $4,09 \cdot 10^{-19}$ Дж

A21 β -излучение – это

- 1) поток ядер бериллия
- 2) поток нейтронов, образующихся в цепной реакции
- 3) поток электронов
- 4) электромагнитные волны

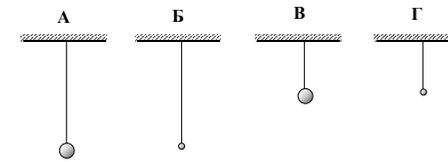
A22 Один из возможных вариантов реакции деления ядра урана $^{235}_{92}\text{U}$ выглядит следующим образом: $^{235}_{92}\text{U} + ^1_0\text{n} \longrightarrow ^{97}_{40}\text{Zr} + ^{137}_{52}\text{Te} + ?$
Какие частицы заменены знаком вопроса?

- 1) 2 протона
- 2) 2 электрона
- 3) 1 протон и 1 электрон
- 4) 2 нейтрона

A23 Работа выхода электронов из фотокатода равна 2 эВ. Какова энергия фотонов, падающих на фотокатод, если максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов равна 1,5 эВ?

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

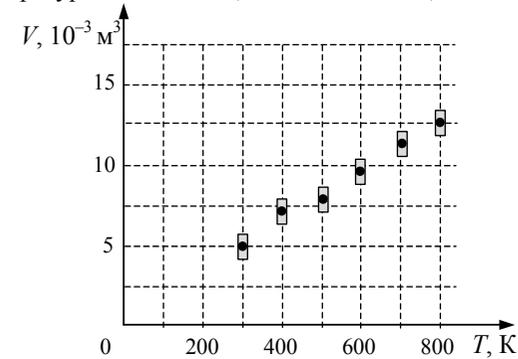
A24 Грузы маятников – медные шарики.



Какую из предложенных ниже пар маятников надо выбрать, чтобы экспериментально выяснить, зависит ли период малых колебаний математического маятника от длины нити?

- 1) А и Б
- 2) А и В
- 3) А и Г
- 4) Б и В

A25 В цилиндре под поршнем находится 14 г разреженного газа. Давление газа постоянно и равно $1,6 \cdot 10^5$ Па. На рисунке показаны результаты измерения объема газа с повышением температуры. Погрешность измерения температуры $\Delta T = \pm 10$ К, объема $\Delta V = \pm 0,5$ л. Чему равна молярная масса газа?



- 1) 44 г/моль
- 2) 32 г/моль
- 3) 28 г/моль
- 4) 2 г/моль

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 Постоянная масса одноатомного идеального газа в изохорном процессе получает от нагревателя количество теплоты $Q > 0$. Как меняются в этом процессе давление, температура и внутренняя энергия этого газа? К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ	ИХ ИЗМЕНЕНИЯ
А) давление газа	1) увеличивается
Б) температура газа	2) уменьшается
В) внутренняя энергия газа	3) не изменяется

А	Б	В

В2 Установите соответствие между формулами для вычисления физических величин в схемах постоянного тока и названиями этих величин. В формулах использованы обозначения: I – сила тока, U – напряжение, R – сопротивление резистора. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФОРМУЛА	ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА
А) $\frac{U}{I}$	1) заряд, протекший через резистор
Б) $I^2 R$	2) сопротивление резистора
	3) напряжение на резисторе
	4) мощность тока, выделяющаяся на резисторе

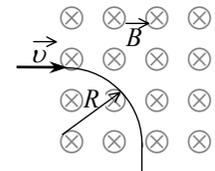
А	Б

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

В3 Начальная скорость тела, брошенного под углом к горизонту, равна 26 м/с. Тело поднималось от точки старта до верхней точки траектории в течение 2,4 с. Чему равна скорость этого тела в верхней точке траектории? Спротивлением воздуха пренебречь.

В4 Идеальный одноатомный газ в количестве $\nu = 0,09$ моль находится в равновесии в вертикальном гладком цилиндре под массивным поршнем с площадью $S = 25 \text{ см}^2$. Внешнее атмосферное давление $p_0 = 10^5 \text{ Па}$. В результате охлаждения газа поршень опустился на высоту $\Delta h = 4 \text{ см}$, а температура газа понизилась на $\Delta T = 16 \text{ К}$. Чему равна масса поршня? Ответ округлите до целых.

В5 Пучок электронов, движущихся со скоростью 10^6 м/с , влетает в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям магнитной индукции, как показано на рисунке, и отклоняется им на угол 90° . Радиус дуги окружности, по которой движутся электроны в магнитном поле, равен 10 см. Какова сила, действующая на электрон? Полученный ответ умножьте на 10^{18} и округлите до целого числа.



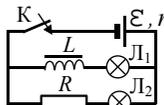
Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1

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.

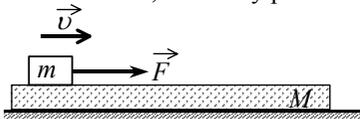
В задаче C1 следует записать развернутый ответ, поясняющий физические процессы, описанные в задаче, и ход ваших рассуждений.

C1 Две одинаковые лампы L_1 и L_2 подключены к источнику тока, одна – последовательно с катушкой индуктивности L с железным сердечником, а другая – последовательно с резистором R (см. рисунок). Первоначально ключ K разомкнут. Опишите разницу в работе лампочек при замыкании ключа K . Каким явлением вызвана эта разница?

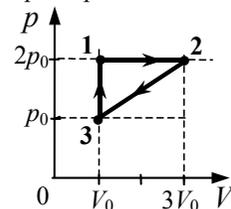


Полное правильное решение каждой из задач C2–C6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

C2 На гладком горизонтальном полу находится длинная доска массой $M = 5$ кг. По доске под действием постоянной горизонтальной силы тяги движется брусок. Коэффициент трения между доской и бруском $\mu = 0,2$. Скорость бруска v относительно пола постоянна и равна $0,8$ м/с. Первоначально доска относительно пола покоится. К моменту, когда движение бруска относительно доски прекращается, брусок проходит по доске расстояние $L = 0,8$ м. Чему равна масса бруска?

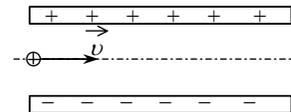


C3 Постоянная масса одноатомного идеального газа совершает циклический процесс, показанный на рисунке. За цикл от нагревателя газ получает количество теплоты $Q_n = 8$ кДж. Какую работу совершают внешние силы при переходе газа из состояния 2 в состояние 3?



C4 Плоская горизонтальная фигура площадью $S = 0,1$ м², ограниченная проводящим контуром, находится в магнитном поле. Проекция вектора магнитной индукции на вертикальную ось Oz медленно и равномерно возрастает от начального значения $B_{1z} = 0,7$ Тл до конечного значения $B_{2z} = 4,7$ Тл. За это время по контуру протекает заряд $q = 0,08$ Кл. Каково сопротивление контура?

C5 Протон влетает в электрическое поле конденсатора параллельно его пластинам в точке, находящейся посередине между пластинами (см. рисунок). Минимальная скорость, с которой протон должен влететь в конденсатор, чтобы затем вылететь из него, равна 350 км/с. Расстояние между пластинами конденсатора 1 см, напряженность электрического поля конденсатора 5200 В/м. Чему равна длина пластин конденсатора? Электрическое поле внутри конденсатора считать однородным, силой тяжести пренебречь.



C6 Уровни энергии электрона в атоме водорода задаются формулой $E_n = -\frac{13,6}{n^2}$ эВ, где $n = 1, 2, 3, \dots$. При переходе из состояния E_2 в состояние E_1 атом испускает фотон. Поток таких фотонов падает на поверхность фотокатода. Длина волны света, соответствующая красной границе фотоэффекта для материала поверхности фотокатода, $\lambda_{кр} = 300$ нм. Чему равно запирающее напряжение $U_{зап}$ для фотоэлектронов, вылетающих с поверхности фотокатода?