

Единый государственный экзамен по ФИЗИКЕ

Тренировочный вариант № 2 Инструкция по выполнению работы

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

Часть 1 содержит 25 заданий (А1–А25). К каждому заданию дается 4 варианта ответа, из которых правильный только один.

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

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

При выполнении заданий В3–В5 части 2 значение искомой величины следует выразить в тех единицах физических величин, которые указаны в условии задания. Если такого указания нет, то значение величины следует записать в Международной системе единиц (СИ). При вычислении разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

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

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

За выполнение различных по сложности заданий дается один или более баллов. Баллы, полученные вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

Желаем успеха!

Ниже приведены справочные данные, которые могут понадобиться вам при выполнении работы.

Десятичные приставки

Наименование	Обозначение	Множитель	Наименование	Обозначение	Множитель
гига	Г	10^9	санти	с	10^{-2}
мега	М	10^6	милли	м	10^{-3}
кило	к	10^3	микро	мк	10^{-6}
гекто	г	10^2	нано	н	10^{-9}
деци	д	10^{-1}	пико	п	10^{-12}

Константы

число π	$\pi = 3,14$
ускорение свободного падения на Земле	$g = 10 \text{ м/с}^2$
гравитационная постоянная	$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{кг}^2$
универсальная газовая постоянная	$R = 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$
постоянная Больцмана	$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$
постоянная Авогадро	$N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
скорость света в вакууме	$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
коэффициент пропорциональности в законе Кулона	$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{Кл}^2$
модуль заряда электрона (элементарный электрический заряд)	$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
постоянная Планка	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$

Соотношение между различными единицами

температура	$0 \text{ К} = -273^\circ\text{С}$
атомная единица массы	$1 \text{ а.е.м.} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
1 атомная единица массы эквивалентна	$931,5 \text{ МэВ}$
1 электронвольт	$1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$

Масса частиц

электрона	$9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг} \approx 5,5 \cdot 10^{-4} \text{ а.е.м.}$
протона	$1,673 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,007 \text{ а.е.м.}$
нейтрона	$1,675 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,008 \text{ а.е.м.}$

Плотность

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

Удельная теплоемкость

воды	$4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$	алюминия	$900 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$
льда	$2,1 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$	меди	$380 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$
железа	$460 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$	чугуна	$500 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$
свинца	$130 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$		

Удельная теплота

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

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

Молярная масса

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

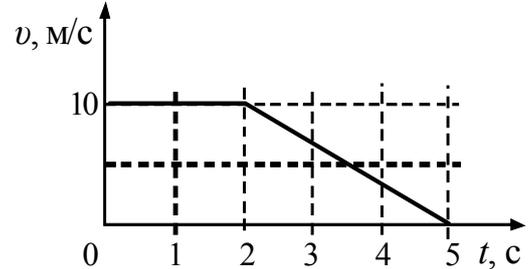
Часть 1

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

A1

На рисунке представлен график зависимости скорости v автомобиля от времени t . Найдите путь, пройденный автомобилем за 5 с.

- 1) 0 м
- 2) 20 м
- 3) 30 м
- 4) 35 м



A2

Мяч, неподвижно лежавший на полу вагона движущегося поезда, покатился вправо, если смотреть по ходу поезда. Как изменилось движение поезда?

- 1) Скорость поезда увеличилась.
- 2) Скорость поезда уменьшилась.
- 3) Поезд повернул влево.
- 4) Поезд повернул вправо.

A3

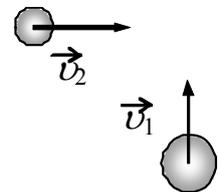
Вокруг Земли по круговым орбитам движутся два одинаковых искусственных спутника. Радиус орбиты первого спутника в 3 раза больше радиуса орбиты второго спутника. Чему равно отношение модулей сил тяготения $\frac{F_2}{F_1}$,

действующих на спутники?

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

A4

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



- 1) ↙
- 2) ↑
- 3) ↗
- 4) →

A5

Мальчик равномерно тянет санки по дуге окружности радиусом 5 м. При этом на санки действует сила трения 60 Н. Чему равна работа силы тяги за время, необходимое для прохождения половины длины окружности?

- 1) 0
- 2) 942 Дж
- 3) 1884 Дж
- 4) 9,42 кДж

A6

Принято считать, что певческий голос сопрано занимает частотный интервал от $\nu_1 = 250$ Гц до $\nu_2 = 1000$ Гц. Отношение длин звуковых волн $\frac{\lambda_1}{\lambda_2}$, соответствующих границам этого интервала, равно

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

A7

На горизонтальном полу стоит ящик массой 20 кг. Коэффициент трения между полом и ящиком равен 0,3. К ящику в горизонтальном направлении прикладывают силу 36 Н. Какова сила трения между ящиком и полом?

- 1) 0 2) 24 Н 3) 36 Н 4) 60 Н

A8

Броуновским движением называется

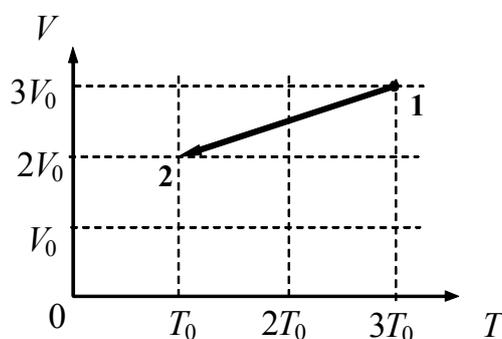
- 1) хаотическое движение взвешенных в газе или жидкости частиц твердого вещества
- 2) самопроизвольное перемешивание двух жидкостей за счет теплового движения частиц вещества
- 3) упорядоченное движение слоев жидкости или газа, возникающее из-за разности давлений
- 4) Упорядоченное движение взвешенных в газе или жидкости частиц вещества при внешнем воздействии

A9

На рисунке показан график процесса, проведенного над разреженным газом постоянной массы. Найдите отношение

давлений $\frac{p_2}{p_1}$.

- 1) 0,5
- 2) 2
- 3) 4,5
- 4) 0,67



Внутренняя энергия молока в кастрюле остается неизменной при

A10

- 1) охлаждении кастрюли с молоком
- 2) уменьшении количества молока в кастрюле
- 3) замене кастрюли на другую, большего объема
- 4) испарении молока в процессе нагревания

A11

В процессе эксперимента внутренняя энергия газа уменьшилась на 60 кДж, и он совершил работу 45 кДж. Следовательно, в результате теплообмена газ отдал окружающей среде количество теплоты, равное

- 1) 15 кДж 2) 45 кДж 3) 60 кДж 4) 105 кДж

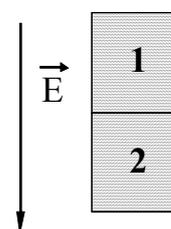
A12

В одном кубическом метре воздуха в комнате при температуре 24 °С находится $1,6 \cdot 10^{-2}$ кг водяных паров. Определите относительную влажность воздуха в комнате, если плотность насыщенных паров при данной температуре равна $2,18 \cdot 10^{-2}$ кг/м³.

- 1) 100% 2) 73% 3) 67% 4) 53%

A13

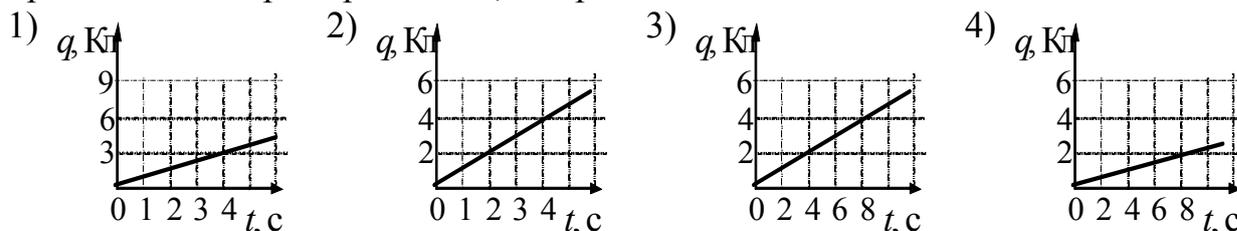
Незаряженное металлическое тело поместили в однородное электрическое поле (см. рисунок) и разделили его на части 1 и 2. Какое утверждение о знаках зарядов разделенных частей 1 и 2 верно?



- 1) 1 – положительный заряд, 2 – отрицательный заряд
 2) 1 – отрицательный заряд, 2 – положительный заряд
 3) и 1, и 2 – отрицательные заряды
 4) 1 и 2 останутся нейтральными

A14

По проводнику течет постоянный электрический ток. Сила тока в проводнике равна 0,25 А. На каком из рисунков отображена зависимость величины заряда, проходящего через проводник, от времени?

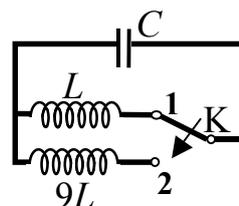
**A15**

Используя закон электромагнитной индукции, можно объяснить

- 1) поляризацию диэлектриков в электростатическом поле
 2) взаимодействие двух параллельных проводников с током
 3) возникновение электрического тока в катушке, внутрь которой вводят постоянный магнит
 4) возникновение силы, действующей на проводник с током в постоянном магнитном поле

A16

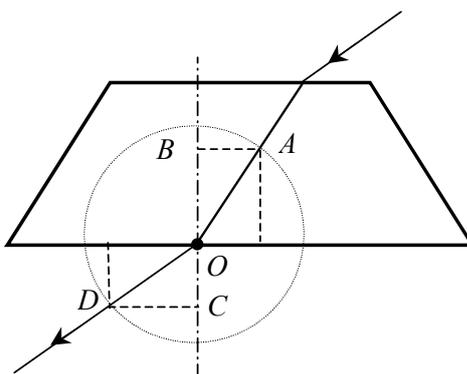
Как изменится период собственных колебаний контура (см. рисунок), если ключ К перевести из положения 1 в положение 2?



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

A17

На рисунке показан ход светового луча через стеклянную призму, находящуюся в воздухе.

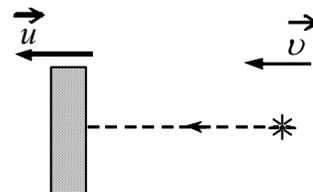


Если точка О — центр окружности, то показатель преломления стекла n равен отношению длин отрезков

- 1) $\frac{OD}{OB}$
- 2) $\frac{CD}{AB}$
- 3) $\frac{OB}{OD}$
- 4) $\frac{AB}{CD}$

A18

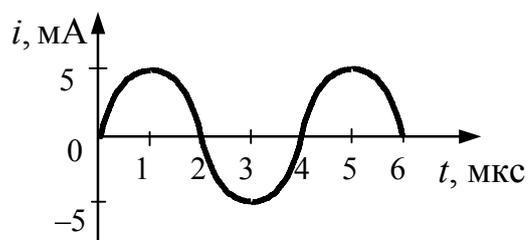
В инерциальной системе отсчета свет от неподвижного источника распространяется в вакууме со скоростью c . В этой системе отсчета источник света движется со скоростью v , а зеркало — со скоростью u в противоположную сторону. С какой скоростью распространяется в этой системе отсчета свет, отраженный от зеркала?



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

A19

На рисунке приведен график гармонических колебаний тока в колебательном контуре, состоящем из конденсатора и катушки индуктивностью 0,3 Гн. Чему равна максимальная энергия электрического поля конденсатора?

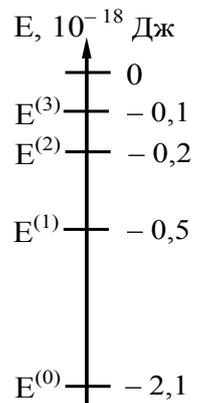


- 1) $3,75 \cdot 10^{-6}$ Дж
- 2) $7,5 \cdot 10^{-6}$ Дж
- 3) $1,2 \cdot 10^{-6}$ Дж
- 4) $1,5 \cdot 10^{-3}$ Дж

A20

На рисунке изображена схема нескольких нижних уровней энергии атома некоего газа. Атом находится в состоянии с энергией $E^{(0)}$. Может ли атом поглотить фотон с энергией $0,5 \cdot 10^{-18}$ Дж?

- 1) да, при этом атом перейдет в состояние $E^{(1)}$
- 2) да, при этом атом перейдет в состояние $E^{(2)}$
- 3) да, при этом атом ионизуется, образуя ион и электрон
- 4) нет, энергии фотона недостаточно для перехода атома в возбужденное состояние

**A21**

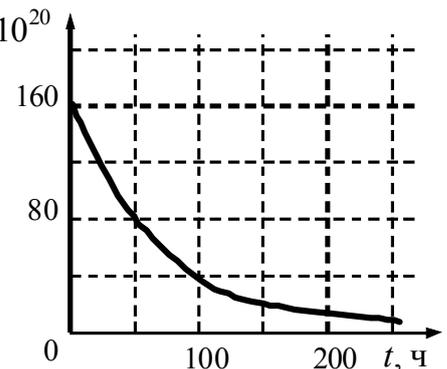
Ядро атома содержит 11 протонов и 12 нейтронов, вокруг него обращается 11 электронов. Эта система частиц —

- 1) ион натрия ${}_{11}^{23}\text{Na}$
- 2) ион магния ${}_{12}^{23}\text{Mg}$
- 3) атом натрия ${}_{11}^{23}\text{Na}$
- 4) атом магния ${}_{12}^{23}\text{Mg}$

A22

Дан график зависимости числа нераспавшихся ядер эрбия ${}_{68}^{172}\text{Er}$ от времени. Каков период полураспада этого изотопа эрбия?

- 1) 25 часов
- 2) 50 часов
- 3) 100 часов
- 4) 200 часов

**A23**

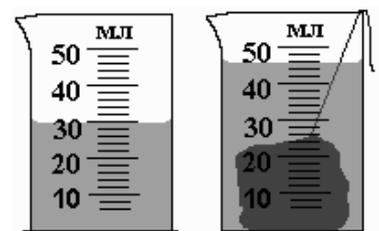
В опытах по фотоэффекту пластину из металла с работой выхода 4,3 эВ освещали светом частотой $2 \cdot 10^{15}$ Гц. Затем частоту света уменьшили в 3 раза, одновременно увеличив в 2 раза интенсивность светового пучка. В результате этого число фотоэлектронов, покидающих пластину за 1 с,

- 1) уменьшилось в 2 раза
- 2) увеличилось в 1,5 раза
- 3) оказалось равным нулю
- 4) осталось приблизительно таким же

A24

На рисунке показан опыт по определению объема тела неправильной формы. Каково значение объема тела по результатам измерений?

- 1) 16 см^3
- 2) 46 см^3
- 3) 16 дм^3
- 4) 43 дм^3



A25

В результате теоретических расчетов ученик пришел к следующему выводу: при смешивании двух одинаковых по массе порций воды, температура которых соответственно равна $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $60\text{ }^{\circ}\text{C}$, температура смеси составит $40\text{ }^{\circ}\text{C}$. Далее ученик провел эксперимент: налил в две пробирки по 5 г холодной и подогретой воды, убедился, что температура обеих порций воды имеет нужные значения, и слил обе порции в третью пробирку. Пробирку с водой он несколько раз встряхнул, чтобы вода перемешалась, и измерил температуру воды жидкостным термометром с ценой деления $1\text{ }^{\circ}\text{C}$. Она оказалась равной $34\text{ }^{\circ}\text{C}$. Какой вывод можно сделать из эксперимента?

- 1) Для измерения температуры был взят термометр со слишком большой ценой деления, что не позволило проверить гипотезу.
- 2) Экспериментальная установка не соответствует теоретической модели, используемой при расчете.
- 3) Не надо было встряхивать пробирку.
- 4) С учетом погрешности измерения эксперимент подтвердил теоретические расчеты.

Часть 2

Ответом к каждому из заданий В1–В2 будет некоторая последовательность цифр. Эту последовательность надо записать в бланк ответов № 1 справа от номера соответствующего задания без пробелов и каких-либо символов, начиная с первой клеточки. Каждую цифру пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами.

В1

Искусственный спутник Земли переходит с высокой на более низкую круговую орбиту. Как изменяются при этом центростремительное ускорение спутника, его скорость и период обращения вокруг Земли?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Центростремительное ускорение	Скорость движения по орбите	Период обращения спутника

B2

Резистор с сопротивлением R подключен к источнику тока с внутренним сопротивлением r . Сила тока в цепи равна I . Чему равны ЭДС источника и напряжение на его выводах?

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

- А) ЭДС источника
Б) Напряжение на выводах источника

ФОРМУЛА

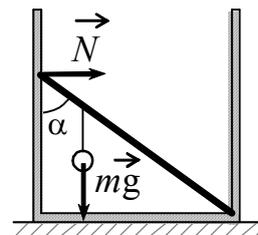
- 1) Ir
2) IR
3) $I(R + r)$
4) IR^2/r

А	Б

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

B3

Невесомый стержень длиной 1 м, находящийся в ящике с гладкими дном и стенками, составляет угол $\alpha = 45^\circ$ с вертикалью (см. рисунок). К стержню на расстоянии 25 см от его левого конца подвешен на нити шар массой 2 кг (см. рисунок). Каков модуль N силы, действующей на стержень со стороны левой стенки ящика?

**B4**

Две частицы, имеющие отношение зарядов $\frac{q_1}{q_2} = 2$ и отношение масс $\frac{m_1}{m_2} = 4$, влетели в однородное магнитное поле перпендикулярно его линиям индукции и движутся по окружностям с отношением радиусов $\frac{R_1}{R_2} = 2$. Определите отношение кинетических энергий $\frac{W_1}{W_2}$ этих частиц.

B5

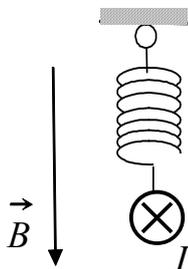
Дифракционная решетка, имеющая 750 штрихов на 1 см, расположена параллельно экрану на расстоянии 1,5 м от него. На решетку перпендикулярно ее плоскости направляют пучок монохроматического света. Определите длину волны света, если расстояние на экране между вторыми максимумами, расположенными слева и справа от центрального (нулевого), равно 22,5 см. Ответ выразите в микрометрах (мкм) и округлите до десятых. Считать $\sin \alpha \approx \operatorname{tg} \alpha$.

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.

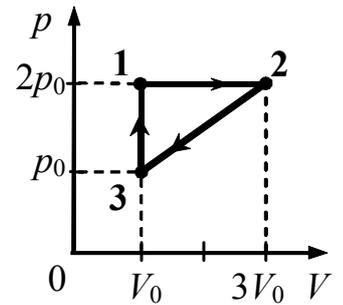
C1. Прямой горизонтальный проводник висит на двух пружинках. По проводнику протекает электрический ток в направлении, указанном на рисунке. В некоторый момент в пространстве создают постоянное магнитное поле, вектор магнитной индукции которого направлен вниз. Как изменится положение проводника? Ответ поясните, указав, какие физические явления и законы вы использовали для объяснения.



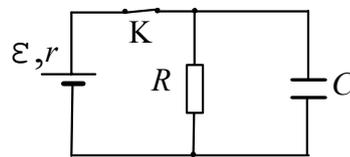
Полное правильное решение каждой из задач C2–C6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

C2. Начальная скорость снаряда, выпущенного из пушки вертикально вверх, равна 500 м/с. В точке максимального подъема снаряд разорвался на два осколка. Первый упал на землю вблизи точки выстрела, имея скорость в 2 раза больше начальной скорости снаряда, а второй в этом же месте – через 100 с после разрыва. Чему равно отношение массы первого осколка к массе второго осколка? Сопротивлением воздуха пренебречь.

С3. Одноатомный идеальный газ совершает циклический процесс, показанный на рисунке. Масса газа постоянна. За цикл от нагревателя газ получает количество теплоты $Q_H = 8$ кДж. Чему равна работа газа за цикл?



С4. В электрической схеме, показанной на рисунке, ключ К замкнут. Заряд конденсатора $q = 2$ мкКл, ЭДС батарейки $\mathcal{E} = 24$ В, ее внутреннее сопротивление $r = 5$ Ом, сопротивление резистора $R = 25$ Ом. Найдите количество теплоты, которое выделяется на резисторе после размыкания ключа К в результате разряда конденсатора. Потерями на излучение пренебречь.



С5. В идеальном колебательном контуре амплитуда колебаний силы тока в катушке индуктивности $I_m = 5$ мА, а амплитуда напряжения на конденсаторе $U_m = 2,0$ В. В момент времени t напряжение на конденсаторе равно 1,2 В. Найдите силу тока в катушке в этот момент.

С6. В сосуде находится разреженный атомарный водород. Атом водорода в основном состоянии ($E_{(1)} = -13,6$ эВ) поглощает фотон и ионизуется. Электрон, вылетевший из атома в результате ионизации, движется вдали от ядра со скоростью $v = 1000$ км/с. Какова частота поглощенного фотона? Энергией теплового движения атомов водорода пренебречь.

