

Демонстрационный вариант

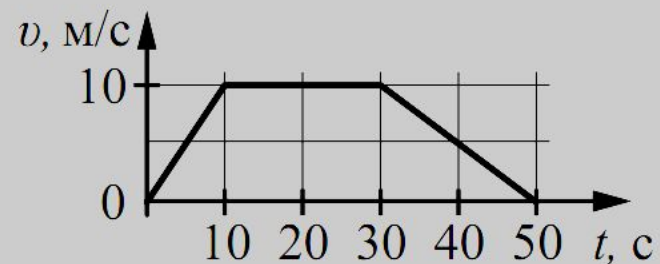
контрольных измерительных материалов

единого государственного экзамена 2014 года

по физике

A1

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



1) 50 м

2) 100 м

3) 200 м

4) 250 м

Решение. Пройденный путь в интервале времени от 0 до 30 с равен площади прямоугольной трапеции, ограниченной осью времени и графиком модуля скорости. Площадь трапеции равна полусумме оснований, умноженной на высоту. Определив по графику

длины сторон трапеции, получаем:

$$S = \frac{(30 + 20) \text{ с}}{2} \cdot 10 \text{ м/с} = 250 \text{ м}.$$

Правильный ответ указан под номером 4.

A2

Автомобиль массой 10^3 кг движется с постоянной по модулю скоростью по выпуклому мосту. Автомобиль действует на мост в верхней его точке с силой $F = 9000$ Н. Сила, с которой мост действует на автомобиль, равна

- 1) 9000 Н и направлена вертикально вверх
- 2) 9000 Н и направлена вертикально вниз
- 3) 19 000 Н и направлена вертикально вниз
- 4) 1000 Н и направлена вертикально вверх

Решение. По третьему закону Ньютона, сила действия равна силе противодействия, при этом направлены эти силы противоположно. Следовательно, сила, с которой мост действует на автомобиль, равна 9000 Н и направлена вертикально вверх.

Правильный ответ указан под номером 1.

A3

Две звезды одинаковой массы m притягиваются друг к другу с силами, равными по модулю F . Чему равен модуль сил притяжения между другими двумя звёздами, если расстояние между их центрами такое же, как и в первом случае, а массы звёзд равны $3m$ и $4m$?

1) $7F$

2) $9F$

3) $12F$

4) $16F$

Решение. Согласно закону Всемирного тяготения сила притяжения между телами прямо пропорциональна их массам и обратно пропорциональна квадрату расстояния между

ними. Между звёздами с массами m действует сила $F = \frac{Gm^2}{r^2}$. Тогда во втором случае

сила равна $12 \frac{Gm^2}{r^2} = 12F$.

Правильный ответ указан под номером 3.

A4

Легковой автомобиль и грузовик движутся со скоростями $v_1 = 108$ км/ч и $v_2 = 54$ км/ч соответственно. Их массы соответственно $m_1 = 1000$ кг и $m_2 = 3000$ кг. На сколько импульс грузовика больше импульса легкового автомобиля?

- 1) на 15 000 кг·м/с
- 2) на 45 000 кг·м/с
- 3) на 30 000 кг·м/с
- 4) на 60 000 кг·м/с

Решение. Импульс автомобиля равен $p_1 = m_1 v_1$. Импульс грузовика равен $p_2 = m_2 v_2$. Импульс грузовика больше импульса автомобиля на:

$$\Delta p = p_2 - p_1 = m_2 v_2 - m_1 v_1 = 3000 \text{ кг} \cdot 54 \text{ км/ч} - 1000 \text{ кг} \cdot 108 \text{ км/ч} = 54000 \text{ кг} \cdot \text{км/ч}.$$

Учитывая, что $1 \text{ м/с} = 3,6 \text{ км/ч}$, получаем:

$$\Delta p = \frac{54000 \text{ кг} \cdot \text{м/с}}{3,6} = 15000 \text{ кг} \cdot \text{м/с}.$$

Правильный ответ указан под номером 1.

A5

Искусственный спутник обращается вокруг Земли по вытянутой эллиптической орбите. Выберите верное утверждение о потенциальной энергии и полной механической энергии спутника.

- 1) Потенциальная и полная механическая энергия спутника достигают максимальных значений в точке максимального удаления от Земли.
- 2) Потенциальная и полная механическая энергия спутника достигают максимальных значений в точке минимального удаления от Земли.
- 3) Потенциальная энергия достигает максимального значения в точке максимального удаления от Земли, полная механическая энергия спутника неизменна.
- 4) Потенциальная энергия достигает максимального значения в точке минимального удаления от Земли, полная механическая энергия спутника неизменна.

Решение. Т. к. спутник вращается только в поле гравитационного притяжения Земли, то выполняется закон сохранения энергии, а значит, полная механическая энергия спутника неизменна.

Потенциальная энергия спутника зависит от расстояния до центра Земли следующим образом:

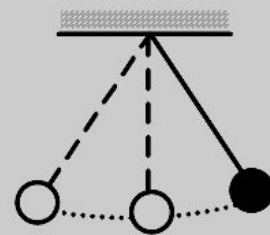
$$E = -\frac{GM_3 m_{сп}}{r}$$

Следовательно, чем больше расстояние r , тем больше значение потенциальной энергии (обратите внимание на знак "-"). Таким образом, потенциальная энергия достигает максимального значения в точке максимального удаления от Земли.

Правильный ответ указан под номером 3.

A6

Математический маятник с периодом колебаний T отклонили на небольшой угол от положения равновесия и отпустили с начальной скоростью, равной нулю (см. рисунок). Через какое время после этого потенциальная энергия маятника в первый раз вновь достигнет максимума? Сопротивлением воздуха пренебречь.



1) T

2) $\frac{1}{4}T$

3) $\frac{1}{2}T$

4) $\frac{1}{8}T$

Решение. Поскольку маятник отпустили с нулевой начальной скоростью, положение начального отклонения соответствует максимальному отклонению. За время, равное периоду, маятник успеет отклониться в противоположную сторону и вернуться в исходное положение. Максимальная потенциальная энергии у маятника в положениях максимального отклонения. Таким образом, потенциальная энергия маятника в первый раз вновь достигнет максимума через половину периода.

Правильный ответ указан под номером 3.

A7

Частицы газа находятся в среднем на таких расстояниях друг от друга, при которых силы притяжения между ними незначительны. Это объясняет

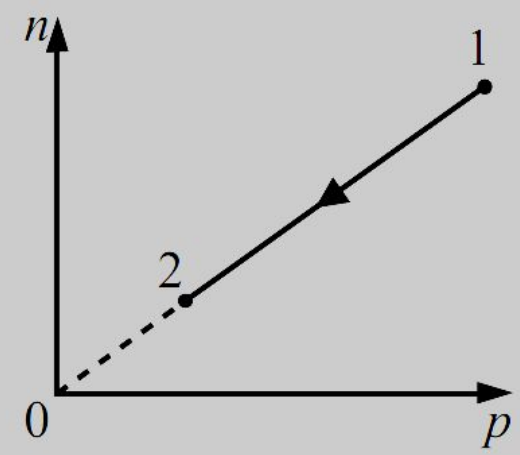
- 1) большую скорость частиц газа
- 2) значение скорости звука в газе
- 3) распространение в газе звуковых волн
- 4) способность газов к неограниченному расширению

Решение. Поскольку силы притяжения между частицами газа незначительны, то они свободно могут удаляться на любые расстояния, а значит, неограниченно расширяться. Правильный ответ указан под номером 4.

A8 При переводе идеального газа из состояния 1 в состояние 2 концентрация молекул n пропорциональна давлению p (см. рисунок). Масса газа в процессе остаётся постоянной.

Утверждается, что в данном процессе

- А. плотность газа возрастает.
 - Б. происходит изотермическое расширение газа.
- Из этих утверждений



- 1) верно только А
- 2) верно только Б
- 3) оба утверждения верны
- 4) оба утверждения неверны

Решение. Плотность линейно зависит от концентрации молекул газа, поэтому при уменьшении концентрации, плотность уменьшится. Утверждение А неверно.

Идеальный газ подчиняется уравнению состояния для идеального газа: $p = nkT$. В данном случае эта зависимость линейна, поэтому множитель kT постоянен, следовательно, процесс изотермический. По условию масса газа остаётся постоянной, значит концентрация уменьшается за счёт увеличения объёма. Утверждение Б верно.

Правильный ответ указан под номером 2.

A9

В калориметр с холодной водой погрузили алюминиевый цилиндр, нагретый до $100\text{ }^{\circ}\text{C}$. В результате в калориметре установилась температура $30\text{ }^{\circ}\text{C}$. Если вместо алюминиевого цилиндра опустить в калориметр медный цилиндр такой же массы при температуре $100\text{ }^{\circ}\text{C}$, то конечная температура в калориметре будет

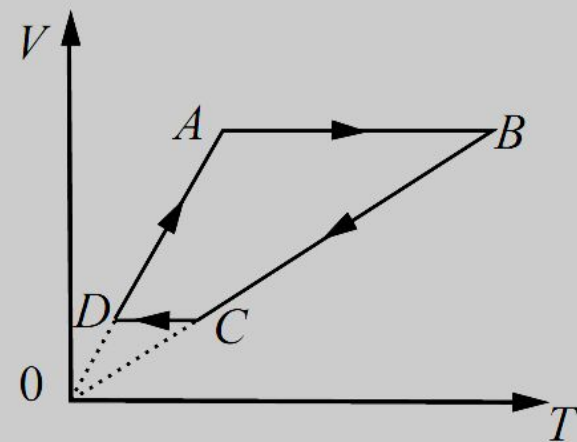
- 1) ниже $30\text{ }^{\circ}\text{C}$
- 2) выше $30\text{ }^{\circ}\text{C}$
- 3) $30\text{ }^{\circ}\text{C}$
- 4) зависеть от отношения массы воды и цилиндров и в данном случае не поддаётся никакой оценке

Решение. Удельная теплоёмкость меди меньше удельной теплоёмкости алюминия, поэтому медный цилиндр будет быстрее охлаждаться и отдаст воде меньше теплоты, чем алюминиевый цилиндр. Установившаяся температура будет ниже $30\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Правильный ответ указан под номером 1.

A10

На рисунке приведён цикл, осуществляемый с одним молем идеального газа. Если U – внутренняя энергия газа, A – работа, совершаемая газом, Q – сообщённое газу количество теплоты, то условия $\Delta U > 0$, $A > 0$, $Q > 0$ выполняются совместно на участке

1) AB 2) BC 3) CD 4) DA

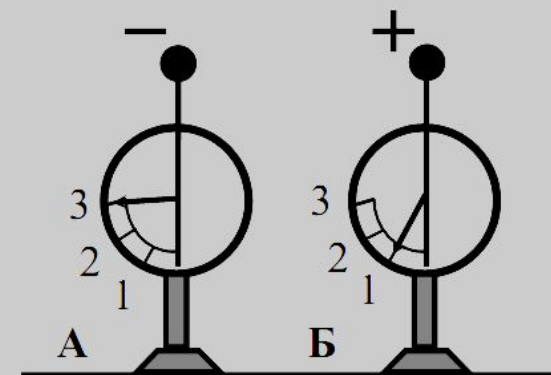
Решение. Внутренняя энергия фиксированного количества одноатомного идеального газа зависит только от температуры, ее изменение определяется выражением:

$\Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T$. Таким образом, приращение внутренней энергии положительно при увеличении температуры. Работа газа положительна при расширении. Объём и температура одновременно увеличиваются на участке DA . Следовательно на этом участке $\Delta U > 0, A > 0$. Согласно первому началу термодинамики, переданное газу тепло идет на изменение его внутренней энергии и на работу против внешних сил: $Q = \Delta U + A$. Поскольку на участке DA и изменение внутренней энергии, и работа газа положительны, то на этом участке тепло газу передается: $Q > 0$.

Правильный ответ указан под номером 4.

A11

На рисунке изображены два одинаковых электрометра, шары которых имеют заряды противоположных знаков. Если их шары соединить проволокой, то показания обоих электрометров



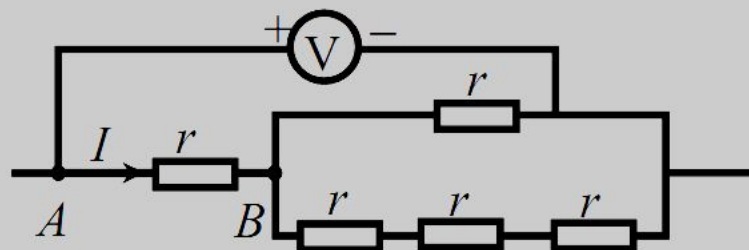
- 1) не изменятся
- 2) станут равными 1
- 3) станут равными 2
- 4) станут равными 0

Решение. При соединении проволокой заряд перераспределится поровну и станет равным $(-3 + 1)/2 = -1$. Поскольку электрометр показывает величину заряда, то показания обоих приборов будут 1.

Правильный ответ указан под номером 2.

A12

Пять одинаковых резисторов с сопротивлением $r = 1 \text{ Ом}$ соединены в электрическую цепь, схема которой представлена на рисунке. По участку AB идёт ток $I = 4 \text{ А}$. Какое напряжение показывает идеальный вольтметр?



1) 3 В

2) 5 В

3) 6 В

4) 7 В

Решение. Вольтметр покажет напряжение $U = U_{AB} + U_1$, где U_1 — напряжение на верхнем резисторе в параллельном участке. Пусть сила тока на той части параллельного участка, где находится один резистор r равна I_1 . При параллельном соединении напряжения одинаково, следовательно, по закону Ома

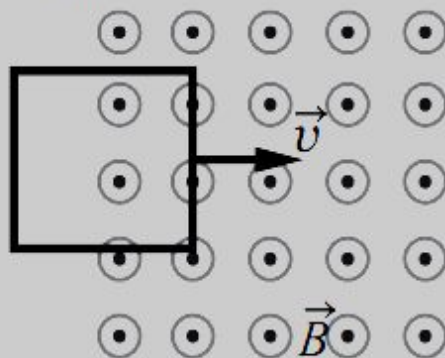
$$U_1 = I_1 r = 3(I - I_1)r \Leftrightarrow I_1 = \frac{3}{4}I.$$

Тогда
$$U = Ir \left(1 + \frac{3}{4}\right) = 4 \text{ А} \cdot 1 \text{ Ом} \cdot \frac{7}{4} = 7 \text{ В}.$$

Правильный ответ указан под номером 4.

A13

В некоторой области пространства создано однородное магнитное поле (см. рисунок). Квадратная металлическая рамка движется через границу этой области с постоянной скоростью \vec{v} , направленной вдоль плоскости рамки и перпендикулярно вектору магнитной индукции \vec{B} . ЭДС индукции, генерируемая при этом в рамке, равна \mathcal{E} .



Какой станет ЭДС, если рамка будет двигаться со скоростью $\frac{v}{4}$?

1) $\frac{\mathcal{E}}{4}$

2) \mathcal{E}

3) $2\mathcal{E}$

4) $4\mathcal{E}$

Решение. Согласно закону Фарадея при изменении потока магнитного поля через контур, в контуре возникает ЭДС индукции, равная $\varepsilon_i(t) = -\frac{d\Phi(t)}{dt}$. Поток через движущуюся на границе однородного магнитного поля рамку $\Phi(t) = BS(t) = Bavt$, где a — сторона квадрата. ЭДС индукции линейно зависит от скорости, поэтому при уменьшении скорости в 4 раза, ЭДС индукции также уменьшится в 4 раза.

Правильный ответ указан под номером 1.

A14

Как изменится частота свободных электромагнитных колебаний в контуре, если воздушный промежуток между пластинами конденсатора заполнить диэлектриком с диэлектрической проницаемостью $\varepsilon = 3$?

- 1) уменьшится в $\sqrt{3}$ раза
- 2) увеличится в $\sqrt{3}$ раза
- 3) увеличится в 3 раза
- 4) уменьшится в 3 раза

Решение. Частота свободных электромагнитных колебаний в контуре связана с ёмкостью и индуктивностью соотношением $\nu_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$. Ёмкость линейно зависит от диэлектрической проницаемости $\left(C = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 S}{d}\right)$, поэтому при заполнении воздушного промежутка между пластинами конденсатора диэлектриком с диэлектрической проницаемостью $\varepsilon = 3$, ёмкость увеличится в 3 раза, а значит, частота уменьшится в $\sqrt{3}$ раз.

Правильный ответ указан под номером 1.

A15

Стеклянную линзу (показатель преломления стекла $n_{\text{стекла}} = 1,54$), показанную на рисунке, перенесли из воздуха ($n_{\text{воздуха}} = 1$) в воду ($n_{\text{воды}} = 1,33$). Как изменились при этом фокусное расстояние и оптическая сила линзы?

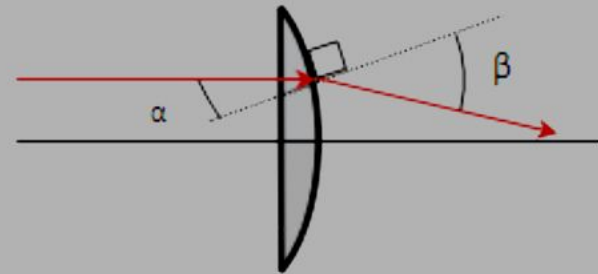


- 1) Фокусное расстояние уменьшилось, оптическая сила увеличилась.
- 2) Фокусное расстояние увеличилось, оптическая сила уменьшилась.
- 3) Фокусное расстояние и оптическая сила увеличились.
- 4) Фокусное расстояние и оптическая сила уменьшились.

Решение. При переходе из оптически более плотной среды в менее плотную, луч отклоняется от нормали, как показано на рисунке. Пусть луч параллельно главной оптической оси, тогда после преломления он пойдёт в точку фокуса. Запишем закон преломления для двух случаев и сравним угол преломления β .

Для воздуха: $1,54 \sin \alpha = \sin \beta_1$. Для воды: $1,54 \sin \alpha = 1,33 \sin \beta_2$.

Синус угла β уменьшился, следовательно угол уменьшился. Это значит, что расстояние от пересечения луча с главной оптической осью до линзы увеличилось, а данное расстояние и есть фокусное расстояние F линзы. Оптическая сила $D = \frac{1}{F}$, а т. к. F увеличилось, D уменьшилась. Правильный ответ указан под номером 2.



A16

Пучок света падает на собирающую линзу параллельно её главной оптической оси на расстоянии h от этой оси. Линза находится в вакууме, её фокусное расстояние равно F . С какой скоростью распространяется свет за линзой? Скорость света от неподвижного источника в вакууме равна c .

1) $\frac{c\sqrt{(F^2 + h^2)}}{F}$

2) $\frac{ch}{F}$

3) c

4) $\frac{Fc}{F + h}$

Решение. После выхода из линзы свет окажется в вакууме, поэтому его скорость станет равна c .

Правильный ответ указан под номером 3.

A17

В опытах по фотоэффекту взяли пластину из металла с работой выхода $5,4 \cdot 10^{-19}$ Дж и стали освещать её светом частотой $3 \cdot 10^{14}$ Гц. Затем частоту света увеличили в 2 раза, одновременно увеличив в 1,5 раза число фотонов, падающих на пластину за 1 с. При этом максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов

- 1) увеличилась в 1,5 раза
- 2) увеличилась в 2 раза
- 3) увеличилась в 3 раза
- 4) не определена, так как фотоэффекта не будет

Решение. Согласно уравнению фотоэффекта, энергия фотона, работа выхода и максимальная кинетическая энергия электрона связаны соотношением: $E_{\text{фот}} = A_{\text{вых}} + E_{\text{кин}}$. Сравним работу выхода и энергию падающего света:

$$h\nu - A = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ (Дж} \cdot \text{с)} \cdot 3 \cdot 10^{14} \text{ Гц} - 5,4 \cdot 10^{-19} \text{ Дж} \approx (2,0 - 5,4) \cdot 10^{-19} \text{ Дж} < 0$$

В первом случае энергии падающего света не хватит, чтобы фотоэффект начался.

Если увеличить частоту света в 2 раза, то фотоэффект также не произойдёт:

$$h\nu - A = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ (Дж} \cdot \text{с)} \cdot 2 \cdot 3 \cdot 10^{14} \text{ Гц} - 5,4 \cdot 10^{-19} \text{ Дж} \approx (4,0 - 5,4) \cdot 10^{-19} \text{ Дж} < 0$$

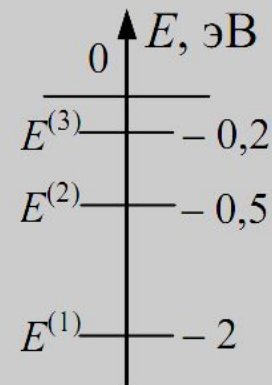
Число фотонов никак не влияет на кинетическую энергию фотоэлектронов.

Правильный ответ указан под номером 4.

A18

Схема низших энергетических уровней атома имеет вид, изображённый на рисунке. В начальный момент времени атом находится в состоянии с энергией $E^{(2)}$. Согласно постулатам Бора атом может излучать фотоны с энергией

- 1) только 0,5 эВ
- 2) только 1,5 эВ
- 3) любой, меньшей 0,5 эВ
- 4) любой в пределах от 0,5 до 2 эВ



Решение. Согласно постулатам Бора, свет излучается при переходе атома на более низкие уровни энергии, при этом фотоны несут энергию, равную разности энергий начального и конечного состояний. Единственный переход с излучением фотонов возможен на уровень $E^{(1)}$ с энергией равной $-0,5 \text{ эВ} - (-2 \text{ эВ}) = 1,5 \text{ эВ}$.

Правильный ответ указан под номером 2.

A19

Деление ядра урана тепловыми нейтронами описывается реакцией

${}_0^1\text{n} + {}_{92}^{235}\text{U} \longrightarrow {}_X^Y\text{Z} + {}_{56}^{139}\text{Ba} + 3{}_0^1\text{n} + 7\gamma.$ При этом образовалось ядро химического элемента ${}_X^Y\text{Z}$. Какое ядро образовалось?

- 1) ${}_{42}^{88}\text{Mo}$
- 2) ${}_{42}^{94}\text{Mo}$
- 3) ${}_{36}^{94}\text{Kr}$
- 4) ${}_{36}^{88}\text{Kr}$

Решение. В ходе ядерной реакции выполняются законы сохранения зарядового и массового чисел. Поэтому $X = 92 - 56 = 36$ $Y = 235 + 1 - 139 - 3 = 94.$

Правильный ответ указан под номером 3.

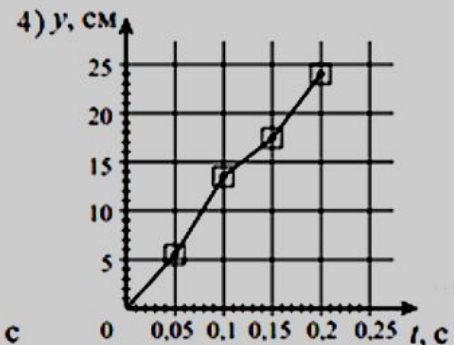
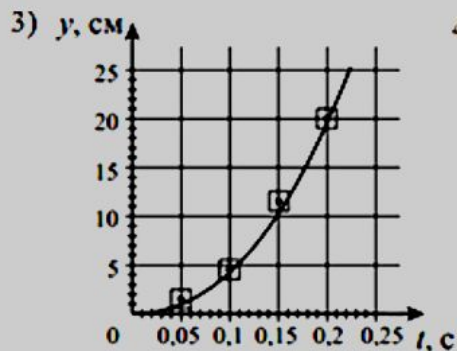
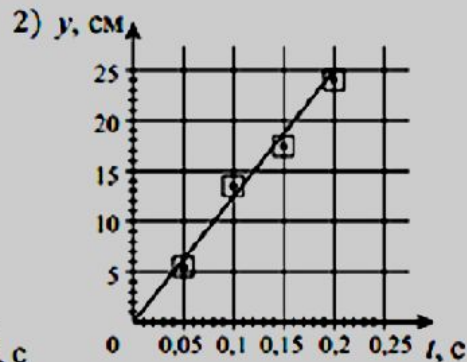
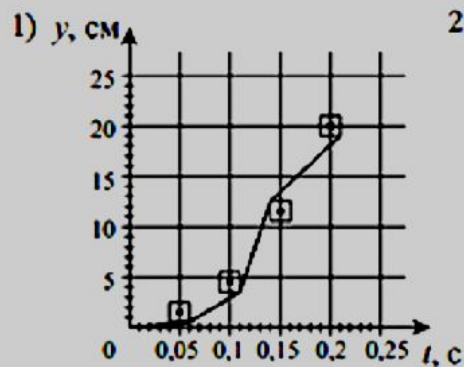
Примечание.

γ -квант не несет электрического заряда. Его массовое число равно нулю.

20. Задание 23 № 5618. Ученик исследовал движение шарика, брошенного горизонтально. Для этого он измерил координаты летящего шарика в разные моменты времени его движения и заполнил таблицу:

$t, \text{ с}$	0	0,05	0,1	0,15	0,2
$x, \text{ см}$	0	5,5	13,5	17,5	24
$y, \text{ см}$	0	1,5	4,5	11,5	20

Погрешность измерения координат равна 1 см, а промежутков времени — 0,01 с. На каком из графиков верно построена зависимость координаты y шарика от времени t ?



Решение. На брошенный горизонтально шарик действует ускорение свободного падения, а поскольку он брошен горизонтально, его начальная скорость по вертикали равна нулю. Уравнение движения шарика примет вид $y = \frac{gt^2}{2}$, графиком которого является парабола. Правильный ответ указан под номером 3.

A21

В таблице представлены результаты измерений фототока в зависимости от разности потенциалов между анодом и катодом на установке по изучению фотоэффекта. Точность измерения силы тока равна 5 мкА, разности потенциалов 0,1 В. Работа выхода фотоэлектронов с поверхности фотокатода равна 2,4 эВ. Фотокатод освещается монохроматическим светом.

$\varphi_a - \varphi_k, \text{ В}$	-1,5	-1,0	-0,5	0,0	+0,5	+1,0
$I, \text{ мкА}$	0	0	10	40	80	110

Энергия фотонов, падающих на фотокатод,

- 1) превышает 1,8 эВ
- 2) превышает 2,8 эВ
- 3) равна $(1,4 \pm 0,1)$ эВ
- 4) не превосходит 2,0 эВ

Решение. Согласно уравнению фотоэффекта, энергия фотона, работа выхода и максимальная кинетическая энергия электрона связаны соотношением: $E_{\text{фот}} = A_{\text{вых}} + E_{\text{кин}}$. При отрицательной разности потенциалов создаётся тормозящее поле, которое мешает фотоэлектронам достигнуть анода. Но при отрицательном напряжении в $-0,5$ В прибор уже фиксирует фототок. Значит, кинетическая энергия вылетевших электронов больше энергии тормозящего поля, равной eU . Для того, чтобы оценить минимум энергии, учтём погрешность измерений в 0,1 В и получим $E_{\text{кин}} \geq 0,4$ эВ. Тогда $E_{\text{фот}} \geq 2,4 + 0,4 = 2,8$ эВ.

Правильный ответ указан под номером 2.

В1

В результате торможения в верхних слоях атмосферы высота полёта искусственного спутника над Землёй уменьшилась с 400 до 300 км. Как изменились в результате этого скорость спутника, его кинетическая энергия и период обращения?

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.

Скорость	Кинетическая энергия	Период обращения

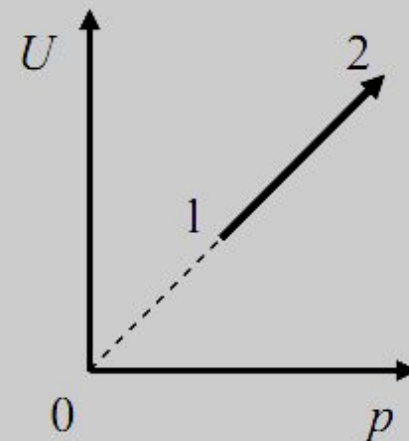
Решение. Спутник движется вокруг Земли по круговой орбите с постоянным центростремительным $a = \frac{v^2}{r}$ под действием силы притяжения со стороны Земли $F = \frac{GM_3m}{r^2}$. От-

куда следует формула для скорости спутника: $v = \sqrt{G \frac{M_3}{r}}$. Следовательно, при уменьшении расстояния до центра Земли скорость спутника и его кинетическая энергия возрастут. При этом длина орбиты уменьшится, а значит, период обращения также уменьшится. Ответ: 112.

B2

На рисунке показан процесс изменения состояния одного моля одноатомного идеального газа (U – внутренняя энергия газа; p – его давление). Как изменяются в ходе этого процесса объём, абсолютная температура и теплоёмкость газа?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:



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

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины.

Решение. 1) Т. к. U связано с температурой линейно, зависимость T от P линейна, следовательно, $T = \text{const}P$. Сравнивая полученное выражение с уравнением Менделеева-Клапейрона для одного моля $PV/R = T$, получаем, что объём газа не изменился.

2) Внутренняя энергия одного моля одноатомного идеального газа зависит только от температуры, ее изменение определяется выражением: $\Delta U = \frac{3}{2}R\Delta T$. Таким образом, внутренняя энергия увеличивается с увеличением температуры. Из приведенного графика видно, что $\Delta U > 0$, значит, абсолютная температура увеличилась.

3) Теплоёмкость газа определяется выражением $C = \frac{\Delta Q}{\Delta T} = \frac{3/2R\Delta T}{\Delta T} = \frac{3}{2}R$. В данном процессе работа газа равна нулю, в результате, теплоёмкость оставалась постоянной.

Ответ: 313.

В3

Большое количество N радиоактивных ядер ${}_{80}^{203}\text{Hg}$ распадается, образуя стабильные дочерние ядра ${}_{81}^{203}\text{Tl}$. Период полураспада равен 46,6 суток. Какое количество исходных ядер останется через 139,8 суток, а дочерних появится за 93,2 суток после начала наблюдений?

Установите соответствие между величинами и их значениями.

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

ВЕЛИЧИНЫ

ИХ ЗНАЧЕНИЯ

А) количество ядер ${}_{80}^{203}\text{Hg}$ через 139,8 суток

1) $\frac{N}{8}$

Б) количество ядер ${}_{81}^{203}\text{Tl}$ через 93,2 суток

2) $\frac{N}{4}$

3) $\frac{3N}{4}$

7) N

Решение. А) Оставшееся число частиц описывается формулой $N = N_0 \cdot 2^{-t/T}$, поэтому

через 139,8 суток останется $N \cdot 2^{-139,8/46,6} = \frac{N}{8}$ ядер ${}_{80}^{203}\text{Hg}$.

Б) Количество образовавшихся ядер ${}_{81}^{203}\text{Tl}$ равно количеству распавшихся ядер ${}_{80}^{203}\text{Hg}$.

Чтобы его найти, нужно вычесть из исходного количества нераспавшихся ядер оставше-

еся количество ядер ${}_{80}^{203}\text{Hg}$ через 93,2 суток: $N - N \cdot 2^{-93,2/46,6} = N - \frac{N}{4} = \frac{3N}{4}$.

Ответ: 13.

В4

Тело, брошенное со скоростью v под углом α к горизонту, в течение времени t поднимается на максимальную высоту h над горизонтом. Сопротивление воздуха пренебрежимо мало.

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно определить.

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

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

ФОРМУЛЫ

А) время подъёма t на максимальную высоту

Б) максимальная высота h над горизонтом

1) $\frac{v^2 \sin^2 \alpha}{2g}$

2) $\frac{v \cos^2 \alpha}{g}$

3) $\frac{v^2 \sin 2\alpha}{2g}$

Решение. А) За время подъёма на максимальную высоту вертикальная составляющая скорости уменьшится до нуля. Поэтому её уравнение движения в этот момент запишется как $v \sin \alpha - gt = 0$, откуда следует формула 4) для времени.

Б) Запишем уравнение движения для вертикальной координаты и подставим время из

$$h_{max} = v_y t - \frac{gt^2}{2} = v \sin \alpha \frac{v \sin \alpha}{g} - \frac{g \left(\frac{v \sin \alpha}{g} \right)^2}{2} = 0,5 \frac{v^2 \sin^2 \alpha}{g}.$$

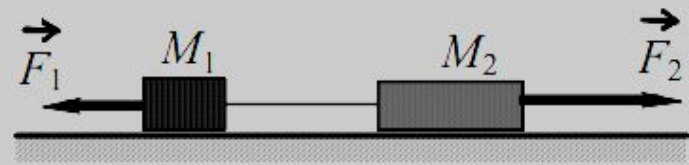
пункта А):

Ответ: 41.

Получили формулу 1).

A22

Два груза массами соответственно $M_1 = 1$ кг и $M_2 = 2$ кг, лежащие на гладкой горизонтальной поверхности, связаны невесомой и нерастяжимой нитью.



На грузы действуют силы \vec{F}_1 и \vec{F}_2 , как показано на рисунке. Сила натяжения нити $T = 15$ Н. Каков модуль силы F_1 , если $F_2 = 21$ Н?

1) 6 Н

2) 12 Н

3) 18 Н

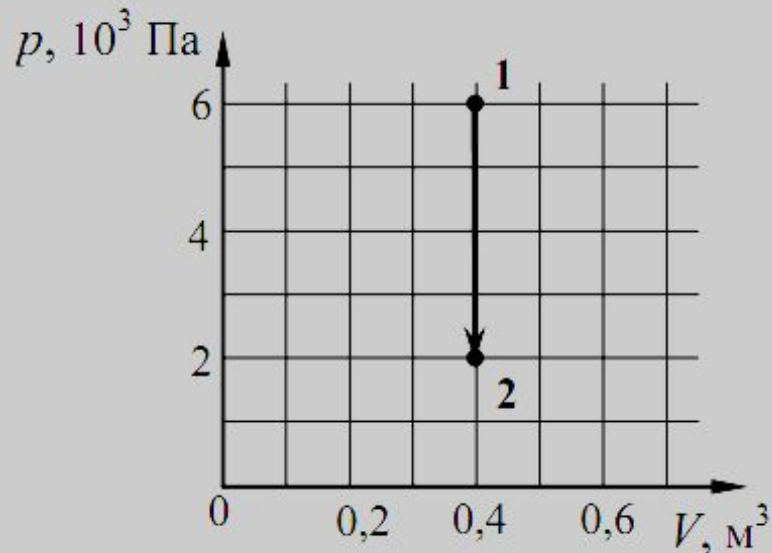
4) 21 Н

Решение. На правый грузик в горизонтальном направлении действуют сила F_2 и сила натяжения нити T . Поскольку равнодействующая этих сил отлична от нуля, грузик движется вправо с некоторым ускорением. Так как грузики связаны нерастяжимой нитью, ускорения грузиков совпадают. Выпишем для обоих грузиков второй закон Ньютона в проекции на горизонтальную ось: $T - F_1 = M_1 a$, $F_2 - T = M_2 a$

Решая систему из этих двух уравнений для силы, действующей на левый грузик, получаем $F_1 = T - \frac{M_1}{M_2}(F_2 - T) = 15 \text{ Н} - \frac{1 \text{ кг}}{2 \text{ кг}} \cdot (21 \text{ Н} - 15 \text{ Н}) = 12 \text{ Н}$ Правильный ответ: 12 Н.

A23

Во время опыта абсолютная температура воздуха в сосуде понизилась в 2 раза, и он перешёл из состояния 1 в состояние 2 (см. рисунок). Кран у сосуда был закрыт неплотно, и сквозь него мог просачиваться воздух. Рассчитайте отношение $\frac{N_2}{N_1}$ количества молекул газа в сосуде в конце и начале опыта. Воздух считать идеальным газом.



1) $\frac{1}{3}$

2) $\frac{2}{3}$

3) $\frac{3}{2}$

4) $\frac{4}{3}$

Решение. Запишем уравнение состояния для идеального газа $p = nkT \Leftrightarrow pV = NkT$.
Найдём отношение количества частиц в конце и в начале опыта:

$$\begin{cases} p_2 V_2 = N_2 k T \\ p_1 V_1 = N_1 k T \end{cases} \Leftrightarrow \frac{N_2}{N_1} = \frac{2 p_2 V_2}{p_1 V_1}$$

$$\frac{N_2}{N_1} = \frac{2 \cdot 2}{6} = \frac{2}{3}$$

Подставим данные из графика и получим:

Правильный ответ указан под номером 2.

A24

Прямолинейный проводник подвешен горизонтально на двух нитях в однородном магнитном поле с индукцией 10 мТл. Вектор магнитной индукции горизонтален и перпендикулярен проводнику. Во сколько раз изменится сила натяжения нитей при изменении направления тока на противоположное? Масса единицы длины проводника 0,01 кг/м, сила тока в проводнике 5 А.

1) 1,5 раза

2) 2 раза

3) 2,5 раза

4) 3 раза

Решение. На проводник с током в однородном магнитном поле действует сила Ампера, сила тяжести и сила натяжения нитей. Т. к. проводник и вектор магнитной индукции горизонтальны и взаимно перпендикулярны, сила Ампера может быть направлена либо вверх, либо вниз. Тогда, по второму закону Ньютона, сила натяжения нитей $T = mg \pm IBl$ в зависимости от направления тока в проводнике.

Найдём отношение сил натяжения в двух случаях:

$$\frac{T_+}{T_-} = \frac{mg + IBl}{mg - IBl} = \frac{m/lg + IB}{m/lg - IB} \Rightarrow \frac{T_+}{T_-} = \frac{0,01 \text{ кг/м} \cdot 10 \text{ м/с}^2 + 5 \text{ А} \cdot 0,01 \text{ Тл}}{0,01 \text{ кг/м} \cdot 10 \text{ м/с}^2 - 5 \text{ А} \cdot 0,01 \text{ Тл}} = 3.$$

Правильный ответ указан под номером 4.

A25

Линза с фокусным расстоянием $F = 1$ м даёт на экране изображение предмета, увеличенное в 4 раза. Каково расстояние от предмета до линзы?

1) 0,50 м

2) 0,75 м

3) 1,25 м

4) 1,50 м

Решение. Фокусное расстояние связано с расстоянием от предмета до линзы и расстоянием от линзы до изображения формулой линзы: $\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$. Увеличение линзы равно отношению высоты изображения к высоте объекта: $\Gamma = \frac{H}{h}$. Из геометрического построения также $\Gamma = \frac{f}{d}$. Тогда $\frac{f}{d} = 4 \Leftrightarrow f = 4d \Rightarrow \frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{4d} = \frac{5}{4d} \Leftrightarrow d = \frac{5}{4}F = 1,25$ м.

Ответ: 1,25 м.

С1

Катушка, обладающая индуктивностью L , соединена с источником питания с ЭДС \mathcal{E} и двумя одинаковыми резисторами R . Электрическая схема соединения показана на рис. 1. В начальный момент ключ в цепи разомкнут.

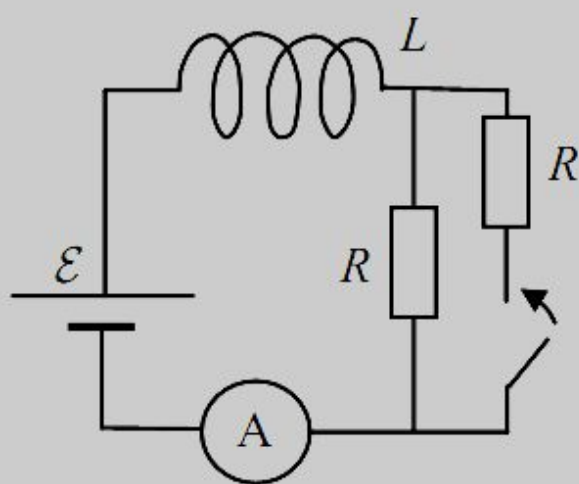


Рис. 1

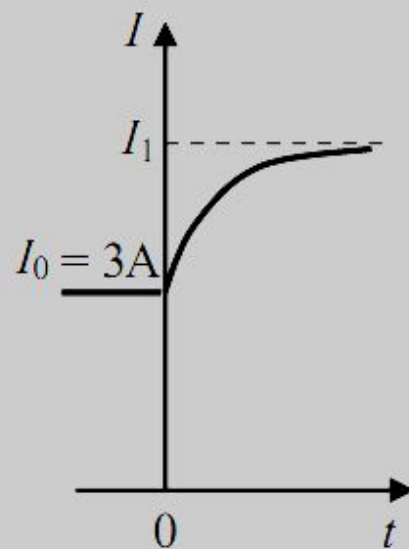


Рис. 2

В момент времени $t = 0$ ключ замыкают, что приводит к изменениям силы тока, регистрируемым амперметром, как показано на рис. 2. Основываясь на известных физических законах, объясните, почему при замыкании ключа сила тока плавно увеличивается до некоторого нового значения – I_1 . Определите значение силы тока I_1 . Внутренним сопротивлением источника тока пренебречь.

Возможное решение

1. Сила тока определяется законом Ома для полной цепи: $IR_{\text{общ}} = \mathcal{E} + \mathcal{E}_{\text{инд}}$,

где I – сила тока в цепи, $R_{\text{общ}}$ – сопротивление цепи, а $\mathcal{E}_{\text{инд}} = -L \frac{\Delta I}{\Delta t}$ – ЭДС

самоиндукции, возникающая только при изменении силы тока, и препятствующая его изменению согласно правилу Ленца.

2. До замыкания ключа $R_{\text{общ}} = R$; сила тока через амперметр определяется

законом Ома для замкнутой цепи: $I_0 = \frac{\mathcal{E}}{R}$.

3. При замыкании ключа сопротивление цепи скачком уменьшается в 2 раза, но ЭДС самоиндукции препятствует изменению силы тока через катушку. Поэтому сила тока через катушку при замыкании ключа не претерпевает скачка.

4. Постепенно ЭДС самоиндукции уменьшается до нуля, а сила тока через

катушку плавно возрастает до стационарного значения: $I_1 = 2 \frac{\mathcal{E}}{R} = 2I_0 = 6 \text{ А}$

ДЕМО - 2014

№ задания	Ответ	№ задания	Ответ
A1	4	A14	1
A2	1	A15	2
A3	3	A16	3
A4	1	A17	4
A5	3	A18	2
A6	3	A19	3
A7	4	A20	3
A8	2	A21	2
A9	1	A22	2
A10	4	A23	2
A11	2	A24	4
A12	4	A25	3
A13	1		

№ задания	Ответ
B1	112
B2	313
B3	13
B4	41