

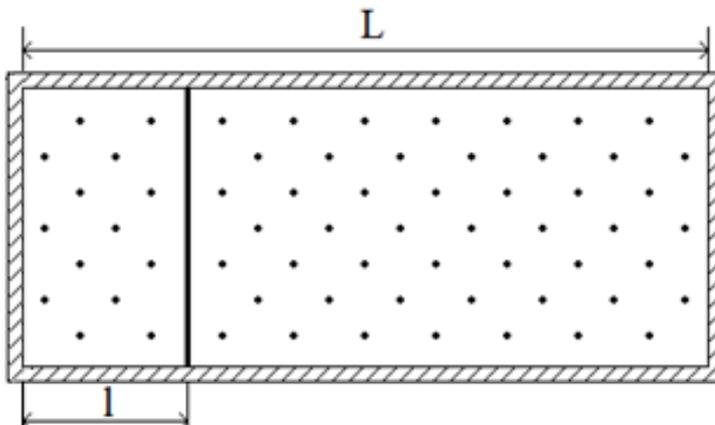
Задания интернет-тура Олимпиады КФУ по физике
для школьников 11 класса
(ноябрь 2024 г)

Задача 1 (9 б.)

1 вариант

Цилиндрический сосуд, изображенный на рисунке, разделен на две части тонкой непроницаемой перегородкой, которая может без трения передвигаться по сосуду. Перегородка и стенки сосуда имеют нулевую теплопроводность. Обе части сосуда заполнены одним и тем же идеальным одноатомным газом, при одной и той же температуре. В равновесии положение перегородки $l = L/4$. В левой части сосуда находится нагревательный элемент пренебрежимо малого объема. Во сколько раз нужно увеличить температуру в левой части сосуда, оставив правую часть теплоизолированной, чтобы перегородка переместилась на его середину?

Ответ округлите до десятых долей. В качестве разделительного знака рекомендуется использовать точку (например: 4.4).

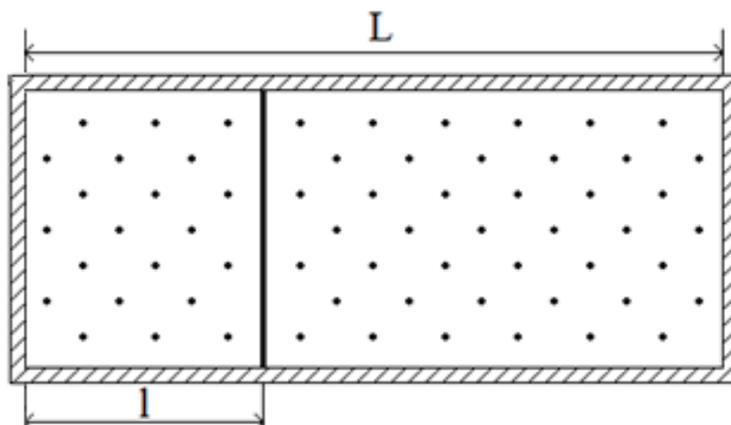


Ответ: 3.9 разброс 0.1

2 вариант

Цилиндрический сосуд, изображенный на рисунке, разделен на две части тонкой непроницаемой перегородкой, которая может без трения передвигаться по сосуду. Перегородка и стенки сосуда имеют нулевую теплопроводность. Обе части сосуда заполнены одним и тем же идеальным одноатомным газом, при одной и той же температуре. В равновесии положение перегородки $l = L/3$. В левой части сосуда находится нагревательный элемент пренебрежимо малого объема. Во сколько раз нужно увеличить температуру в левой части сосуда, оставив правую часть теплоизолированной, чтобы перегородка переместилась на его середину?

Ответ округлите до десятых долей. В качестве разделительного знака рекомендуется использовать точку (например: 4.4).



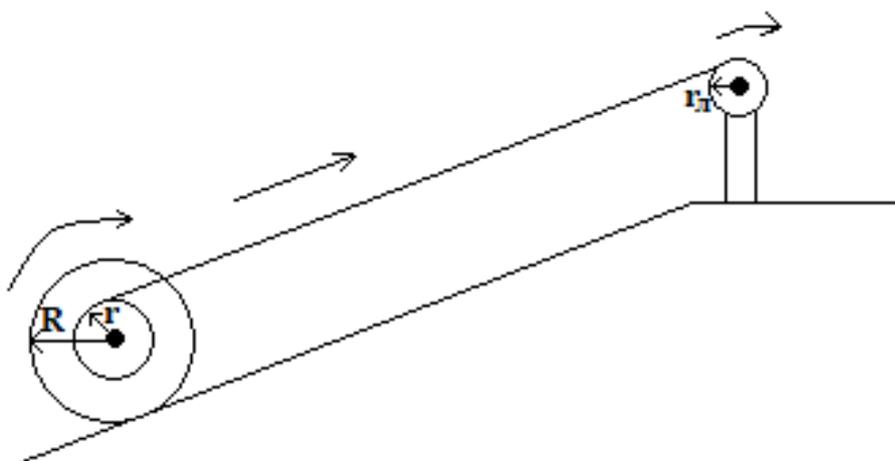
Ответ: 2.4 разброс 0.1

Задача 2 (7 б.)

1 вариант

Лебедка, установленная на горке, тянет катушку с намотанным на нее тросом вверх, как показано на рисунке. Трос при этом перематывается с катушки на лебедку. Катушка катится с постоянной скоростью без проскальзывания. Колесо лебедки совершает один полный оборот за время $T_{\text{л}} = 1$ с. Внешний радиус катушки $R = 75$ см, внутренний ее радиус $r = 25$ см. Радиус колеса лебедки $r_{\text{л}} = 10$ см. С какой скоростью катится катушка? Влиянием намотки/размотки троса на радиусы колес пренебречь.

Ответ дайте в метрах в секунду, округлив до десятых долей. В качестве разделительного знака рекомендуется использовать точку (например: 4.4). Единицы измерения в ответе указывать не нужно.

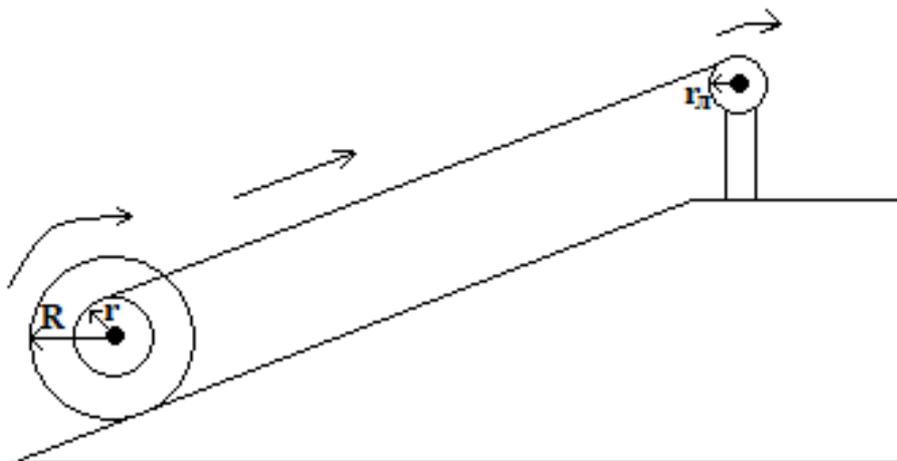


Ответ: 0.5 разброс 0.03

2 вариант

Лебедка, установленная на горке, тянет катушку с намотанным на нее тросом вверх, как показано на рисунке. Трос при этом перематывается с катушки на лебедку. Катушка катится с постоянной скоростью без проскальзывания. Колесо лебедки совершает один полный оборот за время $T_n = 2$ с. Внешний радиус катушки $R = 65$ см, внутренний ее радиус $r = 35$ см. Радиус колеса лебедки $r_n = 20$ см. С какой скоростью катится катушка? Влиянием намотки/размотки троса на радиусы колес пренебречь.

Ответ дайте в метрах в секунду, округлив до десятых долей. В качестве разделительного знака рекомендуется использовать точку (например: 4.4). Единицы измерения в ответе указывать не нужно.



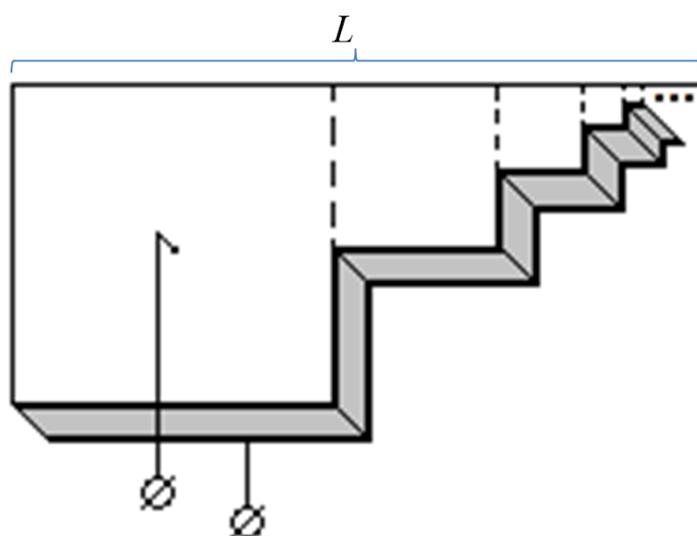
Ответ: 0.4 разброс 0.03

Задача 3 (7 б.)

1 вариант

Найти емкость конденсатора, состоящего из бесконечного числа звеньев с квадратной формой обкладок. Для звеньев выполняется закономерность: длина стороны квадратной обкладки каждого последующего звена вдвое меньше, чем у звена перед ним идущего. Расстояние между обкладками у всех звеньев одинаково. Все звенья конденсатора заполнены одним и тем же однородным диэлектриком с диэлектрической проницаемостью 2. Полная «длина» (см. рис.) конденсатора $L = 12$ см, расстояние между пластинами 1 мм. Электрическая постоянная $8.85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м. Краевыми эффектами пренебречь.

Ответ дайте в пикофарадах, округлив до целого. Единицы измерения в ответе указывать не нужно.

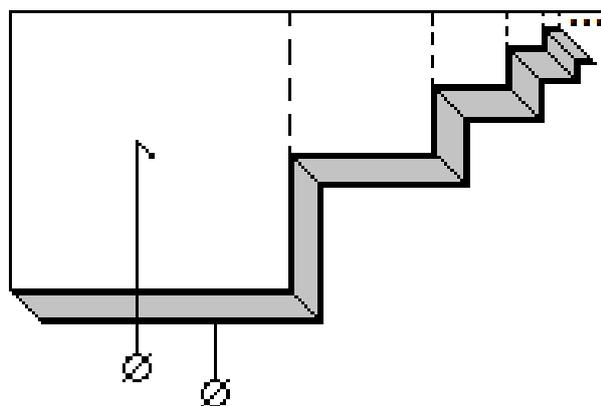


Ответ: 85 (84-86) разброс 1

2 вариант

Найти емкость конденсатора, состоящего из бесконечного числа звеньев с квадратной формой обкладок. Для звеньев выполняется закономерность: длина стороны квадратной обкладки каждого последующего звена вдвое меньше, чем у звена перед ним идущего. Расстояние между обкладками у всех звеньев одинаково. Все звенья конденсатора заполнены одним и тем же однородным диэлектриком с диэлектрической проницаемостью 5.5. Площадь первого звена 9 см^2 , расстояние между пластинами 2 мм. Электрическая постоянная $8.85 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}$. Краевыми эффектами пренебречь.

Ответ дайте в пикофарадах, округлив до целого. Единицы измерения в ответе указывать не нужно.



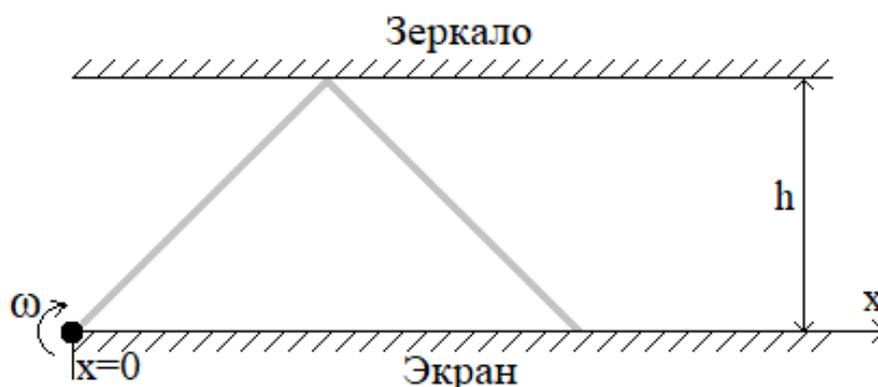
Ответ: 29 разброс 1

Задача 4 (9 б.)

1 вариант

Протяженное зеркало и экран, расстояние между которыми $h = 0.2$ м, образуют «коридор», в начале которого (точка $x = 0$) установлен лазер. Лазер поворачивается с постоянной угловой скоростью $\omega = 0.1$ рад/с в указанном на рисунке направлении, направляя луч света, создающий изображение в виде светящейся точки на экране. Чему равна скорость изображения в точке $x = 10$ м?

Ответ дайте в метрах в секунду, округлив до целого. Единицы измерения в ответе указывать не нужно.

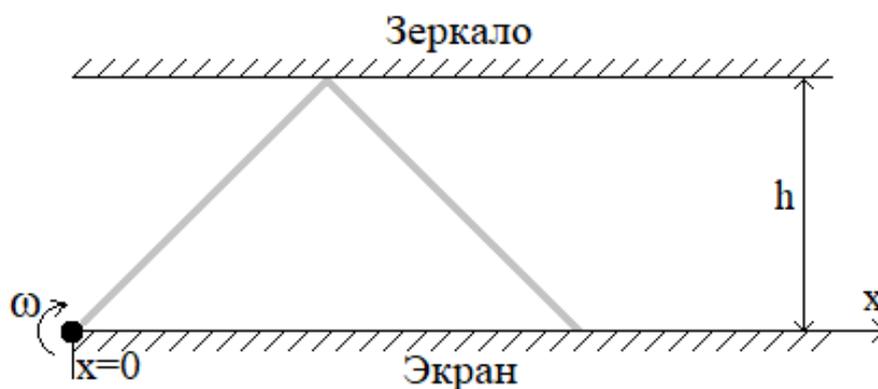


Ответ: **25** разброс 0.5

2 вариант

Протяженное зеркало и экран, расстояние между которыми $h = 0.3$ м, образуют «коридор», в начале которого (точка $x = 0$) установлен лазер. Лазер поворачивается с постоянной угловой скоростью $\omega = 0.1$ рад/с в указанном на рисунке направлении, направляя луч света, создающий изображение в виде светящейся точки на экране. Чему равна скорость изображения в точке $x = 12$ м?

Ответ дайте в метрах в секунду, округлив до целого. Единицы измерения в ответе указывать не нужно.



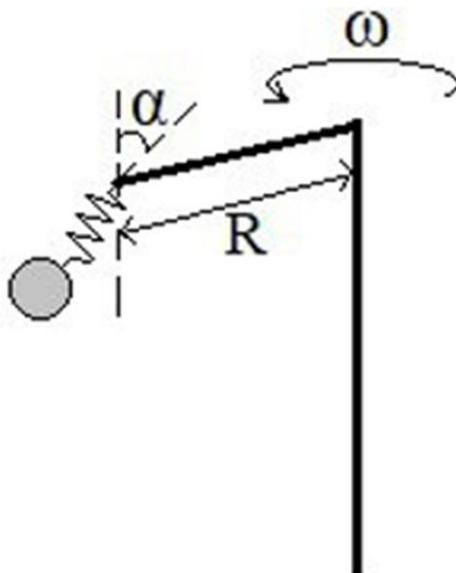
Ответ: 24 разброс 0.5

Задача 5 (8 б.)

1 вариант

Штанга длиной $R = 0.5$ м вращается с постоянной угловой скоростью $\omega = 3$ рад/с в плоскости, параллельной поверхности земли. К концу штанги прикреплена невесомая идеальная пружина с прикрепленным к ней маленьким шариком. При вращении пружина с шариком отклонилась на угол $\alpha = 30^\circ$ от положения равновесия. Каково удлинение Δl пружины, если в нерастянутом состоянии ее длина $l_0 = 0.2$ м? Ускорение свободного падения считать равным 10 м/с².

Ответ дайте в сантиметрах, округлив до целого. Единицы измерения в ответе указывать не нужно.



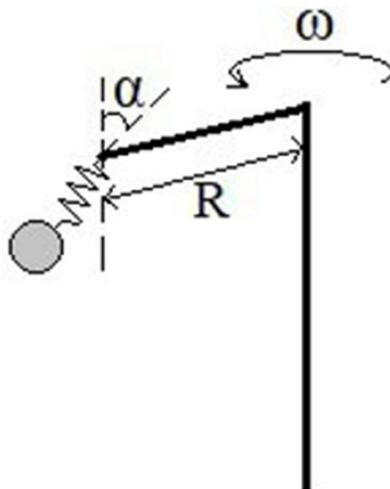
Ответ: 8 разброс 1

2 вариант

Штанга длиной $R = 1$ м вращается с постоянной угловой скоростью $\omega = 3$ рад/с в плоскости, параллельной поверхности земли. К концу штанги прикреплена невесомая идеальная пружина с прикрепленным к ней маленьким шариком. При вращении пружина с шариком отклонилась на угол $\alpha = 45^\circ$ от положения равновесия. Какова длина пружины

в нерастяннутом состоянии l_0 , если ее удлинение при вращении $\Delta l = 0.05$ м? Ускорение свободного падения считать равным 10 м/с².

Ответ дайте в сантиметрах, округлив до целого. Единицы измерения в ответе указывать не нужно.



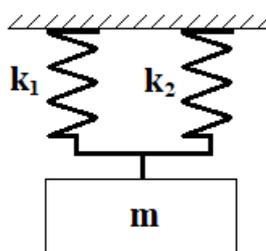
Ответ: **11** разброс 1

Задача 6 (4 б.)

1 вариант

Циклическая частота собственных колебаний пружинного маятника, изображенного на рисунке, равна 6 рад/с. Найти коэффициент жесткости k_1 , если $k_2 = 10$ Н/м, а масса груза $m = 0.5$ кг. Принять, что перемычка, соединяющая пружины остается горизонтальной.

Ответ дайте в ньютонах на метр, округлив до целого. Единицы измерения в ответе указывать не нужно.

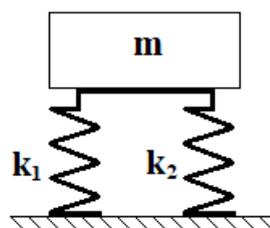


Ответ: **8** разброс 0.1

2 вариант

Циклическая частота собственных колебаний пружинного маятника, изображенного на рисунке, равна 5 рад/с. Найти коэффициент жесткости k_2 , если $k_1 = 8$ Н/м, а масса груза $m = 0.8$ кг. Принять, что перемычка, соединяющая пружины остается горизонтальной.

Ответ дайте в ньютонах на метр, округлив до целого. Единицы измерения в ответе указывать не нужно.



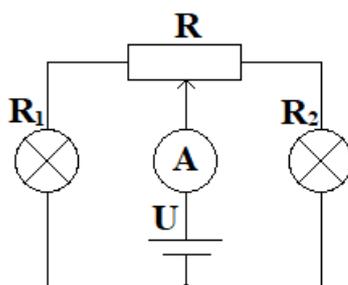
Ответ: **12** разброс 0.1

Задача 7 (9 б.)

1 вариант

В схеме, изображенной на рисунке, две электрические лампочки сопротивлениями $R_1 = 8$ Ом и $R_2 = 27$ Ом питаются от идеального источника напряжения $U = 2.7$ В. Включенный в цепь реостат сопротивлением $R = 10$ Ом настроен таким образом, что суммарная мощность, потребляемая лампочками минимальна. Какой ток показывает амперметр?

Ответ дайте в миллиамперах, округлив до целого. Единицы измерения в ответе указывать не нужно.

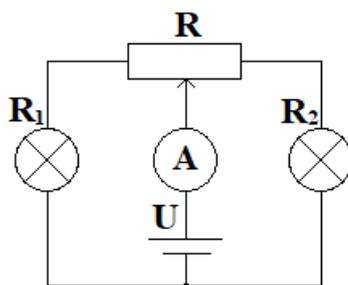


Ответ: **250** разброс 2

2 вариант

В схеме, изображенной на рисунке, две электрические лампочки сопротивлениями $R_1 = 8$ Ом и $R_2 = 27$ Ом питаются от идеального источника напряжения $U = 12$ В. Включенный в цепь реостат сопротивлением $R = 15$ Ом настроен таким образом, что суммарная мощность, потребляемая лампочками минимальна. Какой ток показывает амперметр?

Ответ дайте в миллиамперах, округлив до целого. Единицы измерения в ответе указывать не нужно.



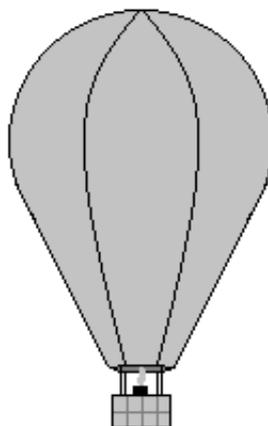
Ответ: **1000** разброс 5

Задача 8 (9 б.)

1 вариант

Какую температуру воздуха в воздушном шаре нужно поддерживать, чтобы он находился на высоте 1500 м? Зависимость атмосферного давления от высоты описывается барометрической формулой: $p = p_0 \exp(-Mgh/RT)$, где $p_0 = 100$ кПа – атмосферное давление у поверхности земли, $M = 29$ г/моль – молярная масса воздуха, $g = 10$ м/с² – ускорение свободного падения, $R = 8.31$ Дж/(К*моль) – универсальная газовая постоянная, $T = 290$ К – температура атмосферного воздуха, h – высота. Зависимость температуры воздуха от высоты пренебречь. Масса корзины и оболочки шара $m = 600$ кг. Объем шара $V = 2500$ м³, объем корзины пренебрежимо мал по сравнению с объемом шара.

Ответ дать в кельвинах, округлив до целого. Единицы измерения в ответе указывать не нужно.

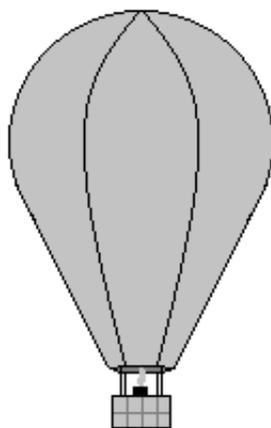


Ответ: **381** разброс 5

2 вариант

Какую температуру воздуха в воздушном шаре нужно поддерживать, чтобы он находился на высоте 3 км? Зависимость атмосферного давления от высоты описывается барометрической формулой: $p = p_0 \exp(-Mgh/RT)$, где $p_0 = 100$ кПа – атмосферное давление у поверхности земли, $M = 29$ г/моль – молярная масса воздуха, $g = 10$ м/с² – ускорение свободного падения, $R = 8.31$ Дж/(К*моль) – универсальная газовая постоянная, $T = 283$ К – температура атмосферного воздуха, h – высота. Зависимость температуры воздуха от высоты пренебречь. Масса корзины и оболочки шара $m = 600$ кг. Объем шара $V = 3000$ м³, объем корзины пренебрежимо мал по сравнению с объемом шара.

Ответ дать в кельвинах, округлив до целого. Единицы измерения в ответе указывать не нужно.

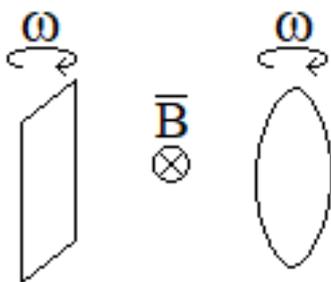


Ответ: 370 разброс 5

Задача 9 (7 б.)

1 вариант

Круглая и квадратная рамки, состоящие из одного и того же однородного провода, вращаются в постоянном однородном магнитном поле B с одинаковой постоянной угловой скоростью ω . Площадь круглой рамки в 2 раза больше площади квадратной. Чему равно отношение тепловой мощности, рассеиваемой на круглой рамке, к тепловой мощности, рассеиваемой на квадратной? Ответ округлите до десятых долей. В качестве разделительного знака рекомендуется использовать точку (например: 4.4).

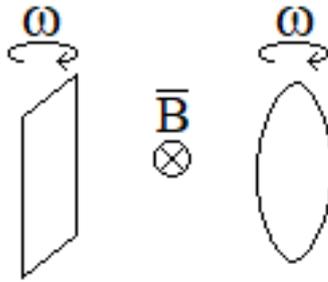


Ответ: 3.2 разброс 0.03

2 вариант

Круглая и квадратная рамки, состоящие из одного и того же однородного провода, вращаются в постоянном однородном магнитном поле B с одинаковой постоянной угловой скоростью ω . Площадь квадратной рамки в 3 раза больше площади круглой. Чему равно отношение тепловой мощности, рассеиваемой на квадратной рамке, к тепловой мощности, рассеиваемой на круглой?

Ответ округлите до десятых долей. В качестве разделительного знака рекомендуется использовать точку (например: 4.4).



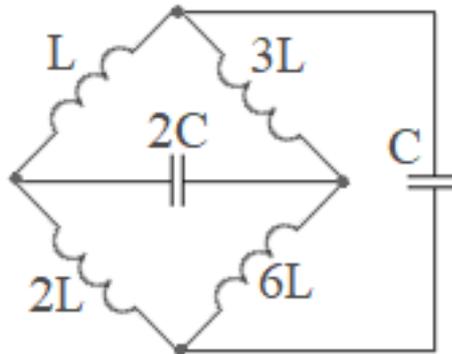
Ответ: 4.6 разброс 0.03

Задача 10 (6 б.)

1 вариант

Найти период собственных колебаний колебательного контура, изображенного на рисунке, если $C = 40$ мкФ, $L = 1$ мГн.

Ответ дайте в миллисекундах, округлив до десятых долей. В качестве разделительного знака рекомендуется использовать точку (например: 4.4). Единицы измерения в ответе указывать не нужно.

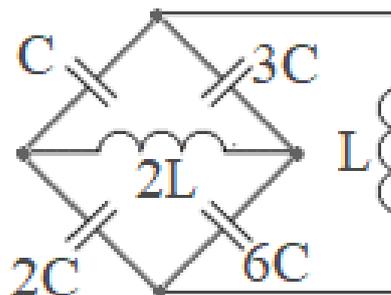


Ответ: 1.9 разброс 0.02

2 вариант

Найти период собственных колебаний колебательного контура, изображенного на рисунке, если $C = 30$ мкФ, $L = 2$ мГн.

Ответ дайте в миллисекундах, округлив до десятых долей. В качестве разделительного знака рекомендуется использовать точку (например: 4.4). Единицы измерения в ответе указывать не нужно.



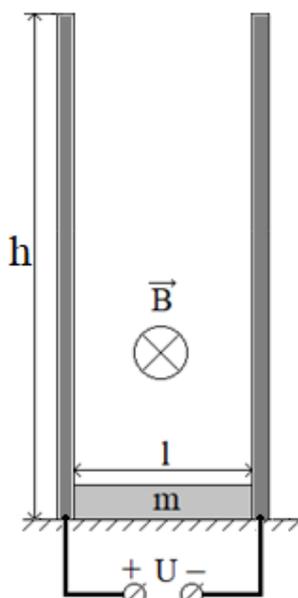
Ответ: 2.5 разброс 0.03

Задача 11 (6 б.)

1 вариант

Проводник массой $m = 10$ г и длиной $l = 5$ см с сопротивлением $R = 5$ Ом может скользить без трения по проводящим рельсам длиной $h = 50$ см, установленным вертикально на горизонтальной поверхности. Конструкция находится в однородном магнитном поле величиной $B = 0.1$ Тл, направление которого показано на рисунке. Проводник лежит на поверхности. Какое минимальное постоянное напряжение U нужно приложить к проводнику, чтобы он, разогнавшись на рельсах, долетел до высоты $H = 1.5$ м над поверхностью? Напряжение на концах проводника считается строго постоянным, ЭДС индукции не влияет на его значение. Ускорение свободного падения считать равным 10 м/с². Сопротивлением рельс и контакта рельс с проводником пренебречь.

Ответ дайте в вольтах, округлив до целого. Единицы измерения в ответе указывать не нужно.

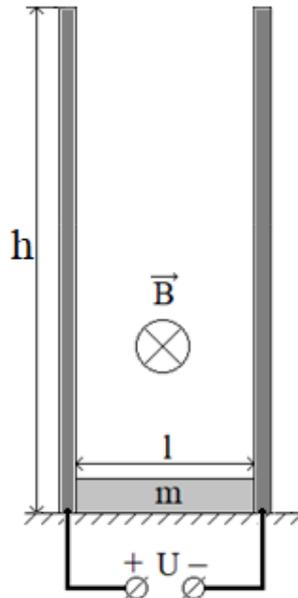


Ответ: **300** разброс 0.5

2 вариант

Проводник массой $m = 20$ г и длиной $l = 10$ см с сопротивлением $R = 10$ Ом может скользить без трения по проводящим рельсам длиной $h = 50$ см, установленным вертикально на горизонтальной поверхности. К проводнику приложено напряжение $U = 200$ В. Проводник лежит на поверхности. Какое минимальное магнитное поле B нужно приложить к конструкции в направлении, указанном на рисунке, чтобы проводник, разогнавшись на рельсах, долетел до высоты $H = 1.5$ м над поверхностью? Напряжение на концах проводника считается строго постоянным, ЭДС индукции не влияет на его значение. Ускорение свободного падения считать равным 10 м/с². Сопротивлением рельс и контакта рельс с проводником пренебречь.

Ответ дайте в теслах, округлив до десятых долей. В качестве разделительного знака рекомендуется использовать точку (например: 4.4). Единицы измерения в ответе указывать не нужно.



Ответ: **0.3** разброс 0.005

Задача 12 (6 б.)

1 вариант

Пружина жесткостью $k = 2000$ Н/м растянута между двумя неподвижными точками с силой 100 Н. Точки лежат на одной горизонтали на расстоянии 1 м. Найдите вес груза, который нужно подвесить к середине пружины, чтобы середина пружины опустилась на 5 см в статическом равновесии? Массой пружины можно пренебречь.

Ответ дать в ньютонах и округлить до целого. Единицы измерения в ответе указывать не нужно.

Ответ: **22** разброс 0.5

2 вариант

Пружина жесткостью $k = 3000$ Н/м растянута между двумя неподвижными точками с силой 85 Н. Точки лежат на одной горизонтали на расстоянии 1 м. Найдите вес груза, который нужно подвесить к середине пружины, чтобы середина пружины опустилась на 4 см в статическом равновесии? Массой пружины можно пренебречь.

Ответ дать в ньютонах и округлить до целого. Единицы измерения в ответе указывать не нужно.

Ответ: **15** разброс 0.5

Задача 13 (6 б.)

1 вариант

Электрический чайник с мощностью нагревательного элемента в 1800 Вт при напряжении 220 В нагрел воду до 100 °С. После этого он по какой-то причине не выключился и продолжил испарять воду со скоростью 0.6 г/с. Без изменений условий окружающей среды, напряжение на нагревательном элементе снизилось таким образом, что

температура воды в чайнике опустилась до $75\text{ }^{\circ}\text{C}$ и оставалась постоянной. Каково напряжение на нагревательном элементе в этом случае? Считать, что комната, где проходит эксперимент хорошо проветривается и в ней поддерживается постоянная температура $25\text{ }^{\circ}\text{C}$. Нагревательный элемент отдает 100% тепла воде в чайнике, зависимостью его электрического сопротивления от температуры пренебречь. Теплота парообразования воды 2.26 МДж/кг .

Ответ дать в вольтах, округлив до целого. Единицы измерения в ответе указывать не нужно.

Ответ: 89 (88-90) разброс 1

2 вариант

Электрический чайник с мощностью нагревательного элемента в 2200 Вт при напряжении 220 В нагрел воду до $100\text{ }^{\circ}\text{C}$. После этого он по какой-то причине не выключился и продолжил испарять воду со скоростью 0.5 г/с . Без изменений условий окружающей среды, напряжение на нагревательном элементе снизилось таким образом, что температура воды в чайнике опустилась до $75\text{ }^{\circ}\text{C}$ и оставалась постоянной. Каково напряжение на нагревательном элементе в этом случае? Считать, что комната, где проходит эксперимент хорошо проветривается и в ней поддерживается постоянная температура $25\text{ }^{\circ}\text{C}$. Нагревательный элемент отдает 100% тепла воде в чайнике, зависимостью его электрического сопротивления от температуры пренебречь. Теплота парообразования воды 2.26 МДж/кг .

Ответ дать в вольтах, округлив до целого. Единицы измерения в ответе указывать не нужно.

Ответ: 125 (124-126) разброс 1

Задача 14 (7 б.)

1 вариант

На оптической оси тонкой собирающей линзы с фокусным расстоянием $F = 24\text{ см}$ находится отрезок длиной $L \ll F$, расположенный вдоль главной оптической оси. Центр отрезка расположен на расстоянии $d > F$ от линзы. Если отрезок развернуть на 90° относительно его середины, длина его изображения уменьшится в 3 раза. Найдите d .

Ответ выразите в сантиметрах, округлив до целого. Единицы измерения в ответе указывать не нужно.

Ответ: 32 разброс 0.1

2 вариант

На оптической оси тонкой собирающей линзы с фокусным расстоянием F находится отрезок длиной $L \ll F$, расположенный вдоль главной оптической оси. Центр отрезка расположен на расстоянии $d > F$ от линзы. Если отрезок развернуть на 90° относительно его середины, длина его изображения уменьшится в 2 раза. Найдите F , если $d = 30\text{ см}$.

Ответ выразите в сантиметрах, округлив до целого. Единицы измерения в ответе указывать не нужно.

Ответ: **20** разброс 0.1