

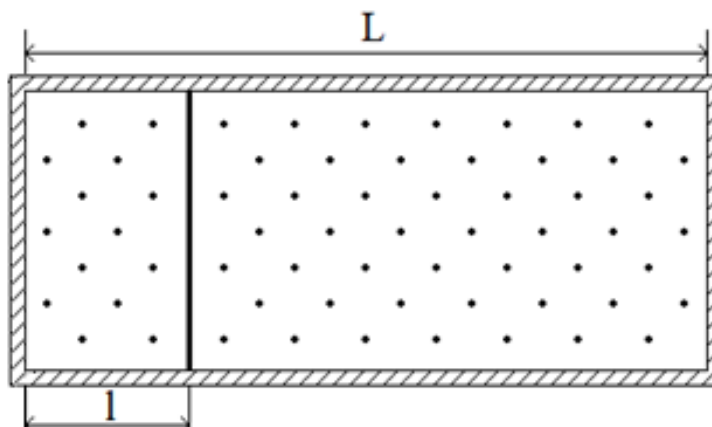
Задания интернет-тура Олимпиады КФУ по физике
для школьников 10 класса
(ноябрь 2024 г)

Задача 1 (6 б.)

1 вариант

Цилиндрический сосуд, изображенный на рисунке, разделен на две части тонкой непроницаемой перегородкой, которая может без трения передвигаться по сосуду. Перегородка имеет нулевую теплопроводность. Обе части сосуда заполнены одним и тем же идеальным газом, при одной и той же температуре. В равновесии положение перегородки $l = L/4$. Во сколько раз нужно увеличить температуру в левой части сосуда, чтобы перегородка переместилась на его середину? В правой части сосуда поддерживается начальная температура.

Ответ округлите до целого.

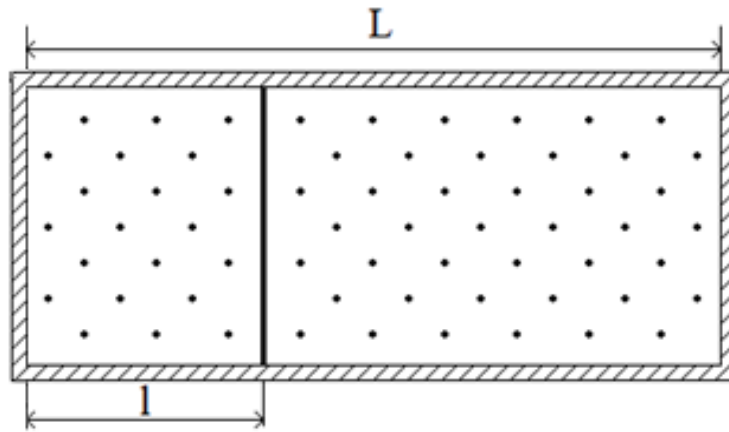


Ответ: **3** разброс 0.01

2 вариант

Цилиндрический сосуд, изображенный на рисунке, разделен на две части тонкой непроницаемой перегородкой, которая может без трения передвигаться по сосуду. Перегородка имеет нулевую теплопроводность. Обе части сосуда заполнены одним и тем же идеальным газом, при одной и той же температуре. В равновесии положение перегородки $l = L/3$. Во сколько раз нужно увеличить температуру в левой части сосуда, чтобы перегородка переместилась на его середину? В правой части сосуда поддерживается начальная температура.

Ответ округлите до целого.



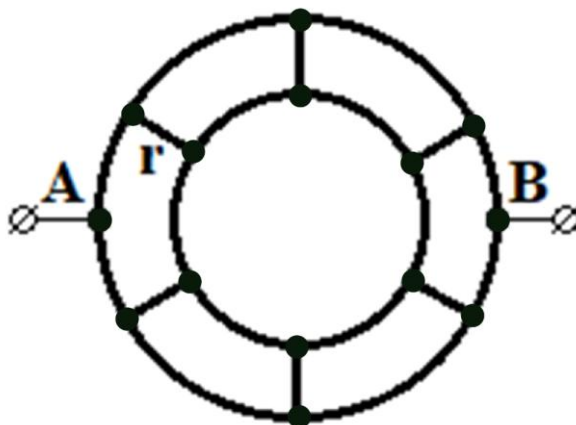
Ответ: **2** разброс 0.01

Задача 2 (11 б.)

1 вариант

Найти сопротивление между точками А и В конструкции, состоящей из однородного провода. Конструкция состоит из двух окружностей, центры которых совпадают, а радиус большей окружности в полтора раза больше радиуса меньшей. Окружности соединены между собой шестью прямыми отрезками таким образом, что каждый отрезок перпендикулярен касательной к каждой из окружностей в точке соединения, а точки соединения разбивают каждую из окружностей на шесть равных дуг. Сопротивление радиального участка между окружностями $r = 4$ Ом. Точки А и В делят соответствующие дуги большей окружности пополам.

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



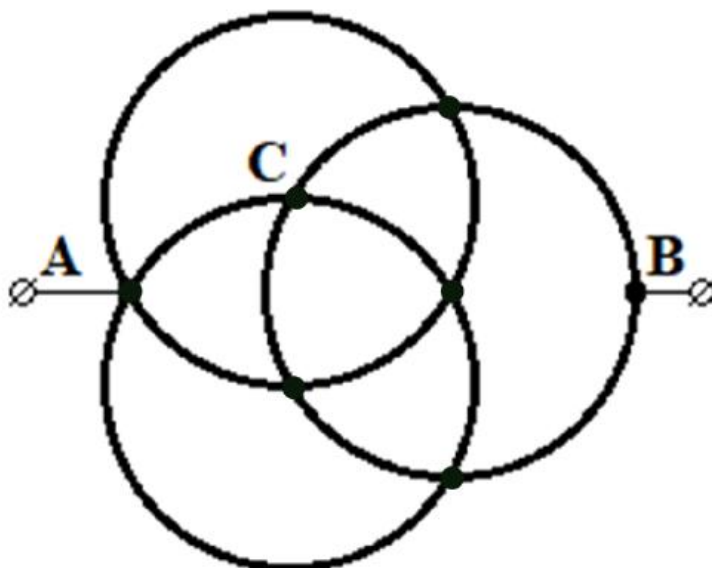
Ответ: **12.5** разброс 0.4

2 вариант

Найти сопротивление между точками А и В конструкции, состоящей из однородного провода. Конструкция представляет собой три окружности с одинаковыми радиусами,

проходящие через центры друг друга. Точка В делит дугу, на которой лежит, пополам. Сопротивление дуги АС $r = 1.95 \text{ Ом}$.

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



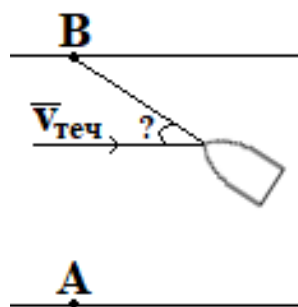
Ответ: 2.5 разброс 0.2

Задача 3 (9 б.)

1 вариант

Катер в точке А берега прямой реки отчалил и поплыл, держа курс перпендикулярно течению, к противоположному берегу с постоянной скоростью 40 км/ч. Здесь и далее скорость указана относительно берегов. Доплыв до середины реки, остановился и, не сбрасывая якорь, простоял с заглушенным двигателем 3 минуты. Под каким углом к линиям течения (см. рис.) должен взять курс катер, чтобы, двигаясь с постоянной скоростью 30 км/ч по прямой траектории, приплыть в точку В, лежащую на противоположном берегу напротив точки А? Ширина реки всюду одинакова и равна 2 км. Скорость течения во всех точках постоянна и равна 7 км/ч.

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

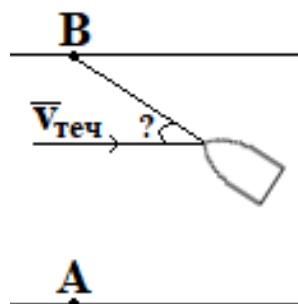


Ответ: **52** разброс 3

2 вариант

Катер в точке А берега прямой реки отчалил и поплыл, держа курс перпендикулярно течению, к противоположному берегу с постоянной скоростью 20 км/ч. Здесь и далее скорость указана относительно берегов. Доплыв до середины реки, остановился и, не сбрасывая якорь, простоял с заглушенным двигателем 3 минуты. Под каким углом (см. рис.) к линиям течения должен взять курс катер, чтобы, двигаясь с постоянной скоростью 30 км/ч по прямой траектории, приплыть в точку В, лежащую на противоположном берегу напротив точки А? Ширина реки всюду одинакова и равна 1 км. Скорость течения во всех точках постоянна и равна 8 км/ч.

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



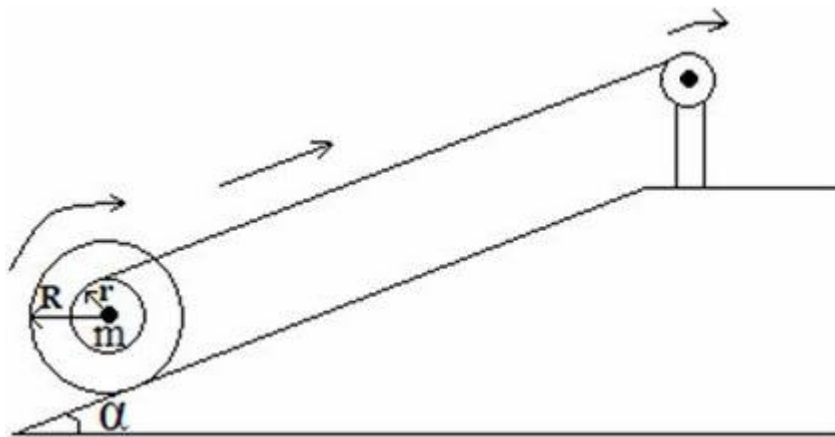
Ответ: **31** разброс 2

Задача 4 (6 б.)

1 вариант

Лебедка, установленная на горке, тянет катушку массой $m = 50$ кг 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. Внешний радиус катушки $R = 80$ см, внутренний ее радиус $r = 20$ см. С какой силой лебедка тянет трос? Угол уклона горки $\alpha = 30^\circ$. Ускорение свободного падения считать равным 10 м/с². Влиянием размотки троса на внутренний радиус катушки, а также на ее массу пренебречь.

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

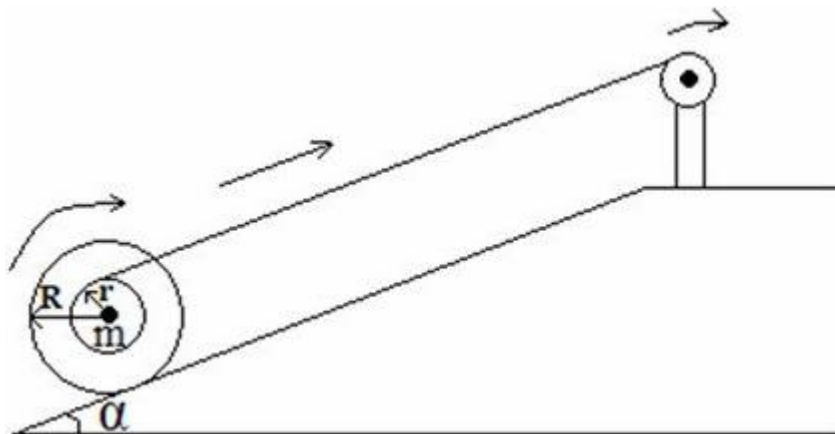


Ответ: **200** разброс 0.5

2 вариант

Лебедка, установленная на горке, тянет катушку массой $m = 40$ кг 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. Внешний радиус катушки $R = 60$ см, внутренний ее радиус $r = 20$ см. С какой силой лебедка тянет трос? Угол уклона горки $\alpha = 30^\circ$. Ускорение свободного падения считать равным 10 м/с². Влиянием размотки троса на внутренний радиус катушки, а также на ее массу пренебречь.

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



Ответ: **150** разброс 0.5

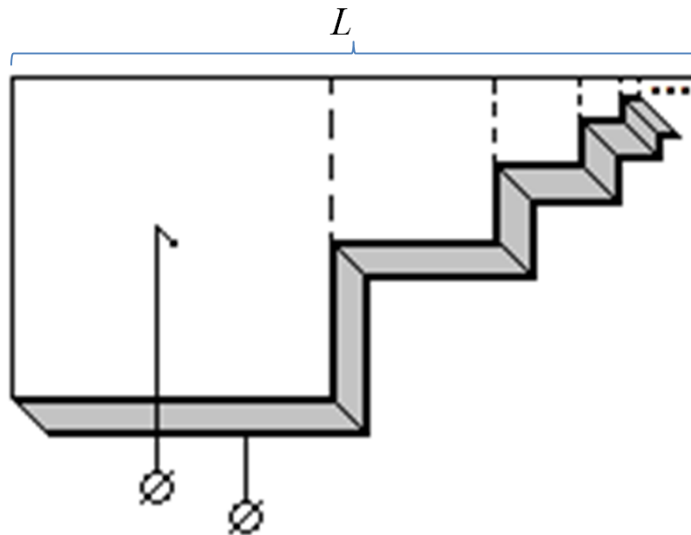
Задача 5 (8 б.)

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.

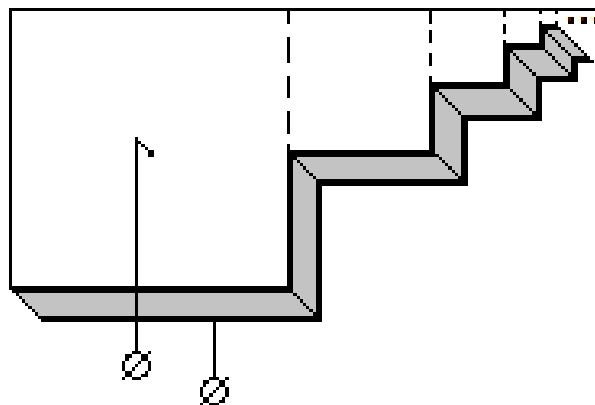


Ответ: **85 (84-86)** разброс 1

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 $8.85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м. Краевыми эффектами пренебречь.

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



Ответ: **29** разброс 1

Задача 6 (8 б.)

1 вариант

Сосуд заполнен жидкостью с плотностью 1400 кг/м^3 . Первым шагом из сосуда отлили 15% жидкости, в освободившуюся часть объема сосуда долили жидкость с плотностью 700 кг/м^3 и тщательно перемешали. Вторым шагом из сосуда отлили 15% полученной смеси, в освободившуюся часть объема сосуда снова долили жидкость с плотностью 700 кг/м^3 и тщательно перемешали. Третьим шагом из сосуда снова отлили 15% полученной смеси, в освободившуюся часть объема сосуда долили жидкость с плотностью 700 кг/м^3 и тщательно перемешали и т.д. Какой будет плотность смеси в сосуда после выполнения десяти шагов? При смешивании жидкости образуют однородную эмульсию.

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

Ответ: **838** разброс 3

2 вариант

Сосуд заполнен жидкостью с плотностью 1200 кг/м^3 . Первым шагом из сосуда отлили 5% жидкости, в освободившуюся часть объема сосуда долили жидкость с плотностью 600 кг/м^3 и тщательно перемешали. Вторым шагом из сосуда отлили 5% полученной смеси, в освободившуюся часть объема сосуда снова долили жидкость с плотностью 600 кг/м^3 и тщательно перемешали. Третьим шагом из сосуда снова отлили 5% полученной смеси, в освободившуюся часть объема сосуда долили жидкость с плотностью 600 кг/м^3 и тщательно перемешали и т.д. Какой будет плотность смеси в сосуда после выполнения десяти шагов? При смешивании жидкости образуют однородную эмульсию.

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

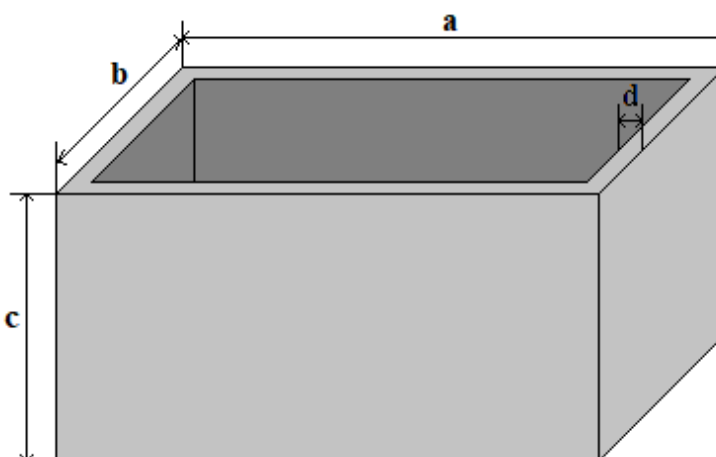
Ответ: **959** разброс 4

Задача 7 (7 б.)

1 вариант

Пустой однородный водонепроницаемый прямоугольный ящик плавает на поверхности воды вниз дном. При этом глубина его погружения (расстояние от дна ящика до поверхности воды) h_1 . Когда в ящик (на центр его дна) положили груз массой $m = 2,25$ кг, глубина погружения ящика стала $h_2 = 2.24h_1$. Размеры ящика $a = 26$ см, $b = 16$ см, $c = 21$ см. Все стенки и дно ящика имеют одинаковую толщину $d = 1$ см. Чему равна плотность материала ящика?

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

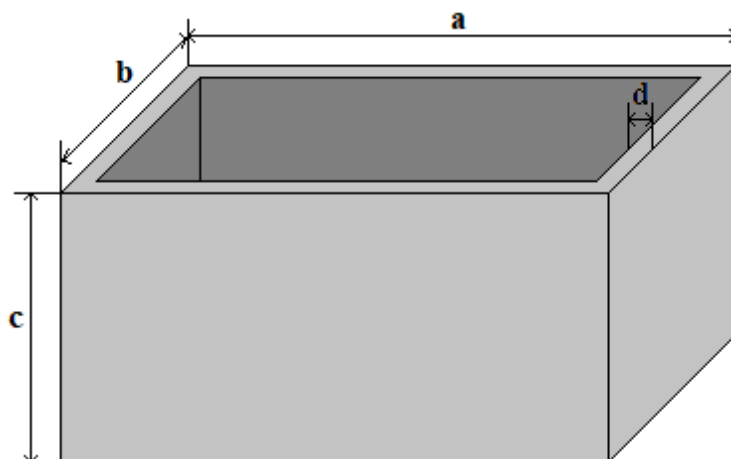


Ответ: **0.9** разброс 0.01

2 вариант

Пустой однородный водонепроницаемый прямоугольный ящик плавает на поверхности воды вниз дном. При этом глубина его погружения (расстояние от дна ящика до поверхности воды) h_1 . Когда в ящик (на центр его дна) положили груз массой $m = 2.8$ кг, глубина погружения ящика стала $h_2 = 1.635h_1$. Размеры ящика $a = 33$ см, $b = 18$ см, $c = 25$ см. Все стенки и дно ящика имеют одинаковую толщину $d = 2$ см. Чему равна плотность материала ящика?

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



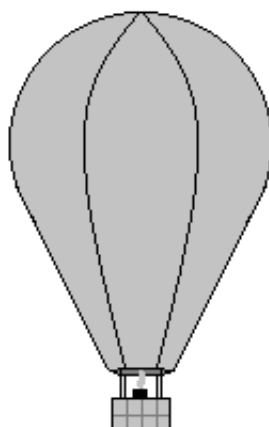
Ответ: **0.8** разброс 0.01

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. Зависимостью 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.



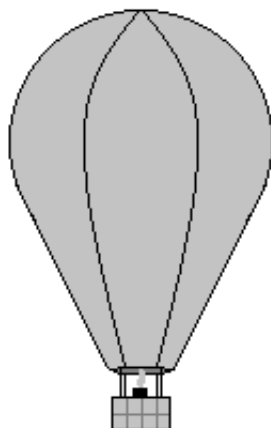
Ответ: **381** разброс 5

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. Зависимостью 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.



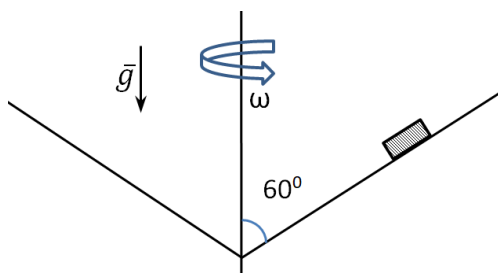
Ответ: **370** разброс 5

Задача 9 (8 б.)

1 вариант

На шероховатой внутренней поверхности вращающегося конуса лежит маленький брусок. Брусок неподвижен относительно конуса, ось вращения вертикальна и совпадает с высотой конуса. Угол раствора конуса равен 120° . Брусок находится на расстоянии 16 см от вершины конуса, коэффициент трения равен 0.2. При какой **минимальной** угловой скорости конуса брусок останется неподвижным относительно поверхности конуса? Ускорение свободного падения считать равным 10 м/с².

Ответ дайте в рад/с, округлив до целого. Единицы измерения в ответе указывать не нужно.

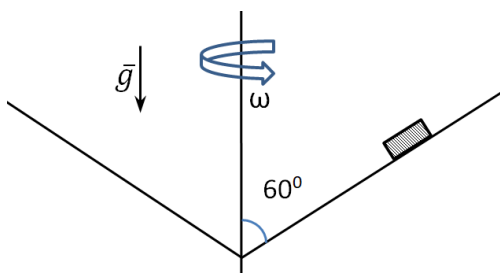


Ответ: **5** разброс 0.1

2 вариант

На шероховатой внутренней поверхности вращающегося конуса лежит маленький брусок. Брусок неподвижен относительно конуса, ось вращения вертикальна и совпадает с высотой конуса. Угол раствора конуса равен 120° . Брусок находится на расстоянии 10 см от вершины конуса, коэффициент трения равен 0.2. При какой **максимальной** угловой скорости конуса брусок останется неподвижным относительно поверхности конуса? Ускорение свободного падения считать равным 10 м/с^2 .

Ответ дайте в рад/с, округлив до целого. Единицы измерения в ответе указывать не нужно.



Ответ: **10** разброс 0.1

Задача 10 (6 б.)

1 вариант

Металлический брусок в форме прямоугольного параллелепипеда при нагревании от 0°C до 200°C увеличивается в объеме на 0.6%. На сколько изменится площадь его поверхности при нагревании от 0°C до 100°C , если его ребра при температуре 0°C равны 10 мм, 50 мм и 200 мм. Считать, что линейный размер бруска зависит от температуры линейно в рассмотренном диапазоне температур.

Ответ дать в мм^2 и округлить до целого. Единицы измерения в ответе указывать не нужно.

Ответ: **50** разброс 0.3

2 вариант

Металлический брусок в форме прямоугольного параллелепипеда при нагревании от 0°C до 100°C увеличивается в объеме на 0.75%. На сколько изменится площадь его поверхности при нагревании от 0°C до 200°C , если его ребра при температуре 0°C равны 10 мм, 20 мм и 50 мм. Считать, что линейный размер бруска зависит от температуры линейно в рассмотренном диапазоне температур.

Ответ дать в мм^2 и округлить до целого. Единицы измерения в ответе указывать не нужно.

Ответ: **34** разброс 0.3

Задача 11 (7 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 12 (7 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 °С 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 °С. Нагревательный элемент отдает 100% тепла воде в чайнике, зависимость 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 °С. 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 °С 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 °С. 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 13 (8 б.)

1 вариант

На оптической оси тонкой собирающей линзы с фокусным расстоянием $F = 24$ 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 $d = 30$ см.

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

Ответ: 20 разброс 0.1