

МОШ, 2020/21, отборочный этап, 9 класс

Условия, ответы и решения

6 Слияние дорог в час пик

Рассмотрим объединение двух однополосных дорог A и B в однополосную дорогу C . В часы пик все три дороги заполнены автомобилями. Среднее расстояние между двумя соседними автомобилями можно считать одинаковым на всех трёх дорогах. Длина дороги A равна $L_A = 1$ км, дороги B — $L_B = 3$ км, а дороги C — $L_C = 2$ км. Средняя скорость автомобилей на дороге A составляет $v_A = 3$ км/ч, а среднее время, за которое машины проезжают дорогу B , равно $t_B = 36$ мин. За какое время в среднем автомобиль добирается от начала дороги A до конца дороги C ? Ответ выразите в минутах, округлите до целого числа.



Подсказка

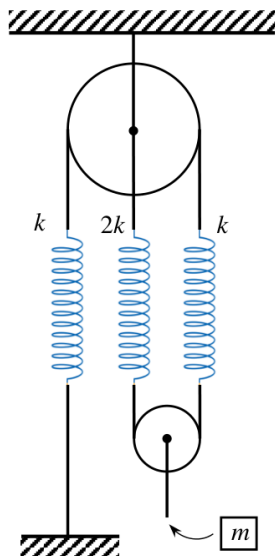
Если расстояние между машинами везде одинаково, то число машин на участке пропорционально его длине. Сколько машин проходит через сечение дороги в единицу времени и как это число связано с потоками на A , B и C ?

Ответ

35 мин.

7 Блоки и три пружины

К невесомой системе, состоящей из нерастяжимых ниток, двух блоков и трёх пружин с коэффициентами жёсткости k и $2k$, прикрепляют груз массой $m = 600$ г, как показано на рисунке. $k = 50$ Н/м, ускорение свободного падения равно 10 м/с².



1. На какое расстояние опустится груз, когда система придёт в равновесие? Ответ выразите в см, округлите до десятых.
2. С какой силой система действует на потолок в положении равновесия? Ответ выразите в Н, округлите до целого числа.

Подсказка

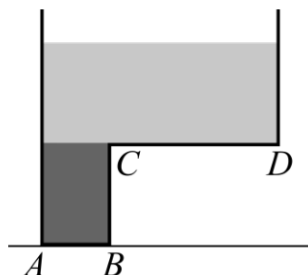
Блоки невесомые, поэтому силы натяжения нитей по обе стороны каждого блока одинаковы. Запишите условия равновесия блоков и связь между удлинениями пружин и смещением груза.

Ответ

1) 7,5 см; 2) 9 Н.

8 Г-образный сосуд

Г-образный сосуд, наполненный ртутью и керосином, стоит на столе, как показано на рисунке. Силы давления жидкостей (без учёта атмосферного давления) на горизонтальные стенки сосуда AB и CD , перпендикулярные плоскости рисунка, равны 40 Н и 8 Н соответственно. Известно, что при малейшем добавлении керосина в сосуд, он опрокидывается. Найдите отношение высоты столба ртути к высоте столба керосина. Ответ округлите до десятых. Плотность керосина 800 кг/м^3 , плотность ртути 13600 кг/м^3 .



Подсказка

Сосуд готов опрокинуться, когда равнодействующая сил давления и тяжести проходит через край опоры. Вспомните, как выражается сила давления на дно через давление и площадь, и запишите условие равенства моментов.

Ответ

1,4.

9 Нагреватель с линейной мощностью

Электрическая схема изменяет мощность W электрического нагревателя по линейному закону от времени t , прошедшего после включения нагревателя: $W(t) = W_0 t / \tau$. $W_0 = 100 \text{ Вт}$, $\tau = 10$ секунд. Этот нагреватель помещён на дно банки с 1 литром воды в ней. Начальная температура воды 20°C . Пренебрегая теплоёмкостью банки и потерями теплоты в окружающую среду, найдите, какой стала температура воды в банке через 3 минуты после включения нагревателя? Удельная теплоёмкость воды $4,2 \text{ Дж/(г}\cdot^\circ\text{C)}$. Ответ выразите в градусах по шкале Цельсия, округлите до десятых.

Подсказка

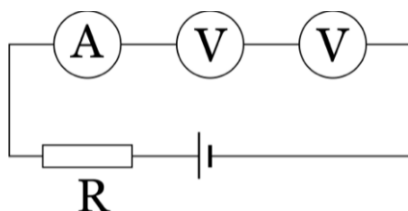
Выделившееся тепло равно площади под графиком мощности от времени. Какая это фигура?

Ответ

$58,6^\circ\text{C}$.

10 Батарейка и два вольтметра

Электрическая цепь состоит из идеальной батарейки с напряжением 3,2 В, резистора, идеального амперметра и двух вольтметров. Первый вольтметр показывает 1 В, а второй 2 В. Показание амперметра 1 мкА.



1. Чему равно сопротивление первого вольтметра? Ответ выразите в МОм, округлите до целого числа.
2. Чему равно сопротивление второго вольтметра? Ответ выразите в МОм, округлите до целого числа.
3. Чему равно сопротивление резистора? Ответ выразите в кОм, округлите до целого числа.

Подсказка

Все приборы соединены последовательно, ток через них один и тот же. Показание вольтметра есть напряжение на нём; остаток напряжения батарейки приходится на резистор.

Ответ

1) 1 МОм; 2) 2 МОм; 3) 200 кОм.

16 Два автомобиля между городами

Два автомобиля без остановок курсируют с разными скоростями между двумя городами. Начинают они движение одновременно из двух разных городов. Первый раз «встречными курсами» они проезжают мимо друг друга через 1 час после начала движения. Следующий раз они встретились, двигаясь в разных направлениях.

1. Чему равно максимальное значение отношения скоростей автомобилей? Ответ округлите до целого числа.
2. Через какое время после первой встречи водители вновь увидят друг друга? Ответ выразите в часах, округлите до целого числа.

Подсказка

Постройте графики координат автомобилей от времени (зигзаги между городами). Следующая встреча «в разных направлениях» — когда один автомобиль уже догнал другого после разворота.

Ответ

1) 2; 2) 2.

17 Сосуды с поршнем в трубке

Два одинаковых цилиндрических сосуда соединены вблизи дна тонкой горизонтальной трубкой площадью сечения 1 см^2 . В первом сосуде находится жидкость плотностью $\rho_1 = 0,9 \text{ г/см}^3$, во втором жидкость плотностью $\rho_2 = 1,1 \text{ г/см}^3$. В соединительной трубке жидкости разделяет свободнодвигающийся поршень, который изначально покоится посередине. В некоторый момент времени в сосуды одновременно доливают жидкости: в первый сосуд с плотностью ρ_1 , во второй с ρ_2 . Скорость поступления жидкостей в оба сосуда одинаковая и равна $50 \text{ см}^3/\text{с}$.

1. В каком направлении движется поршень?

Варианты ответа: к первому сосуду; ко второму сосуду.

2. С какой скоростью движется поршень? Ответ выразите в см/с, округлите до целого числа.

Подсказка

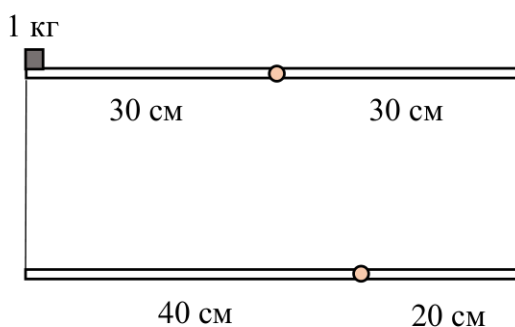
Давление у поршня слева и справа определяется весом столбов жидкости. Как оно меняется со временем в каждом сосуде, если объём доливается с одинаковой скоростью, а плотности разные? Поршень движется так, чтобы давления с обеих сторон оставались равными.

Ответ

1) к первому сосуду; 2) 5 см/с.

18 Два стержня и две нити

Два горизонтальных лёгких стержня длиной 60 см каждый прикреплены к стене на шарнирах друг над другом. У верхнего стержня шарнир находится посередине, у нижнего на расстоянии 20 см от правого конца. Концы стержней соединены нерастяжимыми нитями. На левом конце верхнего стержня лежит груз массой 1 кг. Система находится в равновесии.



1. Чему равно натяжение левой нити? Ответ выразите в Н, округлите до целого числа.

2. Чему равно натяжение правой нити? Ответ выразите в Н, округлите до целого числа.

Подсказка

Запишите условие равенства моментов сил относительно шарнира для каждого стержня; стержни лёгкие, поэтому их вес не учитывается.

Ответ

1) 10 Н; 2) 20 Н.

19 Чайник и термометр

Термометр с числовой индикацией сменяет свои показания каждые 30 секунд. Для измерения температуры воздуха за окном чаще и не требуется. Но Вася решил воспользоваться этим термометром для проведения эксперимента с нагреванием воды в электрическом чайнике, на корпусе которого имеется надпись «220 В; 1,5 кВт». Он залил некоторое количество воды в чайник, поместил чувствительный датчик термометра в воду и записывал показания термометра сразу после очередной смены показаний. До включения нагревательного элемента чайника термометр показывал 22°C . А после включения чайника температура становилась все выше. Последовательность записанных величин получилась такая: 22°C , 22°C , 22°C , 25°C , 38°C , 51°C , ... Считайте, что мощность нагревательного элемента чайника полностью достаётся воде, и потерь теплоты нет.

1. Каким было последнее показание термометра, меньшее, чем 100°C ? Ответ выразите в градусах по шкале Цельсия и округлите до целого числа.
2. Какое количество воды залил Вася в чайник? Ответ выразите в литрах и округлите до сотых.

Подсказка

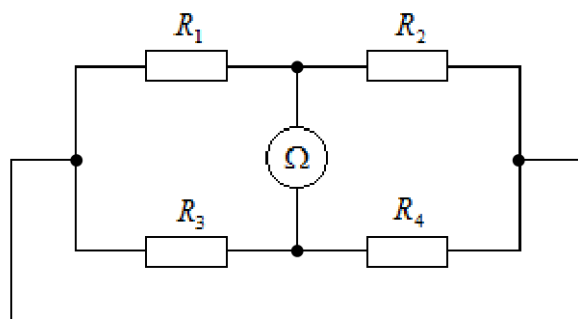
Разности $38 - 25$ и $51 - 38$ показывают, на сколько градусов вода нагревается за 30 с. Продолжите последовательность до 100 градусов, а по этому нагреву и мощности чайника найдите массу воды.

Ответ

1) 90°C ; 2) 0,82 л.

20 Омметр в схеме из четырёх резисторов

В схеме, показанной на рисунке, сопротивления резисторов равны $R_1 = 40\ \Omega$, $R_2 = 60\ \Omega$, $R_3 = 30\ \Omega$, $R_4 = 70\ \Omega$. Что показывает омметр?



Подсказка

Левый и правый узлы соединены проводом, значит, это один узел. Между какими точками подключён омметр и как тогда соединены резисторы относительно него?

Ответ

45 Ом.

26 Безопасный обгон автобуса

Машине длиной 4 м, едущей по шоссе, попадаетея на пути автобус длиной 14 м, который движется со скоростью 85 км/ч. Водитель также снижает скорость до 85 км/ч и начинает готовиться к обгону. Какое время понадобится для безопасного обгона, если скорость автомобиля при обгоне не превышает 95 км/ч, и автомобиль ускоряется равномерно так, что за каждую секунду скорость автомобиля увеличивается на 5 км/ч и после окончания обгона скорость автомобиля равна 95 км/ч. При безопасном обгоне расстояние между автомобилем и автобусом равно 15 м до и после обгона. Ответ выразите в секундах, округлите до десятых.

Подсказка

Перейдите в систему отсчёта автобуса: там машина разгоняется от нуля до 10 км/ч с постоянным ускорением. Какой путь ей надо пройти относительно автобуса?

Ответ

18,3 с.

27 Перематка ленты

Ленту перематывают с одной бобины на другую так, что скорость свободной ленты, находящейся между бобинами, всё время постоянна и равна 1 см/с. Толщина ленты 0,1 мм. Радиус первой бобины (вместе с лентой) в начальный момент времени равен 1 см. С какой частотой будет вращаться первая бобина по прошествии 100 с после начала перематывания? Оси вращения бобин параллельны друг другу и расстояние между ними постоянно. Ответ выразите в с^{-1} , округлите до сотых.



Подсказка

Какая длина ленты сошла или намоталась за 100 с и насколько при этом изменился радиус бобины? Связь частоты вращения со скоростью ленты и радиусом: $v = 2\pi\nu R$.

Ответ

$0,19 \text{ с}^{-1}$.

28 Нагрев воды с потерями тепла

В кастрюле находится 5 кг воды. На её нагревание от температуры 40°C до температуры 41°C требуется 10 с. Найдите время, которое понадобится для того, чтобы нагреть эту воду от температуры 90°C до температуры 91°C . Мощность плиты 2500 Вт. Считайте, что тепловые потери пропорциональны разности температур воды и окружающей среды. Температура окружающей среды равна 20°C . Теплоёмкостью кастрюли можно пренебречь. Удельная теплоёмкость воды $4200 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot^\circ\text{C})$. Ответ выразите в секундах, округлите до целого числа.

Подсказка

Из первого нагрева найдите коэффициент пропорциональности потерь разности температур, а затем запишите баланс мощности для второго случая.

Ответ

От 18 до 19 с (принимается любое целое значение из отрезка $[18; 19]$).

29 Починка ёлочной гирлянды

Школьник решил починить ёлочную гирлянду, в которой перегорела одна лампочка. Гирлянда с 18 лампочками питается от сети с напряжением 230 В. На лампочках написан их тип: 13,6 В и 0,13 А. К сожалению, точно таких же лампочек у школьника не было. Какие из нижеперечисленных типов лампочек подошли бы для замены перегоревшей лампочки:

- А) 34 В, 2 Вт;
- Б) 26 В, 0,2 А;
- В) 2,4 В, 0,5 Вт.

Замечания. Лампочки могут гореть более тускло, чем в номинальном режиме, но не более ярко. Зависимостью сопротивления от силы тока пренебречь.

Подсказка

Лампочки в гирлянде соединены последовательно, ток общий. Найдите сопротивление исправных лампочек и напряжение, которое придётся на заменяющую; сравните ток с допустимым для каждого варианта.

Ответ

Б и В.

30 Зеркало в комнате

Комната имеет длину 4 м и высоту 3 м. На одной стене комнаты вертикально висит зеркало. Человек стоит на расстоянии 1 м от зеркала лицом к зеркалу. Какой должна быть минимальная высота зеркала, чтобы человек мог видеть находящуюся за его спиной стену в полную высоту (от пола до потолка)? Ответ выразите в см, округлите до целого числа.

Подсказка

Постройте изображение противоположной стены в зеркале и проведите лучи от глаз к её верхнему и нижнему краям; зеркало должно перекрывать эти лучи. Помогут подобные треугольники.

Ответ

60 см.

Источник: Московская олимпиада школьников по физике, 2020/21, отборочный этап, 9 класс — условия (1), условия (2), условия (3), решения (1), решения (2), решения (3). Задачи перенабраны на botay.pro, решения — по официальным.