

МОШ, 2015/16, заключительный этап, 8 класс

Условия и ответы

1 Туристы и дальность рации

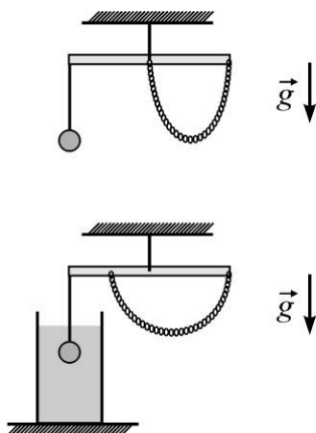
Две группы туристов одновременно вышли из турбазы в двух противоположных направлениях. Группы поддерживают между собой связь по рации, радиус действия которой равен $R = 10$ км. Первая группа, пройдя путь $S_1 = 2$ км по лесу, вышла из леса и увеличила свою скорость на $\Delta v = 1,5$ км/ч, и спустя $t_1 = 40$ минут после этого связь по рации прервалась. Вторая группа после $t_2 = 30$ минут ходьбы уменьшила свою скорость в $n = 1,2$ раза, и после того, как она прошла ещё $S_2 = 3$ км, связь по рации прервалась. Найдите скорости каждой группы сразу после выхода из турбазы. Туристы движутся всё время по одной прямой, не меняя направления своего движения. Ответы дайте в численном виде, округлив до десятых долей км/ч.

Ответ

$v_1 \approx 2,9$ км/ч, $v_2 \approx 4,2$ км/ч.

2 Линейка с грузом и цепочкой

Однородная линейка подвешена к потолку на нити, привязанной к середине линейки. К линейке прикреплены груз и однородная цепочка так, как показано на первом рисунке. При этом линейка горизонтальна и находится в равновесии. Затем груз полностью погрузили в воду так, что он не касался дна и стенок стакана. Для того, чтобы сохранить равновесие системы, пришлось переместить точку прикрепления к линейке одного из концов цепочки на $1/4$ длины линейки — как показано на втором рисунке. Какова средняя плотность материала, из которого сделан груз?



Ответ

$\rho_{\text{груза}} = 2\rho_{\text{воды}} = 2000 \text{ кг/м}^3$.

3 Кастрюли, плитки и кипятильник

На кухне стоят две включенные (прогревшиеся) электроплитки мощностями 1 кВт и 2 кВт, а также есть один кипятильник мощностью 0,5 кВт (время его прогрева мало). Хозяйка заполняет водой три кастрюли, налив в них 1, 2 и 3 литра воды, соответственно, и планирует как можно быстрее получить 6 литров кипятка. Начальная температура воды во всех кастрюлях одинакова и равна $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Удельная теплоемкость воды $4200\text{ Дж}/(\text{кг}\cdot^{\circ}\text{C})$. Чему равно минимальное время, необходимое для получения кипятка? Опишите одну из возможных процедур манипуляций с кастрюлями, плитками и кипятильником, при которой это рекордное время достигается. Считайте, что вся теплота передается только воде. Временами, которые хозяйка тратит на перестановку кастрюль и перемещение кипятильника, можно пренебречь.

Ответ

Минимальное время нагревания равно $576\text{ с} = 9\text{ мин } 36\text{ с}$. Возможная (но не единственная) процедура такова. Сначала воду нагревают в течение времени $t_1 = 96\text{ с}$: кастрюля на 1 л — на плитке 1 кВт, кастрюля на 2 л — на плитке 2 кВт, кастрюля на 3 л — с кипятильником 0,5 кВт. Затем в течение $t_2 = 480\text{ с}$ вода доводится до кипения одновременно во всех кастрюлях: кипятильник находится в кастрюле на 1 л, на плите 1 кВт стоит кастрюля на 2 л, на плите 2 кВт стоит кастрюля с тремя литрами воды.

4 Составная проволока при нагреве

Два длинных куска проволоки изготовлены из разных металлов A и B . В первом опыте от проволоки из металла A отрезали кусок длиной l_1 и нагрели его, увеличив его температуру на величину Δt_1 . При этом длина куска увеличилась на Δl_1 . Во втором опыте от проволоки из металла B отрезали кусок длиной l_2 и нагрели его, увеличив его температуру на величину Δt_2 , и длина этого куска увеличилась на Δl_2 . В третьем опыте от проволоки из металла A отрезали кусок длиной a , а от проволоки из металла B отрезали кусок длиной b , и соединили эти куски друг с другом последовательно. На сколько нужно нагреть получившийся составной кусок проволоки для того, чтобы его длина увеличилась на ΔL ? Считайте, что для обоих металлов выполняется линейный закон теплового расширения, при котором относительное увеличение длины каждого куска проволоки пропорционально абсолютному увеличению его температуры.

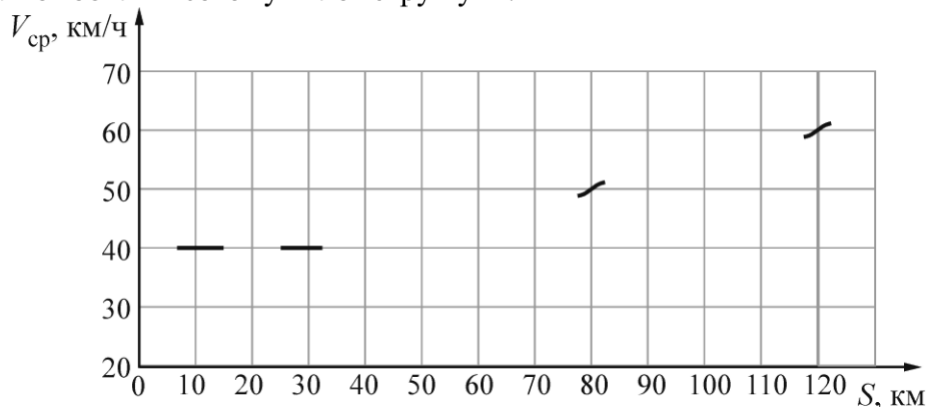
Ответ

$$\Delta t = \frac{\Delta L}{\frac{a \Delta l_1}{l_1 \Delta t_1} + \frac{b \Delta l_2}{l_2 \Delta t_2}}.$$

5 График средней скорости автомобиля

Автомобиль часть пути ехал с постоянной скоростью V_1 по грунтовой дороге, а затем, выехав на хороший асфальт, поехал быстрее с другой постоянной скоростью V_2 . На рисунке приведен график зависимости **средней** скорости $V_{\text{ср}}$ автомобиля от пройденного им пути S . К сожалению, большая часть графика от времени выцвела, и на нем остались лишь отдельные фрагменты. Определите значения скоростей V_1 и V_2 . Сколько времени длилось движение по грунтовой дороге? Какого значения достигла средняя скорость автомобиля к сотому километру пути?

автомобиля к сотому километру пути.

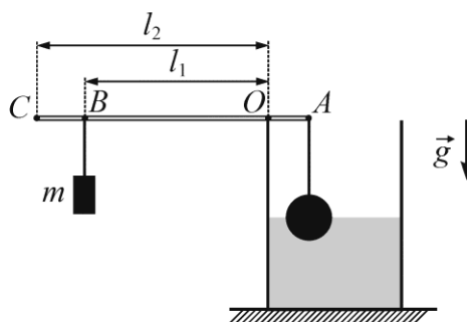


Ответ

$V_1 = 40$ км/ч; $V_2 = 100$ км/ч; по грунтовой дороге автомобиль ехал 1 ч 20 мин; средняя скорость к сотому километру пути 55,6 км/ч (но не 55 км/ч).

6 Стержень и шарик в воде

К правому концу A стержня, масса которого пренебрежимо мала, подвесили на тонкой нити алюминиевый шарик. Стержень положили на край сосуда с водой (как показано на рисунке), а к точке B , находящейся на расстоянии $l_1 = 50$ см слева от точки опоры O , подвесили груз такой массой m , что шарик оказался погруженным в воду на половину своего объёма. На какую часть своего объёма окажется погруженным в воду этот шарик, если груз m перевесить из точки B в точку C , находящуюся на расстоянии $l_2 = 60$ см слева от точки O ? Плотность алюминия $\rho_a = 2700$ кг/м³, плотность воды $\rho_v = 1000$ кг/м³.



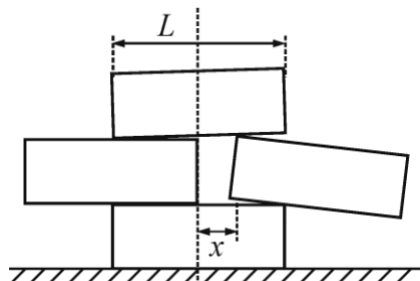
Ответ

Шарик окажется погруженным на часть объёма

$$\alpha = \frac{\rho_a}{\rho_v} - \frac{l_2}{l_1} \left(\frac{\rho_a}{\rho_v} - \frac{1}{2} \right) = 0,06.$$

7 Стопка ледяных кирпичиков

Из четырех одинаковых однородных ледяных кирпичиков длиной L каждый сложена симметричная стопка (см. рисунок). На какое максимальное расстояние x можно выдвинуть правый кирпичик, чтобы стопка не развалилась? Кирпичики очень гладкие.



Ответ

$$x = \frac{\sqrt{2}-1}{2} L \approx 0,21 L.$$

8 Остывание грузил в проруби

Папа решил взять с собой Васю на зимнюю рыбалку. В инвентаре папы оказалось два лишних свинцовых грузила одинаковой массой. Первое представляло собой кубик, а второе цилиндр, высота которого равна длине ребра кубика. К середине одной из граней кубика и к центру одного из оснований цилиндра были прикреплены маленькие крючки. В какой-то момент Васе стало скучно, и он начал экспериментировать с этими грузилами. Вася привязал к крючкам нитки, повесил грузила за эти нитки, и заклеил верхние и нижние поверхности грузил изоляционной лентой, которая плохо проводит теплоту. После этого Вася нагрел на походной газовой горелке воду в миске, опустил в нее свинцовый кубик, дождался его полного прогрева до $80\text{ }^{\circ}\text{C}$, и после этого погрузил кубик в прорубь. Оказалось, что кубик охладился до температуры $36,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ за 30 секунд. Затем Вася нагрел тем же способом до той же температуры цилиндрическое грузило, и тоже погрузил его в прорубь. За какое время оно охладится до температуры $36,6\text{ }^{\circ}\text{C}$?

Справка: объем цилиндра равен произведению площади его основания на высоту.

Ответ

$$t_{\text{ц}} = \frac{2}{\sqrt{\pi}} t_{\text{к}} \approx 33,85 \text{ с.}$$

Источник: Московская олимпиада школьников по физике, 2015/16, заключительный этап, 8 класс — условия (1), условия (2), решения (1), решения (2). Задачи перенабраны на botay.pro, решения — по официальным.