

Задача 1

Две группы туристов одновременно вышли из турбазы в двух противоположных направлениях. Группы поддерживают между собой связь по радиии, 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 радиии 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 радиии 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: скорости групп туристов равны $v_1 \approx 2,9$ км/ч и $v_2 \approx 4,2$ км/ч.

Критерии

Записано выражение для пути, пройденного первой группой до момента прерывания связи – 1 очко.

Записано выражение для пути, пройденного второй группой до момента прерывания связи – 1 очко.

Записано, что сумма двух указанных выше путей равна R – 1 очко.

Записано условие того, что связь по радиии прервалась для обеих групп в один и тот же момент времени – 1 очко.

Решена полученная система уравнений (найжены все ее решения) – 4 очка.

Отброшены отрицательные корни и дан правильный ответ – 2 очка.

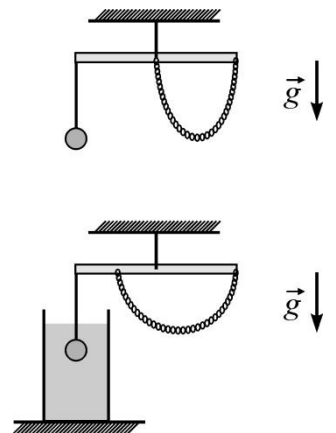
ВСЕГО: 10 очков.

В случае, если правильно записанная система уравнений решена неправильно, за всю задачу ставится не более 6 очков.

Задача 2

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



Критерии

Из условия равновесия линейки в исходном положении найдена связь массы груза с массой цепочки – 2 очка.

Записана связь плотности и объема груза с массой цепочки – 2 очка.

Записано (или использовано) уравнение моментов (условие равновесия линейки) в конечном положении – 4 очка.

Найдена плотность груза – 2 очка.

ВСЕГО: 10 очков.

Задача 3

На кухне стоят две включенные (прогревшиеся) электроплитки мощностями 1 кВт и 2 кВт, а также есть один кипяtilьник мощностью 0,5 кВт (время егопрогрева 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 кипяtilьником, при которой это рекордное время достигается. Считайте, что вся теплота передается только воде. Временами, которые хозяйка тратит на перестановку кастрюль и перемещение кипяtilьника, можно пренебречь.

Ответ: минимальное время нагревания равно $576\text{ секунд} = 9\text{ минут } 36\text{ секунд}$;

Возможная (но не единственная) процедура такова.

Сначала воду нагревают в течение времени $t_1 = 96\text{ секунд}$ следующим образом: кастрюля емкостью 1 л – на плитке мощностью 1 кВт, кастрюля емкостью 2 л – на плитке мощностью 2 кВт, кастрюля емкостью 3 л – с кипяtilьником мощностью 0,5 кВт. Затем в течение времени $t_2 = 480\text{ секунд}$ вода доводится до кипения одновременно во всех кастрюлях следующим образом: кипяtilьник мощностью 0,5 кВт находится в кастрюле емкостью 1 л, на плите мощностью 1 кВт стоит кастрюля емкостью 2 л, а на плите мощностью 2 кВт стоит кастрюля с тремя литрами воды.

Критерии

Указано, что для достижения минимального времени получения кипятка нужно, чтобы все нагревательные приборы работали непрерывно, и чтобы вода во всех кастрюлях закипела одновременно – 1 очко.

Найено общее количество теплоты, нужное для нагревания всех 6 литров воды до кипения – 1 очко.

Найдено рекордное время закипания воды – 1 очко.

Предложен какой-либо алгоритм кипячения воды (время кипячения разбито на некоторые промежутки, в течение которых нагревательные приборы используются по-разному), при котором вода во всех кастрюлях закипает одновременно – 2 очка.

Указано, что для каждой кастрюли и каждого нагревательного прибора скорость нагревания воды пропорциональна отношению мощности нагревателя к массе воды – 1 очко.

Составлены пропорции (найнены отношения скоростей нагревания воды в течение рассматриваемых промежутков времени) – 2 очка.

Составлены уравнения (одно или несколько) для определения рассматриваемых промежутков времени – 1 очко.

Найдены длительности рассматриваемых промежутков времени – 1 очко.

ВСЕГО: 10 очков.

Рекордное время закипания воды определяется однозначно, а достичь его можно разными способами! В авторском решении предложено описание одного из таких способов. Если будут описаны другие правильные способы, и для них будут проведены все необходимые расчеты, то такое решение нужно оценивать полным количеством очков. Если предложен правильный способ, но он не обоснован расчетами, то такое решение оценивается не более, чем в 5 баллов.

Задача 4

Два длинных куса 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: составной кусок проволоки нужно нагреть на $\Delta t = \frac{\Delta L}{\frac{a\Delta l_1}{l_1\Delta t_1} + \frac{b\Delta l_2}{l_2\Delta t_2}}$.

Критерии

Записана формула для коэффициента линейного теплового расширения куска первой проволоки – 2 очка.

Записана формула для коэффициента линейного теплового расширения куска второй проволоки – 2 очка.

Замечено, что при нагревании удлинение составного куска проволоки равно сумме удлинений первого и второго кусков – 2 очка.

Составлено уравнение, отражающее вышеуказанный факт – 2 очка.

Получен ответ – 2 очка.

ВСЕГО: 10 очков.