

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ПО ФИЗИКЕ. 2021 уч. г.
ПРИГЛАСИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП
8 КЛАСС

Задача 1

Два велосипедиста одновременно выехали навстречу друг другу из пунктов A и B и встретились ровно в 13:00. Первый велосипедист прибыл в пункт B в 13:25, а второй велосипедист прибыл в пункт A в 13:49. В какое время велосипедисты выехали, если они двигались с постоянными скоростями? Ответ дайте в виде двух целых чисел – количество часов и количество минут.

Возможное решение

Пусть путь до встречи занял у велосипедистов время t , а их скорости равны v_1 и v_2 . Тогда до встречи первый велосипедист проехал путь $s_1 = v_1 t$, а второй – $s_2 = v_2 t$. После встречи первому велосипедисту оставалось проехать путь s_2 , и он сделал это за время $t_1 = 25$ минут, а второму оставалось проехать путь s_1 , и он сделал это за время $t_2 = 49$ минут. Тогда $v_1 t_1 = v_2 t$ и $v_2 t_2 = v_1 t$, откуда $t = \sqrt{t_1 t_2} = 35$ минут. Значит, велосипедисты выехали в 12:25.

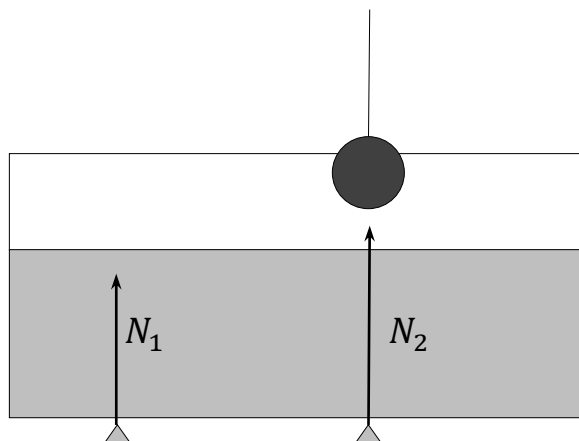
Ответ: 12:25 (6 баллов).

Задачи 2-3

Аквариум в форме прямоугольного параллелепипеда, заполненный водой, стоит несимметрично на двух опорах. Силы реакции опор равны соответственно $N_1 = 300$ Н и $N_2 = 700$ Н. В аквариум опускают подвешенный на нити однородный шар объёмом $V = 15$ дм³. Линия подвеса шара проходит через центр второй опоры. Плотность материала шара больше плотности воды. Шар не касается дна аквариума, вода из него не выливается. Плотность воды равна $\rho = 1000$ кг/м³. Массой аквариума можно пренебречь по сравнению с массой воды. Ускорение свободного падения равно 10 Н/кг.

2) Определите силу реакции левой опоры после полного погружения шара в воду. Ответ выразите в Н, округлите до целого числа. (7 баллов)

3) Определите силу реакции правой опоры после полного погружения шара в воду. Ответ выразите в Н, округлите до целого числа. (7 баллов)



Возможное решение

1 способ. До погружения шара $N_1 + N_2 = Mg = \rho SHg$, где M – масса воды в аквариуме, S – площадь дна аквариума, H – высота уровня воды в аквариуме до погружения шара в воду.

После погружения шара в воду $N'_1 + N'_2 = \rho S \left(H + \frac{V}{S} \right) g = N_1 + N_2 + \rho Vg$, где $\frac{V}{S}$ – величина, на которую поднялся уровень воды после погружения шара в воду.

Так как стенки сосуда вертикальные, массой сосуда мы пренебрегаем и шар не касается дна аквариума, то каждая из сил реакции опор (а также их суммарная величина) возрастёт в одно и то же число раз:

$$\frac{N'_1}{N_1} = \frac{N'_2}{N_2} = \frac{N'_1 + N'_2}{N_1 + N_2} = 1 + \frac{\rho Vg}{N_1 + N_2}.$$

Следовательно,

$$N'_1 = N_1 \left(1 + \frac{\rho Vg}{N_1 + N_2} \right) = 345 \text{ Н},$$

$$N'_2 = N_2 \left(1 + \frac{\rho Vg}{N_1 + N_2} \right) = 805 \text{ Н}.$$

2 способ. Дно аквариума «чувствует» только давление воды (оно определяется уровнем воды в сосуде). После опускания в воду шара уровень воды поднимается. Это приводит к формальному (кажущемуся «с точки зрения дна») увеличению массы воды на величину $m = \rho V$. Так как стенки сосуда вертикальные, а массой сосуда мы пренебрегаем, то дополнительная сила тяжести $mg = \rho Vg$ распределяется между опорами пропорционально исходным значениям сил реакции. Поэтому силы реакции опор увеличиваются пропорционально коэффициенту увеличения массы воды:

$$N'_1 = N_1 \left(1 + \frac{\rho Vg}{N_1 + N_2} \right),$$

$$N'_2 = N_2 \left(1 + \frac{\rho V g}{N_1 + N_2} \right).$$

Отметим, что результат не зависит от координаты погружения шара.

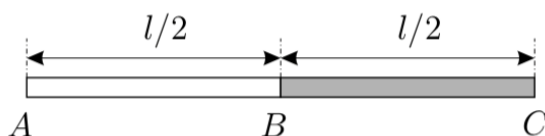
Ответы:

2)	3)
345	805

Максимум 14 баллов за задачу.

Задача 4

Левая половина AB стержня изготовлена из чугуна, а правая BC из стали. Стержень сбалансировали на небольшой опоре, а затем подвесили к концу C груз массой 1,9 кг. Груз какой массы необходимо подвесить к концу стержня A , чтобы он по-прежнему находился в равновесии, заняв горизонтальное положение? Ответ выразите в кг, округлите до десятых долей. Плотность чугуна 7000 кг/м^3 , плотность стали 7800 кг/м^3 . Обе половины стержня однородны и имеют одинаковую площадь поперечного сечения.



Возможное решение

Пусть x – расстояние от точки B до точки опоры. Тогда из правила рычага следует: $7800 \left(\frac{l}{4} - x \right) = 7000 \left(\frac{l}{4} + x \right)$, откуда $x = l/74$. Центр масс уравновешенного рычага всегда находится над точкой опоры. Поэтому после подвешивания обоих грузов правило рычага примет вид: $M_C \left(\frac{l}{2} - x \right) = M_A \left(\frac{l}{2} + x \right)$. Отсюда $M_A = \frac{18}{19} M_C = \frac{18}{19} \cdot 1,9 = 1,8 \text{ кг}$.

Ответ: 1,8 (8 баллов).

Задача 5

Три кубика A , B и C с начальными температурами $t_A = 0\text{ }^\circ\text{C}$, $t_B = 54\text{ }^\circ\text{C}$ и $t_C = 105\text{ }^\circ\text{C}$ не обмениваются энергией с окружающей средой. Любые два кубика можно привести в тепловой контакт друг с другом на длительное время. Кубик A сначала приводят в контакт с кубиком B и дожидаются установления теплового равновесия. После этого кубик B убирают, и приводят кубик A в контакт с кубиком C . Спустя длительное время убирают кубик A , приводят в контакт кубики B и C , после чего ждут, пока их температуры уравниваются. На сколько градусов конечная температура кубика A отличается от конечной температуры кубиков B и C ? Ответ округлите до десятых долей. Кубики B и C одинаковые. Длина ребра кубика A вдвое больше, чем длина ребра одинаковых по размеру кубиков B и C . Все кубики сделаны из одного и того же материала.

Возможное решение

Пусть кубики B и C имеют массу m , тогда кубик A имеет массу $8m$. Из уравнения теплового баланса следует, что, если привести в тепловой контакт кубики A и B на длительное время, изменение температуры кубика B будет в 8 раз больше, чем изменение температуры кубика A . То же самое произойдёт после длительного контакта тел A и C . Значит, чтобы найти установившуюся температуру кубика A при контакте с кубиком B (либо C), нужно разность температур кубиков до контакта разделить на 9 частей и прибавить полученный результат к меньшей температуре. Если же привести в контакт одинаковые кубики B и C , то их температуры изменятся на одну и ту же величину, и конечная температура будет равна среднему арифметическому исходных температур.

Вначале приводим в контакт кубики A и B . Их установившаяся температура равна $6\text{ }^\circ\text{C}$. Далее приводим в контакт кубики A и C . После длительного контакта их температура равна $17\text{ }^\circ\text{C}$. Теперь приводим в контакт кубики B и C . Конечная температура этих кубиков равна $11,5\text{ }^\circ\text{C}$. Таким образом, конечная температура кубика A больше, чем конечные температуры кубиков B и C на $5,5\text{ }^\circ\text{C}$.

Ответ: 5,5 (5 баллов).

Задачи 6-7

К идеальной батарее с напряжением 9 В на выводах подключена электрическая цепь, собранная из трёх резисторов с сопротивлениями 1 кОм, 2 кОм и 3 кОм. Известно, что ни на одном из резисторов напряжение не равно нулю.

6) Чему равен максимально возможный при данных условиях ток через эту батарею? Ответ выразите в мА, округлите до десятых долей. (5 баллов)

7) Чему равен минимально возможный при данных условиях ток через эту батарею? Ответ выразите в мА, округлите до десятых долей. (5 баллов)

Возможное решение

Максимальный ток через батарею протекает в случае минимального общего сопротивления цепи. У параллельного соединения трёх резисторов будет минимальное сопротивление.

То есть $I_{max} = U \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \right) = 16,5$ мА. Минимальный же ток через батарею протекает в случае последовательного соединения резисторов. Значит, $I_{min} = \frac{U}{R_1 + R_2 + R_3} = 1,5$ мА.

Ответы:

6)	7)
16,5	1,5

Максимум 10 баллов за задачу.

Всего за работу 43 балла.

Продолжительность тура: 120 мин.