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.

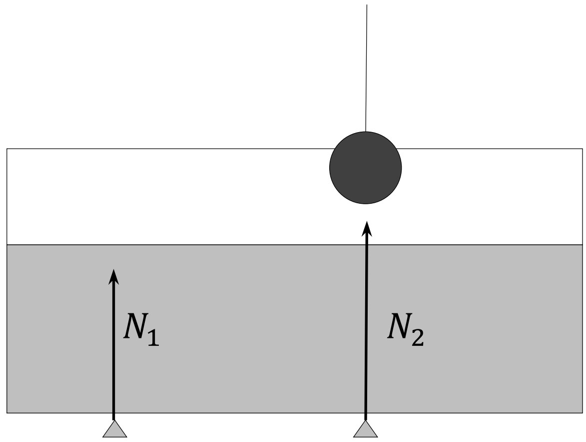
Ответ: 12:25 (**6 баллов**).

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 дм^3. 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 ρ = 1000 кг/м^3. 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

<u>1 способ</u>. 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,

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

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

<u>2 способ</u>. 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.

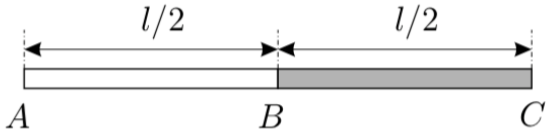
Ответы:

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 $M_A = \frac{18}{19}M_C = \frac{18}{19} \cdot 1{,}9 = 1{,}8$ кг.

Ответ: 1,8 (**8 баллов**).

Задача 5

Три кубика A, B и C с начальными температурами $t_A = 0$ °C, $t_B = 54$ °C и $t_C = 105$ °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 уравняются. 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 °C. Далее приводим в контакт кубики A и C. После длительного контакта их температура равна 17 °C. Теперь приводим в контакт кубики B и C. Конечная температура этих кубиков равна 11,5 °C. Таким образом, конечная температура кубика A больше, чем конечные температуры кубиков B и C на 5,5 °C.

Ответ: 5,5 (**5 баллов**).

Задачи 6-7

К идеальной батарейке 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 батарейку? Ответ выразите в мА, округлите до десятых долей. (**5 баллов**)

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

Возможное решение

Максимальный ток через батарейку 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 батарейку 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.

<u>Всего за работу 43 балла.</u>

Продолжительность тура: 120 мин.