Решения
Задач заключительного тура олимпиады «Росатом»
Физика, 7 класс

Задача 1. На поверхность воды разлили нефть массой $m = 800$ кг. Какую площадь займет нефть, если она растеклась тонким слоем толщиной $d = 1/4000$ мм? Плотность нефти $\rho = 0,8$ г/см^3. Ответ выразите в квадратных километрах.

Решение. С одной стороны объем нефти равен

$$V = Sd$$

С другой

$$V = \frac{m}{\rho}$$

Отсюда находим

$$S = \frac{m}{\rho d} = 4 \text{ км}^2.$$

2. Имеется брусок в форме прямоугольного параллелепипеда, длины ребер которого относятся друг к другу как $1:2:3$. Брусок кладут на горизонтальную поверхность. Найти отношение давлений бруска на стол $p_1 : p_2 : p_3$, в случаях, когда он лежит на разных гранях ($p_1 < p_2 < p_3$)?

Решение. Пусть длина самого короткого ребра бруска равна a. Тогда отношение давлений (начиная с наименьшего) можно найти как отношение обратных площадей граней (начиная с наибольшей):

$$p_1 : p_2 : p_3 = \frac{1}{6a^2} : \frac{1}{3a^2} : \frac{1}{2a^2} = 1:2:3$$

Задача 2. У проходной НИЯУ МИФИ образовалась очередь школьников, желающих принять участие в заключительном туре олимпиады «Росатом», длиной 80 метров. Каждую минуту первые $n = 8$ человек из очереди проходят через проходную, а за это время в конец очереди приходят $k = 4$ новых человека. Через 40 минут очередь исчезла. С какой средней скоростью двигались люди, пока они находились в очереди? Ответ выразите в метрах в минуту. Сколько человек участвовало в олимпиаде? Считать, что каждый человек занимает в очереди одинаковое место.

Решение. «Хвост» очереди перемещается со следующей средней скоростью

$$v_x = \frac{L}{t} = 2 \text{ м/мин}$$

Где $L = 80$ м – первоначальная длина очереди, $t = 40$ мин – время «рассасывания» очереди. При этом очередь каждую минуту становится короче на

$$N = n - k = 2 \text{ 1/мин}$$

человек (размерность величин n и k - 1/мин). Это значит, что каждый человек занимает в очереди следующее место

$$\Delta l = \frac{L}{t(n-k)} = 0,5 \text{ м}$$

Поскольку при движении очереди каждую минуту проходят $n = 8$ человек, то каждый человек проходит в минуту расстояние $n\Delta l$, и, следовательно, скорость человека

$$v = n\Delta l = \frac{nL}{t(n-k)} = 4 \text{ м/мин}$$

Поскольку каждую минуту проходят $n = 8$ человек, а очередь рассасывается за время $t = 40$ минут, то в олимпиаде участвовало

$$N_1 = nt = 320 \text{ человек.}$$

Задача 3. Если в банку массой $m_1 = 50$ г налить доверху воду, масса банки станет равна $m_2 = 250$ г. Если из банки вылить воду, но положить несколько камней, масса банки станет равна $m_3 = 450$ г. Если теперь в банку с камнями доверху налить воду, она будет весить $m_4 = 550$ г. Найти отношение плотности воды к плотности камней.

Решение. Очевидно, масса воды в банке $M_1 = m_2 - m_1$, масса камней в банке $M_2 = m_3 - m_1$, масса воды с камнями $M_3 = m_4 - m_1$, разность масс камней и воды в объеме камней $M_4 = M_3 - M_1 = m_4 - m_2$. Поэтому

$$\frac{\rho_к - \rho_в}{\rho_к} = \frac{m_4 - m_2}{m_3 - m_1}$$

Отсюда

$$\frac{\rho_в}{\rho_к} = \frac{m_3 + m_2 - m_4 - m_1}{m_3 - m_1} = \frac{1}{4}$$

Задача 4. На трех нитях подвешены три тела 1, 2 и 3 (рисунок 1). Известно, что сила натяжения верхней нити равна $T = 20$ Н. Если тела 1 и 3 поменять местами (рисунок 2), то сила натяжения средней увеличится на $\Delta T_1 = 2$ Н, а если поменять местами тела 1 и 3 (рисунок 3), сила средней нити уменьшится на $\Delta T_2 = 1$ Н. Найти силу натяжения нижней нити в первоначальном положении.

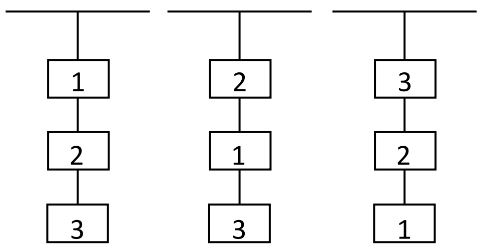

Рис. 1 Рис. 2 Рис. 3

Решение. Пусть веса грузов равны P_1, P_2 и P_3. Тогда

$$T = P_1 + P_2 + P_3$$

С другой стороны - $P_1 - P_2 = \Delta T_1$, $P_3 - P_1 = \Delta T_2$. Поэтому

$$P_1 = \frac{T - \Delta T_2 + \Delta T_1}{3}$$

Отсюда находим

$$T_3 = P_3 = P_1 + \Delta T_2 = \frac{T - \Delta T_2 + \Delta T_1}{3} + \Delta T_2 = \frac{T + 2\Delta T_2 + \Delta T_1}{3} = 6 \text{ Н.}$$

Задача 5. Между городами А и В ездят Мерседес и Жигули. Скорость Жигулей составляет 2/3 от скорости Мерседеса. Жигули выезжают из города А, Мерседес через некоторое время выезжает из города В. Оказалось, что они встречаются ровно посередине отрезка АВ. В этот момент они разворачиваются и едут назад. Доехав до «своих» городов (Жигули – до города А, Мерседес – до В) они снова разворачиваются и едут навстречу друг другу. Затем опять встречаются, разворачиваются и т.д. На каком расстоянии от города А произойдет 2016 встреча Мерседеса и Жигулей, если они ездят с постоянными скоростями, а разворачиваются мгновенно?

Решение. Поскольку сумма расстояний, пройденных машинами от одной встречи до другой, равна удвоенному расстоянию между городами, то между двумя последовательными встречами Мерседеса и Жигулей проходят одинаковые интервалы времени, равные

$$\Delta t = \frac{2L}{v_1 + v_2} = \frac{4L}{5v_1}$$

Где L - расстояние между городами, v_1 и $v_2 = 3v_1/2$ - скорости Жигулей и Мерседеса. Поэтому до второй встречи Жигули пройдут расстояние

$$S_1 = v_1 \Delta t = \frac{4L}{5}$$

Поэтому вторая встреча машин произойдет на расстоянии

$$L_1 = S_1 - \frac{L}{2} = \frac{4L}{5} - \frac{L}{2} = \frac{3L}{10}$$

от города А, третья – посередине между городами, четвертая – снова на расстоянии $3L/10$, пятая – снова посередине и т.д. Таким образом, 2016 встреча между машинами произойдет на расстоянии $3L/10$ от города А.