8 класс

Задача 1. На прогулке

Глюк и Баг встретились через время

$$T = L/(v_\Gamma + v_Б). \quad (1)$$

Пусть τ – время, которое Шарик провел, находясь рядом с каждым из друзей. Тогда вместе с Глюком и Багом он прошел часть пути, равную

$$L_1 = \tau(v_\Gamma + v_Б). \quad (2)$$

Все остальное время $t = T–2\tau$ Шарик бегал со скоростью v_0. За это время он пробежал расстояние:

$$L_2 = (T–2\tau) \cdot 3(v_\Gamma + v_Б). \quad (3)$$

По условию, Шарик пробежал путь $L_1 + L_2 = 2L$. Отсюда следует:

$$\tau(v_\Gamma + v_Б) + (T–2\tau) \cdot 3(v_\Gamma + v_Б) = 2T(v_\Gamma + v_Б). \quad (4)$$

Тогда $\tau = 0{,}2T$. Шарик бегал $T–2\tau = 0{,}6T = 60$ с.

Примерные критерии оценивания

Найдена связь между между T и L (1) 2
Найдена связь между между τ и L_1 (2) 2
Найдена связь между между t и L_2 (3) 2
Записано выражение, связывающее разные времена (например, $\tau = 0{,}2T$) .. 3
Получен численный ответ 1

Задача 2. Плавание наоборот

Из условия равновесия легкого поршня следует, что давление непосредственно над поршнем равно p. Тогда давление у верхнего торца поплавка

$$p_1 = p - \rho_0 gh.$$

Из условия равновесия поплавка

$$p_1 S + mg = pS,$$

получаем выражение

$$(p - \rho_0 gh)S + \rho \cdot 4hSg = pS,$$

из которого получаем ответ:

$$\rho = \rho_1/4 = 200 \text{ кг/м}^3.$$

Примечание. Положение равновесия, рассматриваемое в задаче — неустойчиво.

Примерные критерии оценивания

Записано условие равновесия поршня 1
Найдено давление наверху поплавка 2
Записано условие равновесия поплавка 4
Найдена плотность поплавка 2
Получен численный ответ 1

Задача 3. Разные мощности

1. Расставим силы, действующие на рычаг (рис. 3) и воспользуемся правилом моментов относительно точки опоры:

$$4mg \cdot 2L = 3mgL + m_x g \cdot 4L,$$

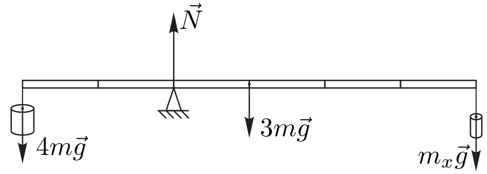

Рис. 3

отсюда $m_x = 5m/4$.

2. Так как льдинки уже при температуре плавления, вся теплота сразу идет на плавление. Пусть за некоторое время Δt масса левой льдинка уменьшилась на Δm, а правой — на Δm_x. Тогда по правилу моментов:

$$(4m - \Delta m)g \cdot 2L = 3mgL + (m_x - \Delta m_x)g \cdot 4L.$$

Если вычесть из первого уравнения второе, получим $\Delta m = 2\Delta m_x$. Изменение массы льдинки пропорционально подведённому количеству теплоты, которое пропорционально мощности нагрева. Следовательно, мощность нагрева левой льдинки должна быть в 2 раза больше.

Примерные критерии оценивания

Записано правило моментов исходной системы 3
Получен ответ для массы правой льдинки 1
Найдена связь между изменениями масс льдинок $2\Delta m = \Delta m_x$ 3
Приведено доказательство пропорциональности растаявшей массы и мощности 2
Получен ответ для отношения мощностей 1

Задача 4. Две детали

Пусть объем сосуда равен V_0, а объем детали, соответственно, V_1.

Запишем уравнения теплового баланса для первого и для второго случаев:

$$c_1\rho_1 V_1(t_д - t_x) = c_0\rho_0(V_0 - V_1)(t_x - t_0), \tag{5}$$

$$c_1\rho_1 \cdot 2V_1(t_д - t_y) = c_0\rho_0(V_0 - 2V_1)(t_y - t_0). \tag{6}$$

Преобразуем эти выражения:

$$c_1\rho_1 V_1 \frac{t_д - t_x}{t_x - t_0} + c_0\rho_0 V_1 = c_0 V_0 \rho_0,$$

$$c_1\rho_1 (2V_1) \frac{t_д - t_y}{t_y - t_0} + c_0\rho_0 (2V_1) = c_0 V_0 \rho_0.$$

Из равенства правых частей уравнений следует равенство левых частей, на объём V_1 можно сократить:

$$c_1\rho_1 \frac{t_д - t_x}{t_x - t_0} + c_0\rho_0 = 2c_1\rho_1 \frac{t_д - t_y}{t_y - t_0} + 2c_0\rho_0,$$

откуда

$$c_1 = c_0\frac{\rho_0}{\rho_1}\frac{1}{\left(\dfrac{t_д - t_x}{t_x - t_0} - 2\dfrac{t_д - t_y}{t_y - t_0}\right)} = 919{,}642 \text{ Дж/(кг} \cdot {}^\circ\text{C)} \approx 920 \text{ Дж/(кг} \cdot {}^\circ\text{C)}.$$

Примерные критерии оценивания

Записано уравнение теплового баланса (5) 3
Записано уравнение теплового баланса (6) 3
Получено выражение для теплоёмкости c_1 3
Приведён числовой ответ 1