

6. Внешний нагреватель. Время

В задачах этого типа обычно присутствует внешний нагреватель (или холодильник) и два тепловых процесса. Они идут в одном направлении (без отключения нагревателя) или в противоположных направлениях (при его отключении). Также в таких задачах оговаривают время протекания тепловых процессов.

При решении задач без отключения нагревателя учитываем, что общим для обоих тепловых процессов будет мощность нагревателя.

Пример 6.1. В чайник налили воду при 10°C . Через $\tau_1 = 10$ мин вода закипела. Через какое время она полностью испарится? Потерями теплоты на нагревание чайника пренебречь.

Решение

Задача на два случая. Рассмотрим нагревание воды и ее выкипание отдельно. Общим для обоих случаев была мощность нагревателя.

$$P\tau_1 = cm(100^{\circ}\text{C} - 10^{\circ}\text{C}); P\tau_2 = \lambda m.$$

Решая эти уравнения совместно и исключив массу, найдем искомое.

При решении задач с отключением нагревателя нужно учитывать, что общим для обоих тепловых процессов будет мощность тепловых потерь.

Пример 6.2. Электрическим кипятильником нагревают 1,6 кг воды. За 2 мин ее температура увеличилась от 8°C до 90°C . После выключения кипятильника температура воды за 1 мин упала на один градус. Найти мощность кипятильника.

Решение

При нагревании теплота от кипятильника передавалась не только воде, были также тепловые потери на нагревание окружающей среды.

Определим их из случая с охлаждением: $Q_{\text{потерь}} = cm \cdot 1^{\circ}\text{C}$ – это за 1 мин охлаждения. За 2 мин нагревания тепловые потери были в два раза больше:

$$Q_{\text{потерь.нагр}} = 2cm \cdot 1^{\circ}\text{C}$$

$$\text{Тогда: } P = \frac{Q}{120 \text{ с}} = \frac{cm(90^{\circ}\text{C} - 8^{\circ}\text{C}) + 2cm \cdot 1^{\circ}\text{C}}{120 \text{ с}} = 4704 \text{ (Вт)}$$

7. Теплоемкость

При решении задач на теплоемкость, прежде всего, нужно внимательно анализировать условие, чтобы отличить теплоемкость тела (измеряется в Дж/С°) от удельной теплоемкости тела (измеряется в Дж/кг·С°) и применить формулу их связи: $C = cm$.

Пример 7.1. Теплоемкость первого тела в 4 раза больше теплоемкости второго. Во сколько раз масса первого больше массы второго, если удельная теплоемкость второго в 2 раза выше удельной теплоемкости первого?

Решение

$$\begin{cases} C_1 = 4C_2 \\ c_2 = 2c_1 \end{cases}; \begin{cases} c_1 m_1 = 4c_2 m_2 \\ c_2 = 2c_1 \end{cases}; \frac{m_1}{m_2} = 8$$

Пример 7.2. Двум телам с теплоемкостями $C_1 = 25 \text{ Дж/}^\circ\text{С}$ и $C_2 = 75 \text{ Дж/}^\circ\text{С}$ передали по 1500 Дж теплоты и их температуры стали равны. Найти модуль разности начальных температур.

Решение

$$\begin{cases} Q = C_1(t - t_1) \\ Q = C_2(t - t_2) \end{cases}; \begin{cases} t_1 = t - \frac{Q}{C_1} \\ t_2 = t - \frac{Q}{C_2} \end{cases}; t_1 - t_2 = \frac{Q}{C_1} - \frac{Q}{C_2} = \frac{Q}{C_1} - \frac{Q}{3C_1} = \frac{2Q}{3C_1} = 40^\circ\text{С}$$

8. Законы сохранения в тепловых процессах

Очень часто задачи на тепловые явления содержат превращения механической энергии во внутреннюю. Решать их следует начинать с закона сохранения энергии. Приведем примеры с превращением разных видов механической энергии.

Пример 8.1. (с превращением потенциальной энергии во внутреннюю) Вода падает с высоты 1200 м. На сколько повысится ее температура, если на нагревание идет 60% работы силы тяжести?

Решение

Запишем закон сохранения энергии: $0,6mgh = cm\Delta t$; $\Delta t = \frac{0,6gh}{c} = 1,7^\circ\text{С}$.

Пример 8.2. (с превращением кинетической энергии во внутреннюю) С какой минимальной скоростью относительно космического корабля должен двигаться железный метеор, чтобы от удара он мог расплавиться, если выделившаяся теплота распределяется поровну между кораблем и метеором?

Решение

Считаем, что метеор уже нагрет до точки плавления.

$$\frac{mv^2}{2} = Q; \frac{Q}{2} = \lambda m; \frac{mv^2}{4} = \lambda m; v = 2\sqrt{\lambda} = 2,022 \text{ км/с}.$$

Пример 8.3. (с использованием силы Архимеда) Понтон $m = 200 \text{ кг}$, $S = 4 \text{ м}^2$ и высотой $h = 1 \text{ м}$ утопили до уровня воды. Сколько теплоты выделится при его всплытии?

Решение

Теплота, выделившаяся при всплытии, равна изменению его потенциальной энергии. Для ее определения найдем высоту надводной части понтона после всплытия.

Сначала найдем высоту погруженной части понтона: $\rho g V_n = m g$;

$$\rho g S h_n = m g ; h_n = \frac{m g}{\rho g S} = \frac{m}{\rho S} .$$

Теперь высоту надводной части: $h_n = h - \frac{m}{\rho S}$.

Тогда: $Q = m g (h - \frac{m}{\rho S}) = 1900 \text{ Дж} .$