

РАСЧЁТ КОЛИЧЕСТВА ТЕПЛОТЫ, НЕОБХОДИМОГО ДЛЯ НАГРЕВАНИЯ ТЕЛА ИЛИ ВЫДЕЛЯЕМОГО ИМ ПРИ ОХЛАЖДЕНИИ

На практике часто пользуются тепловыми расчётами. Например, при строительстве зданий необходимо учитывать, какое количество теплоты должна отдавать зданию вся система отопления. Следует также знать, какое количество теплоты будет уходить в окружающее пространство через окна, стены, двери.

Покажем на примерах, как нужно вести простейшие расчёты.

Итак, необходимо узнать, какое количество теплоты получила при нагревании медная де-

таль. Её масса 2 кг, а температура увеличивалась от 20 до 280 °С. Вначале по таблице 1 определим удельную теплоёмкость меди ($c_m = 400 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{С}}$). Это означает, что на нагревание детали из меди массой 1 кг на 1 °С потребуется 400 Дж. Для нагревания медной детали массой 2 кг на 1 °С необходимо в 2 раза большее количество теплоты — 800 Дж. Температуру медной детали необходимо увеличить не на 1 °С, а на 260 °С, значит, потребуется в 260 раз большее количество теплоты, т. е. $800 \text{ Дж} \cdot 260 = 208\,000 \text{ Дж}$.

Чтобы рассчитать количество теплоты, необходимое для нагревания тела или выделяемое им при охлаждении, следует удельную теплоёмкость умножить на массу тела и на разность между конечной и начальной температурами.

Если обозначить массу m , разность между конечной (t_2) и начальной (t_1) температурами — $t_2 - t_1$, получим формулу для расчёта количества теплоты:

$$Q = cm(t_2 - t_1)$$

$$Q = cm(t_2 - t_1).$$

Пример 1. В железный котёл массой 5 кг налита вода массой 10 кг. Какое количество теплоты нужно передать котлу с водой для изменения их температуры от 10 до 100 °С?

При решении задачи нужно учесть, что оба тела — и котёл, и вода — будут нагреваться вместе. Между ними происходит теплообмен. Их температуры можно считать одинаковыми, т. е. температура котла и воды изменяется на $100\,^\circ\text{С} - 10\,^\circ\text{С} = 90\,^\circ\text{С}$. Но количества теплоты, полученные котлом и водой, не будут одинаковыми. Ведь их массы и удельные теплоёмкости различны.

Запишем условие задачи и решим её.



Нагревание воды в котелке

Дано:

$$m_1 = 5 \text{ кг}$$

$$c_1 = 460 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$m_2 = 10 \text{ кг}$$

$$c_2 = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$t_1 = 10 ^\circ\text{C}$$

$$t_2 = 100 ^\circ\text{C}$$

$$Q - ?$$

Решение:

Количество теплоты, полученное котлом, равно:

$$Q_1 = c_1 m_1 (t_2 - t_1),$$

$$Q_1 = 460 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 5 \text{ кг} \cdot 90 ^\circ\text{C} \approx$$

$$\approx 207\,000 \text{ Дж} = 207 \text{ кДж.}$$

Количество теплоты, полученное водой, равно:

$$Q_2 = c_2 m_2 (t_2 - t_1),$$

$$Q_2 = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 10 \text{ кг} \cdot 90 ^\circ\text{C} \approx 3\,780\,000 \text{ Дж} = 3780 \text{ кДж.}$$

На нагревание и котла, и воды израсходовано количество теплоты: $Q = Q_1 + Q_2$,

$$Q = 207 \text{ кДж} + 3780 \text{ кДж} = 3987 \text{ кДж.}$$

Ответ: $Q = 3987 \text{ кДж.}$

Пример 2. Смешали воду массой 0,8 кг, имеющую температуру 25 °С, и воду при температуре 100 °С массой 0,2 кг. Температуру полученной смеси измерили, и она оказалась равной 40 °С. Вычислите, какое количество теплоты отдала горячая вода при остывании и получила холодная вода при нагревании. Сравните эти количества теплоты.

Запишем условие задачи и решим её.

Дано:

$$m_1 = 0,2 \text{ кг}$$

$$m_2 = 0,8 \text{ кг}$$

$$c_1 = c_2 = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$t_1 = 25 ^\circ\text{C}$$

$$t_2 = 100 ^\circ\text{C}$$

$$t = 40 ^\circ\text{C}$$

$$Q_1 - ?$$

$$Q_2 - ?$$

Решение:

Горячая вода остыла от 100 до 40 °С, при этом она отдала количество теплоты:

$$Q_1 = c_1 m_1 (t_2 - t),$$

$$Q_1 = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 0,2 \text{ кг} \times$$

$$\times (100 ^\circ\text{C} - 40 ^\circ\text{C}) =$$

$$= 50\,400 \text{ Дж.}$$

Холодная вода нагрелась с 25 до 40 °С и полу-

чила количество теплоты:

$$Q_2 = c_2 m_2 (t - t_1),$$

$$Q_2 = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 0,8 \text{ кг} \cdot (40 ^\circ\text{C} - 25 ^\circ\text{C}) = 50\,400 \text{ Дж.}$$

Ответ: $Q_1 = 50\,400 \text{ Дж}$, $Q_2 = 50\,400 \text{ Дж}$.

Мы видим, что количество теплоты, отданное горячей водой, и количество теплоты, полученное холодной водой, равны между собой. Это не случайный результат. Опыт показывает, что если между телами происходит теплообмен, то внутренняя энергия всех нагреваемых тел увеличивается на столько, на сколько уменьшается внутренняя энергия остывающих тел.

При проведении опытов обычно получается, что отданная горячей водой энергия больше энергии, полученной холодной водой. Это объясняется тем, что часть энергии передаётся окружающему воздуху, а часть энергии — сосуду, в котором смешивали воду. Равенство отданной и полученной энергий будет тем точнее, чем меньше потерь энергии допускается в опыте. Если подсчитать и учесть эти потери, то равенство будет точным.

Вопросы

1. Что нужно знать, чтобы вычислить количество теплоты, полученное телом при нагревании?
2. Объясните на примере, как рассчитывают количество теплоты, сообщённое телу при его нагревании или выделяющееся при его охлаждении.
3. Напишите формулу для расчёта количества теплоты.
4. Какой вывод можно сделать из опыта по смешиванию холодной и горячей воды? Почему на практике эти энергии не равны?



УПРАЖНЕНИЕ 8

1. Какое количество теплоты требуется для нагревания воды массой 0,1 кг на 1 °С?
2. Рассчитайте количество теплоты, необходимое для нагревания: а) чугуна массой 1,5 кг для изменения его температуры на 200 °С; б) алюминиевой ложки массой 50 г от 20 до 90 °С; в) кирпичного камня массой 2 т от 10 до 40 °С.
3. Какое количество теплоты выделилось при остывании воды, объём которой 20 л, если температура изменилась от 100 до 50 °С?

