

Тема 23. Передача теплоти.

Передача теплоти твердим та рідким речовинам призводить до зміни їх внутрішньої енергії:

$$\Delta U = Q .$$

Наслідком цього є або нагрівання тіла, або зміна його агрегатного стану: плавлення чи пароутворення. Такі процеси характеризують наступними фізичними величинами: теплоємність, питома теплоємність, питома теплота плавлення, питома теплота пароутворення.

Теплоємність тіла чисельно дорівнює кількості теплоти Q , яку необхідно передати тілу для зміни його температури на 1 К:

$$C = \frac{Q}{\Delta T} \text{ (Дж/К)}.$$

Питома теплоємність c , питома теплота плавлення λ , питома теплота пароутворення r є табличними величинами; за їх значеннями знаходять кількість відданої або одержаної тілом теплоти.

Для нагрівання тіла масою m на ΔT градусів необхідна кількість теплоти:

$$Q = cm\Delta T = cm\Delta t .$$

В цій формулі враховано, що різниця між кінцевою T_2 та початковою T_1 температурами за шкалою Кельвіна ($\Delta T = T_2 - T_1$) та за шкалою Цельсія ($\Delta t = t_2 - t_1$) однакові, тобто $T_2 - T_1 = t_2 - t_1$.

Розмірність величини c – Дж/(кг·К)

Для утворення пари масою m з рідини необхідна кількість теплоти:

$$Q = rm .$$

Для плавлення кристалічної речовини масою m їй необхідно передати кількість теплоти:

$$Q = \lambda m .$$

Розмірність величин r та λ – Дж/кг.

Рівняння теплового балансу є виразом закону збереження енергії для теплових процесів: сума кількостей теплоти, якими обмінюються між собою тіла теплоізолюваної системи, дорівнює нулю:

$$Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n = 0 .$$

Зауваження! При конденсації та кристалізації відповідні кількості теплоти віддаються речовинами, тобто відповідні кількості теплоти у всіх формулах треба брати зі знаком «мінус».

При згорянні палива виділяється кількість теплоти $Q = qm$, де q – питома теплота згоряння палива (теплотворна здатність), m – маса палива.

Приклад 1. Скільки дров треба спалити, щоб отримати таку саму кількість теплоти, як від спалювання 3 кг бензину? Питома теплота згоряння дров $q_1 = 12$ МДж/кг, питома теплота згоряння бензину $q_2 = 44$ МДж/кг.

$$m_2 = 3 \text{ кг.}$$

$$Q_1 = q_1 m_1, Q_2 = q_2 m_2, Q_1 = Q_2, q_1 m_1 = q_2 m_2,$$

$$m_1 = q_2 m_2 / q_1 = 44 \cdot 10^6 \cdot 3 / (12 \cdot 10^6) = 11 \text{ кг.}$$

Приклад 2. Змішали 20 л гарячої води з температурою 80°C і 80 л холодної води з температурою 20°C . Знайти температуру суміші.

$$m_1 = 20 \text{ кг, } m_2 = 80 \text{ кг, } t_1 = 80^\circ \text{C, } t_2 = 20^\circ \text{C, } c = 4200 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{K), } t = ?$$

$$Q_1 = cm_1 \Delta t_1 = cm_1 (t - t_1), \quad Q_2 = cm_2 \Delta t_2 = cm_2 (t - t_2),$$

$$Q_1 + Q_2 = 0, \quad cm_1 (t - t_1) + cm_2 (t - t_2) = 0,$$

$$20(t - 80) + 80(t - 20) = 0, \quad 20t - 1600 + 80t - 1600 = 0, \quad 100t = 3200,$$

$$t = 32^\circ \text{C.}$$

Приклад 3. Скільки холодної води, температура якої дорівнює 10°C , потрібно додати до каструлі з окропом, щоб отримати воду за 40°C ? Маса окропу в каструлі 3 кг. Тепловими втратами знехтуйте.

$$Q_1 = Q_2, \quad cm_1 \Delta t_1 = cm_2 \Delta t_2, \quad m_1 (40 - 10) = 3(100 - 40), \quad m_1 = 6 \text{ кг.}$$

Відповідь: 6 кг.

Домашнє завдання. №№ 446, 449, 450.