

- Решение задач по теме «Количество теплоты»

*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?

**Дано:**

$$m_1 = 5 \text{ кг}$$

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

$$m_2 = 10 \text{ кг}$$

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

$$t_1 = 10 \text{ } ^\circ\text{С}$$

$$t_2 = 100 \text{ } ^\circ\text{С}$$

$$Q = ?$$

**Решение:**

Количество теплоты, полученное котлом, равно:

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

$$Q_1 = 460 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{С}} \cdot 5 \text{ кг} \cdot 90 \text{ } ^\circ\text{С} \approx \\ \approx 207\,000 \text{ Дж} = 207 \text{ кДж.}$$

Количество теплоты, полученное водой, равно:

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

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

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.

**Дано:**

$$m_1 = 0,2 \text{ кг}$$

$$m_2 = 0,8 \text{ кг}$$

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

$$t_1 = 25 \text{ }^\circ\text{С}$$

$$t_2 = 100 \text{ }^\circ\text{С}$$

$$t = 40 \text{ }^\circ\text{С}$$

$$Q_1 \text{ — ?}$$

$$Q_2 \text{ — ?}$$

**Решение:**

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

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

$$Q_1 = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{С}} \cdot 0,2 \text{ кг} \times \\ \times (100 \text{ }^\circ\text{С} - 40 \text{ }^\circ\text{С}) = \\ = 50\,400 \text{ Дж.}$$

Холодная вода нагрелась с 25 до 40 °С и получила 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:**  $Q_1 = 50\,400 \text{ Дж}$ ,  $Q_2 = 50\,400 \text{ Дж}$ .

♥ 4.12. Какова удельная теплоемкость вещества, если для нагревания 1 кг этого вещества на 5 °С потребовалось количество теплоты 650 Дж?

Дано:

$$m = 1 \text{ кг}$$

$$\Delta t = 5 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$Q = 650 \text{ Дж}$$

---

Найти:  $c$

$$Q = cm\Delta t$$

$$c = \frac{Q}{m\Delta t}$$

Решение:

$$c = \frac{650 \text{ Дж}}{1 \text{ кг} \cdot 5 \text{ }^\circ\text{C}} = 130 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{ }^\circ\text{C}}$$

Ответ:  $c = 130 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{ }^\circ\text{C}}$  .

4.11. Какова удельная теплоемкость вещества, если для нагревания 2 кг этого вещества на 10 °С необходимо количество теплоты 7,6 кДж?

Дано:

$$m = 2 \text{ кг}$$

$$\Delta t = 10 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$Q = 7,6 \text{ кДж} = 7600 \text{ Дж}$$

СИ:

$$= 7600 \text{ Дж}$$

Решение:


$$Q = cm\Delta t$$

$$c = \frac{Q}{m\Delta t}$$

Найти:  $c$

$$c = \frac{7600 \text{ Дж}}{2 \text{ кг} \cdot 10 \text{ }^\circ\text{C}} \approx 380 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{ }^\circ\text{C}}$$

Ответ:  $c = 380 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{ }^\circ\text{C}}$  .

 **4.35.** На нагревание кирпича массой 4 кг на 105 °С затрачено такое же количество теплоты, как и на нагревание воды той же массы на 22 °С. Определите удельную теплоемкость кирпича.

Найти:  $c_K$

Дано:

$$m_K = 4 \text{ кг}$$

$$\Delta t_K = 105 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$m_B = m_K$$

$$\Delta t_B = 22 \text{ }^\circ\text{C}$$

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

Решение:

Подставим (2) и (3) в (1):

$$Q_K = Q_B \quad (1)$$

$$Q_K = c_K m_K \Delta t_K \quad (2)$$

$$Q_B = c_B m_B \Delta t_B \quad (3)$$

$$c_K m_K \Delta t_K = c_B m_B \Delta t_B \quad | :m$$

$$c_K \Delta t_K = c_B \Delta t_B$$

$$c_K = \frac{c_B \Delta t_B}{\Delta t_K}$$

$$c_K = \frac{4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{ }^\circ\text{C}} \cdot 22 \text{ }^\circ\text{C}}{105 \text{ }^\circ\text{C}} = 880 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{ }^\circ\text{C}}$$

Ответ:  $c_K = 880 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{ }^\circ\text{C}}$

4.41. Свинцовый шар падает с высоты 30 м на стальную плиту. На сколько градусов температура шара после удара превышает начальную, если 50 % механической энергии переходит во внутреннюю энергию шара?

Дано:  
 СВИНЕЦ  
  
 $h = 30 \text{ м}$   
 $c_{\text{св}} = 130 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{°C}}$   
 $\Delta U = 0,5E$

Решение:

$E_{\text{П}} = mgh$   
 $E_{\text{К}} = 0$   
 $E = E_{\text{П}} + E_{\text{К}}$   
 $E = mgh$   
  
 $E = m_{\text{св}} gh \quad (1)$   
 $\Delta U = 0,5E \quad (2)$   
 $\Delta U = Q_{\text{св}} \quad (3)$   
 $Q_{\text{св}} = c_{\text{св}} m_{\text{св}} \Delta t_{\text{св}} \quad (4)$

$$0,5m_{\text{св}} gh = c_{\text{св}} m_{\text{св}} \Delta t_{\text{св}} \quad | :m_{\text{св}}$$

$$0,5gh = c_{\text{св}} \Delta t_{\text{св}}$$

Найти:  $\Delta t_{\text{св}}$



4.41. Свинцовый шар падает с высоты 30 м на стальную плиту. На сколько градусов температура шара после удара превышает начальную, если 50 % механической энергии переходит во внутреннюю энергию шара?

Решение:

Дано:

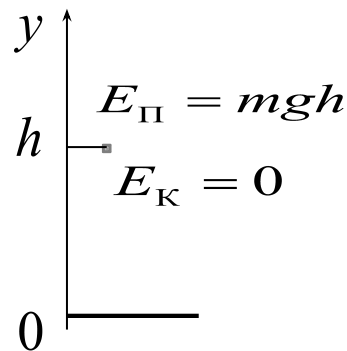
СВИНЕЦ

$$h = 30 \text{ м}$$

$$c_{\text{св}} = 130 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{С}}$$

$$\Delta U = 0,5E$$

Найти:  $\Delta t$



$$0,5m_{\text{св}}gh = c_{\text{св}}m_{\text{св}}\Delta t_{\text{св}} \quad | :m_{\text{св}}$$

$$0,5gh = c_{\text{св}}\Delta t_{\text{св}}$$

$$\Delta t_{\text{св}} = \frac{0,5gh}{c_{\text{св}}}$$

$$\Delta t_{\text{св}} = \frac{0,5 \cdot 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot 30 \text{ м}}{130 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{С}}} \approx 1,2 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}}{\text{Дж}} \approx$$

$$\approx 1,2 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}}{\text{кг}} \cdot \frac{\text{кг} \cdot ^\circ\text{С}}{\text{Дж}} \approx 1,2 ^\circ\text{С}$$

4.41. На 1,2 °С.

4.47. Температура холодной и горячей воды соответственно 12 и 70 °С. Сколько холодной и горячей воды потребуется, чтобы наполнить ванну водой при температуре 37 °С? Масса воды в ванне 150 кг.

Дано:

$$t_{1Г} = 70 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$m = 150 \text{ кг}$$

$$t_{1Х} = 12 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$t_{2Г} = t_{2Х} = 37 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

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

Найти:

$$m_X \text{ и } m_{Г}$$

Решение:

$$Q_X + Q_{Г} = 0 \quad (1)$$

$$Q_X = c_B m_X (t_{2X} - t_{1X}) \quad (2) \quad \text{Подставим (2) и (3)}$$

$$Q_{Г} = c_B m_{Г} (t_{2Г} - t_{1Г}) \quad (3) \quad \text{в (1):}$$

$$c_B m_X (t_{2X} - t_{1X}) + c_B m_{Г} (t_{2Г} - t_{1Г}) = 0 \quad | :c_B$$

$$m_X (t_{2X} - t_{1X}) + m_{Г} (t_{2Г} - t_{1Г}) = 0 \quad (4)$$

В уравнении (4) два неизвестных.

Необходимо найти ещё одно уравнение. Смотрим «Дано». Что мы из него не использовали, что можно связать с уравнением (4)?

А вот и уравнение 😊:  $m_X + m_{Г} = m \quad (5)$

4.47. Температура холодной и горячей воды соответственно 12 и 70 °С. Сколько холодной и горячей воды потребуется, чтобы наполнить ванну водой при температуре 37 °С? Масса воды в ванне 150 кг.

Дано:

$$t_{1Г} = 70 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$m = 150 \text{ кг}$$

$$t_{1Х} = 12 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$t_{2Г} = t_{2Х} = 37 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

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

Найти:

$m_{Х}$  и  $m_{Г}$

Решение:

$$\left\{ \begin{aligned} m_{Х} (t_{2Х} - t_{1Х}) + m_{Г} (t_{2Г} - t_{1Г}) &= 0 \quad (4) \\ m_{Х} + m_{Г} &= m \quad (5) \end{aligned} \right.$$

Решаем эти уравнения совместно.

Выразим из (5)  $m_{Г}$  и подставим в (4):

$$m_{Г} = m - m_{Х}$$

$$m_{Х} (t_{2Х} - t_{1Х}) + (m - m_{Х}) (t_{2Г} - t_{1Г}) = 0$$

$$m_{Х} (37 - 12) + (150 - m_{Х}) (37 - 70) = 0$$

$$m_{Х} \cdot 25 = (150 - m_{Х}) \cdot 33$$

$$m_{Х} \cdot 25 + m_{Х} \cdot 33 = 150 \cdot 33$$

$$m_{Х} \cdot 58 = 4950$$

$$m_{Х} = 85 \text{ (кг)}$$

$$m_{Х} \cdot 58 = 4950$$

$$m_{Г} = 150 - 85 = 65 \text{ (кг)}$$

ОТВЕТ: 4.47. 85 кг холодной воды и 65 кг горячей.