- 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:

$m_1 = 5$ кг

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

$m_2 = 10$ кг

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

$t_1 = 10$ °С

$t_2 = 100$ °С

Q — ?

Решение:

Количество теплоты, полученное котлом, равно:

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

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

$\approx 207\,000$ Дж $= 207$ кДж.

Количество теплоты, полученное водой, равно:

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

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

$= 3780$ кДж.

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

$Q = 207$ кДж $+ 3780$ кДж $= 3987$ кДж.

Ответ: $Q = 3987$ 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:

$m_1 = 0{,}2$ кг

$m_2 = 0{,}8$ 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:

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

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

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

$= 50\ 400$ 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: $Q_1 = 50\ 400$ Дж, $Q_2 = 50\ 400$ Дж.

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

Дано:

$m = 1$ кг

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

$Q = 650$ Дж

Найти: c

$$Q = cm\Delta t^{\circ}$$

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

Решение:

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

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

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

Дано:

$m = 2$ кг

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

$Q = 7{,}6$ кДж

СИ:

=7600 Дж

Решение:

$$Q = cm\Delta t^{\circ}$$

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

Найти: c

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

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

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: $c_к$

Дано:

$m_к = 4$ кг

$\Delta t_к^{\circ} = 105\ ^{\circ}C$

$m_в = m_к$

$\Delta t_в^{\circ} = 22\ ^{\circ}C$

$c_в = 4200 \dfrac{Дж}{кг \cdot {}^{\circ}C}$

Решение:

$Q_к = Q_в \ (1)$

$Q_к = c_к m_к \Delta t_к^{\circ} \ (2)$

$Q_в = c_в m_в \Delta t_в^{\circ} \ (3)$

Подставим (2) и (3) в (1):

$$c_к m_к \Delta t_к^{\circ} = c_в m_в \Delta t_в^{\circ} \ \Big| :m$$

$$c_к \Delta t_к^{\circ} = c_в \Delta t_в^{\circ}$$

$$c_к = \frac{c_в \Delta t_в^{\circ}}{\Delta t_к^{\circ}}$$

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

Ответ: $c_к = 880 \dfrac{Дж}{кг \cdot {}^{\circ}C}$

4.35. 880 $\dfrac{Дж}{кг \cdot °C}$.

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

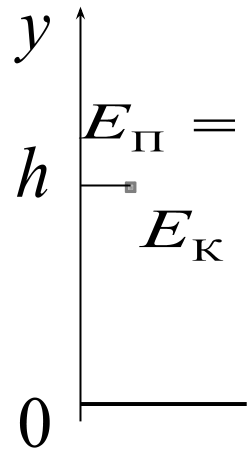
$h = 30$ м

$c_{св} = 130 \dfrac{Дж}{кг \cdot {}^{\circ}C}$

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

Найти: Δt°

Решение:



$E_п = mgh$

$E_к = 0$

$$\left.\begin{aligned} E &= E_п + E_к \\ E_к &= 0 \\ E_п &= mgh \end{aligned}\right\} E = mgh$$

$$\left.\begin{aligned} E &= m_{св}gh \quad (1) \\ \Delta U &= 0{,}5E \quad (2) \\ \Delta U &= Q_{св} \quad (3) \\ Q_{св} &= c_{св}m_{св}\Delta t_{св}^{\circ} \quad (4) \end{aligned}\right\}$$

$$0{,}5m_{св}gh = c_{св}m_{св}\Delta t_{св}^{\circ} \;\Big|\; :m_{св}$$

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

4.41. На 1,2 °С.

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

$h = 30$ м

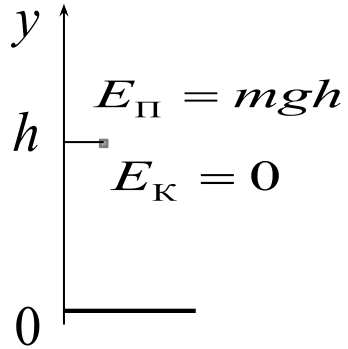
$c_{св} = 130 \dfrac{Дж}{кг \cdot {}^\circ C}$

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

Найти: Δt°

Решение:

$$0{,}5 m_{св} g h = c_{св} m_{св} \Delta t_{св}^\circ \;\Big|\; : m_{св}$$



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

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

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

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

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:

$t_{1г}^{\circ} = 70\ ^{\circ}C$

$m = 150$ кг

$t_{1х}^{\circ} = 12\ ^{\circ}C$

$t_{2г}^{\circ} = t_{2х}^{\circ} = 37\ ^{\circ}C$

$c_в = 4200 \dfrac{Дж}{кг \cdot {}^{\circ}C}$

Найти:

$m_х$ и $m_г$

Решение:

$Q_х + Q_г = 0\ (1)$

$Q_х = c_в m_х (t_{2х}^{\circ} - t_{1х}^{\circ})\ (2)$

$Q_г = c_в m_г (t_{2г}^{\circ} - t_{1г}^{\circ})\ (3)$

Подставим (2) и (3) в (1):

$c_в m_х (t_{2х}^{\circ} - t_{1х}^{\circ}) + c_в m_г (t_{2г}^{\circ} - t_{1г}^{\circ}) = 0 \quad \Big| :c_в$

$m_х (t_{2х}^{\circ} - t_{1х}^{\circ}) + m_г (t_{2г}^{\circ} - t_{1г}^{\circ}) = 0\ (4)$

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 ☺: $m_х + m_г = m\ (5)$

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:

$t_{1г}^{\circ} = 70\ ^{\circ}C$

$m = 150$ кг

$t_{1х}^{\circ} = 12\ ^{\circ}C$

$t_{2г}^{\circ} = t_{2х}^{\circ} = 37\ ^{\circ}C$

$c_в = 4200 \dfrac{Дж}{кг \cdot {}^{\circ}C}$

Найти:

$m_х$ и $m_г$

Решение:

$$\begin{cases} m_х(t_{2х}^{\circ} - t_{1х}^{\circ}) + m_г(t_{2г}^{\circ} - t_{1г}^{\circ}) = 0 \quad (4) \\ m_х + m_г = m \quad (5) \end{cases}$$

Решаем эти уравнения совместно.

Выразим из (5) $m_г$ и подставим в (4):

$$m_г = m - m_х$$

$$m_х(t_{2х}^{\circ} - t_{1х}^{\circ}) + (m - m_х)(t_{2г}^{\circ} - t_{1г}^{\circ}) = 0$$

$$m_х(37 - 12) + (150 - m_х)(37 - 70) = 0$$

$$m_х \cdot 25 = (150 - m_х) \cdot 33$$

$$m_х \cdot 25 + m_х \cdot 33 = 150 \cdot 33$$

$$m_х \cdot 58 = 4950$$

$$m_х \cdot 58 = 4950$$

$$m_х = 85\ (кг)$$

$$m_г = 150 - 85 = 65\ (кг)$$

Ответ: **4.47.** 85 кг холодной воды и 65 кг горячей.