

# Урок 7

- Решение задач по теме «Количество теплоты»

# Домашнее задание к уроку 8 от 26.09.2017

- § 9
- З: № 4.12, 4.28, 4.35, 4.41, 4.47;
- У: стр. 220 лр №1 в тетрадь для лабораторных работ заготовку для отчета по плану отчета о лабораторной работе с таблицей «Измерено-вычислено»

# Проверим домашнее задание к уроку 7 21.09.2017

У.П.:

- §§ 8,9;
- стр.27-28 примеры решения задач 1 и 2 переписать в тетрадь;
- стр. 29 вопросы 1-3 (устно) вопрос 4 (письменно);
- упр. 8;(письменно);

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

**Оформим грамотно!**

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:

Холодная вода:

$$m_x = 0,8 \text{ кг}$$

$$t_{1x} = 25 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$t_{2x} = 40 \text{ }^\circ\text{C}$$

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

Горячая вода:

$$m_\Gamma = 0,2 \text{ кг}$$

$$t_{1\Gamma} = 100 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$t_{2\Gamma} = 40 \text{ }^\circ\text{C}$$

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

Решение:

$$Q_\Gamma = c_B m_\Gamma (t_{2\Gamma} - t_{1\Gamma}).$$

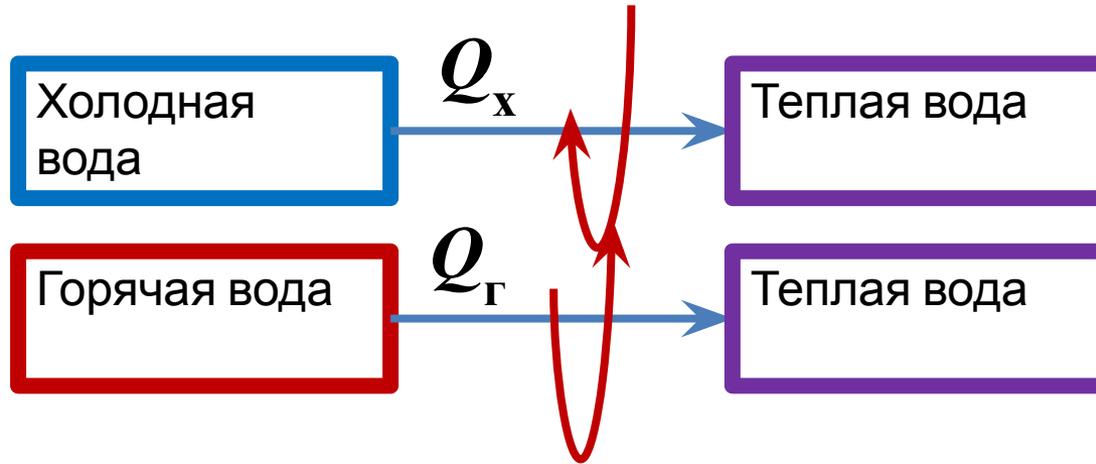
$$Q_x = c_B m_x (t_{2x} - t_{1x}).$$

Найти:  $Q_x$  и  $Q_\Gamma$

$$Q_x + Q_\Gamma = 0$$

– уравнение теплового баланса

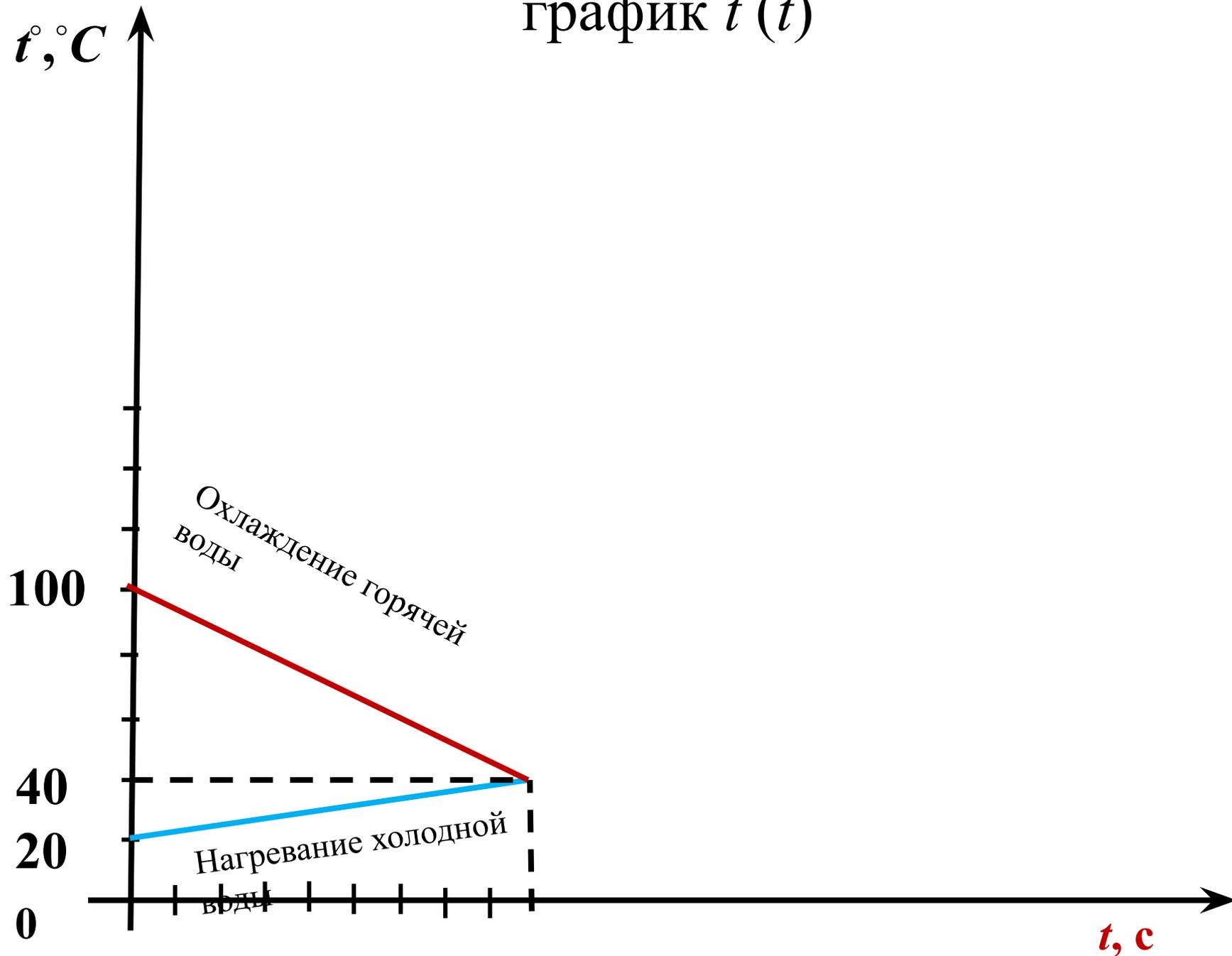
# Структурно-логическая схема



$$Q_x + Q_\Gamma = 0$$

– уравнение теплового баланса

график  $t^\circ(t)$



## **?** 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?

*ет, 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.



## УПРАЖНЕНИЕ 8

1. Какое количество теплоты требуется для нагревания воды массой 0,1 кг на  $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ?
2. Рассчитайте количество теплоты, необходимое для нагревания: а) чугунного утюга массой 1,5 кг для изменения его температуры на  $200\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; б) алюминиевой ложки массой 50 г от  $20$  до  $90\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; в) кирпичного камина массой 2 т от  $10$  до  $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
3. Какое количество теплоты выделилось при остывании воды, объём которой 20 л, если температура изменилась от  $100$  до  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ ?

Делаем домашнюю работу в  
классе

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

4.28. Какое количество теплоты необходимо для нагревания воздуха в комнате размером  $5 \times 4 \times 3$  м от 4 до  $20^\circ\text{C}$ ?

Плотность некоторых веществ

Вещество	Плотность, $\text{кг}/\text{м}^3$
Воздух	1,29
Бензин	710
Керосин	800
Кирпич	1600
Свинец	11300
Сталь	7800

Удельная теплоемкость воздуха —  $1,0 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$

 4.28. Какое количество теплоты необходимо для нагревания воздуха в комнате размером  $5 \times 4 \times 3$  м от  $4$  до  $20$  °С?

Дано:

воздух

$$V = 5 \times 4 \times 3 \text{ м}$$

$$t_1 = 4 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$t_2 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$$

---

Найти:  $Q$

Решение:

Оформим задачу по-другому, чтобы удобнее было записывать справочные данные, необходимость в использовании которых выясняется в ходе решения.

Ответ:

4.28. 1,2 МДж.

4.28. Какое количество теплоты необходимо для нагревания воздуха в комнате размером  $5 \times 4 \times 3$  м от  $4$  до  $20$  °С?

Найти:  $Q$

Дано:

воздух

$$V = 5 \times 4 \times 3 \text{ м}$$

$$t_1 = 4 \text{ }^\circ\text{С}$$

$$t_2 = 20 \text{ }^\circ\text{С}$$

Из таблиц для воздуха:

$$c = 1,0 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot \text{ }^\circ\text{С}}$$

$$\rho = 1,29 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

СИ:

Первый способ:

$$Q = cm\Delta t$$
$$m = \rho V$$

$$1) m = 1,29 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 5 \text{ м} \cdot 4 \text{ м} \cdot 3 \text{ м} = 77,4 \text{ кг}$$

$$2) Q = 1000 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{ }^\circ\text{С}} \cdot 77,4 \text{ кг} \cdot (20 \text{ }^\circ\text{С} - 4 \text{ }^\circ\text{С}) =$$

$$= 77400 \cdot 16 \frac{\text{Дж} \cdot \text{кг} \cdot \text{ }^\circ\text{С}}{\text{кг} \cdot \text{ }^\circ\text{С}} = 1238400 \text{ Дж}$$

$$= 1000 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{ }^\circ\text{С}}$$

Ответ:

4.28. 1,2 МДж.

4.28. Какое количество теплоты необходимо для нагревания воздуха в комнате размером  $5 \times 4 \times 3$  м от  $4$  до  $20$  °С?

Найти:  $Q$

Дано:

воздух

$$V = 5 \times 4 \times 3 \text{ м}$$

$$t_1 = 4 \text{ }^\circ\text{С}$$

$$t_2 = 20 \text{ }^\circ\text{С}$$

Из таблиц для воздуха:

$$c = 1,0 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot \text{ }^\circ\text{С}}$$

$$\rho = 1,29 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

СИ:

Второй способ:

Решение:

Подставим

(2) в (1):

$$Q = cm(t_2 - t_1) \quad (1)$$

$$m = \rho V \quad (2)$$

$$Q = c\rho V(t_2 - t_1)$$

$$Q = 1000 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{ }^\circ\text{С}} \cdot 1,29 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 5 \text{ м} \cdot 4 \text{ м} \cdot 3 \text{ м} \cdot (20 \text{ }^\circ\text{С} - 4 \text{ }^\circ\text{С}) =$$

$$= 1290 \cdot 60 \cdot 16 \cdot \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{ }^\circ\text{С}} \cdot \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot \text{м}^3 \cdot \text{ }^\circ\text{С} =$$

$$= 1238400 \frac{\text{Дж} \cdot \text{кг} \cdot \text{м}^3 \cdot \text{ }^\circ\text{С}}{\text{кг} \cdot \text{ }^\circ\text{С} \cdot \text{м}^3} = 1238400 \text{ Дж}$$

$$= 1000 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{ }^\circ\text{С}}$$

Ответ: 4.28. 1,2 МДж.

 **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:  $c_{\text{к}}$

Дано:

$$m_{\text{к}} = 4 \text{ кг}$$

$$\Delta t_{\text{к}} = 105 \text{ }^{\circ}\text{С}$$

$$m_{\text{в}} = m_{\text{к}}$$

$$\Delta t_{\text{в}} = 22 \text{ }^{\circ}\text{С}$$

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

Решение:

Подставим (2) и (3) в (1):

$$Q_{\text{к}} = Q_{\text{в}} \quad (1)$$

$$Q_{\text{к}} = c_{\text{к}} m_{\text{к}} \Delta t_{\text{к}} \quad (2)$$

$$Q_{\text{в}} = c_{\text{в}} m_{\text{в}} \Delta t_{\text{в}} \quad (3)$$

$$c_{\text{к}} m_{\text{к}} \Delta t_{\text{к}} = c_{\text{в}} m_{\text{в}} \Delta t_{\text{в}} \quad | :m$$

$$c_{\text{к}} \Delta t_{\text{к}} = c_{\text{в}} \Delta t_{\text{в}}$$

$$c_{\text{к}} = \frac{c_{\text{в}} \Delta t_{\text{в}}}{\Delta t_{\text{к}}}$$

$$c_{\text{к}} = \frac{4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{ }^{\circ}\text{С}} \cdot 22 \text{ }^{\circ}\text{С}}{105 \text{ }^{\circ}\text{С}} = 880 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{ }^{\circ}\text{С}}$$

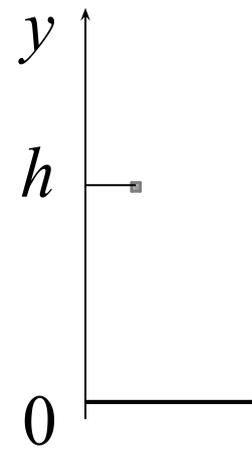
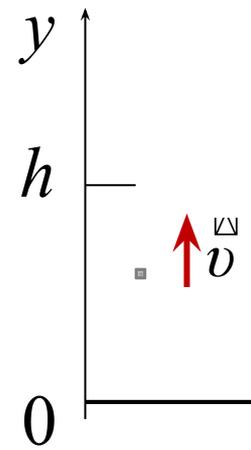
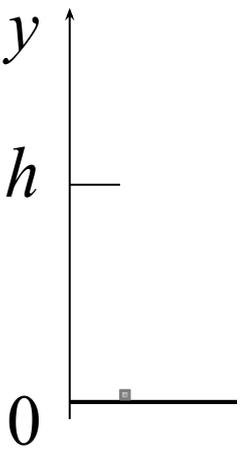
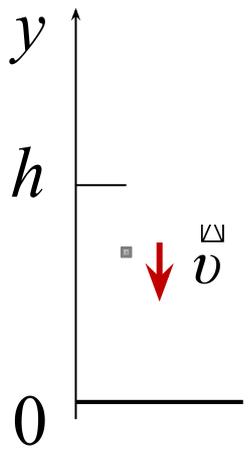
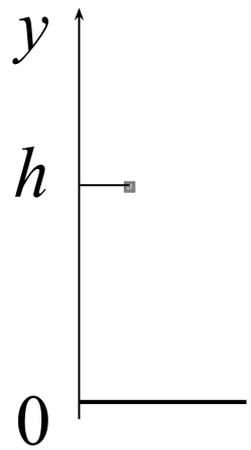
Ответ:  $c_{\text{к}} = 880 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{ }^{\circ}\text{С}}$

4.35.  $880 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{ }^{\circ}\text{С}}$



**28.20.** Стальной шарик падает на металлическую плиту и отскакивает от нее. Какие превращения энергии происходят при падении шарика, во время его соприкосновения с плитой, при подъеме? Считайте, что механическая энергия сохраняется.

Задачник 7  
класс



$$E_{\Pi} \uparrow = mgh$$

$$E_{\Pi} \downarrow = mgh$$

$$E_{\text{К}} \uparrow = \frac{mv^2}{2}$$

$$E_{\text{К}} \downarrow = \frac{mv^2}{2}$$

$$E_{\Pi} = E_{\Pi \text{ max}}$$

$$E_{\Pi} \downarrow$$

$$E_{\Pi} = 0$$

$$E_{\Pi} \uparrow$$

$$E_{\Pi} = E_{\Pi \text{ max}}$$

$$E_{\text{К}} = 0$$

$$E_{\text{К}} \uparrow$$

$$E_{\text{К}} = E_{\text{К max}}$$

$$E_{\text{К}} \downarrow$$

$$E_{\text{К}} = 0$$

По зсэ:  $E_{\Pi \text{ max}} = E_{\text{К max}}$

Вещество	$c, \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$	Вещество	$c, \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$
Золото	130	Масло подсолнечное	1700
Свинец	130	Лёд	2100
Медь	390	Спирт	2400
Алюминий	900	Вода	4200

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  
 $h = 30 \text{ м}$   
 $c_{\text{св}} = 130 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$   
 $\Delta U = 0,5E$

Найти:  $\Delta t$

Решение:

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

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

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



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:

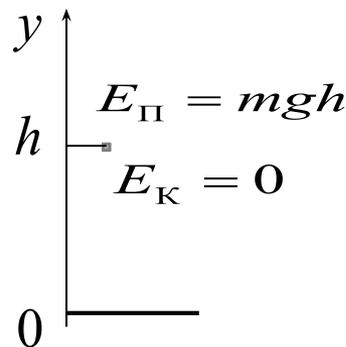
СВИНЕЦ

$$h = 30 \text{ м}$$

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

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

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.