Урок 9

Решение задач

Домашнее задание к уроку 10 от 03.10.2017

- § 9
- описание л. р. №2 в лабораторную тетрадь;
- Тетради для контр. донести!!!!!

ФД-15 Удельная теплоемкость.

Расчет количества теплоты, необходимого для нагревания тела и выделяемого им при охлаждении. Закон сохранения внутренней энергии и уравнение теплового баланса.

1. Количество теплоты, необходимое для нагревания тела, зависит от …	
2. Формула расчета количества теплоты имеет вид: …	
3. Удельной теплоемкостью вещества называется физическая величина, показывающая, …	
4. Единица удельной теплоемкости вещества - …	
5. Удельная теплоемкость одного и того же вещества в разных агрегатных состояниях …	
6. В местах, которые расположены близко от больших водоемов, лето не бывает таким жарким, как в местах, удаленных от воды, потому что …	
7. Удельная теплоемкость свинца 140 Дж/(кг · ^{0}С). Это число показывает, что …	
8. При любых процессах, происходящих в изолированной системе, ее внутренняя энергия …	
9. Количество теплоты, отданное при теплообмене более горячим телом, …	
10. Математически это уравнение записывают … и называют уравнением …	

1. Количество теплоты, необходимое для нагревания тела, зависит от …	… рода вещества, из которого состоит тело, массы тела и разности между конечной и начальной температурой тела.
2. Формула расчета количества теплоты имеет вид: …	… $Q = c \cdot m \cdot (t_{кон} – t_{нач})$.
3. Удельной теплоемкостью вещества называется физическая величина, показывающая, …	… какое количество теплоты требуется для нагревания 1 кг вещества на 1 ^{0}С.
4. Единица удельной теплоемкости вещества - …	… Дж/ (кг · ^{0}С).
5. Удельная теплоемкость одного и того же вещества в разных агрегатных состояниях …	… различна.
6. В местах, которые расположены близко от больших водоемов, лето не бывает таким жарким, как в местах, удаленных от воды, потому что …	…. вода имеет очень большую удельную теплоемкость и, нагреваясь, поглощает из воздуха большое количество теплоты.
7. Удельная теплоемкость свинца 140 Дж/ (кг · ^{0}С). Это число показывает, что …	… для нагревания 1 кг свинца на 1 ^{0}С требуется количество теплоты, равное 140 Дж.
8. При любых процессах, происходящих в изолированной системе, ее внутренняя энергия …	… остается неизменной.
9. Количество теплоты, отданное при теплообмене более горячим телом, …	… равно по модулю количеству теплоты, полученному менее горячим телом.
10. Математически это уравнение записывают … и называют уравнением …	… $Q_{пол} = \|Q_{отд}\|$, … теплового баланса.

Проверим домашнее задание к уроку 9 от 28.09.2017

- Повторить §§ 8,9;
- З.:№ 4.18, 4.31, 4.44, 4.50;

4.18. При охлаждении медного паяльника массой 200 г до температуры 20 °С выделилась энергия 30,4 кДж. Определите начальную температуру паяльника.

Найти: t_1

Дано:

медный паяльник

$m = 200$ г $= 0{,}2$ кг

$t_2 = 20$ °С

$Q = -30{,}4$ кДж $= -30400$ Дж

$c = 380 \dfrac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{°С}}$

СИ:

Решение:

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

$$(t_2 - t_1) = \frac{Q}{cm};$$

$$t_2 - t_1 = \frac{Q}{cm};$$

$$t_2 - \frac{Q}{cm} = t_1$$

$$t_1 = t_2 - \frac{Q}{cm}$$

$$t_1 = 20 - \frac{-30400}{380 \cdot 0{,}2} = 420\ (\text{°С})$$

$$\text{°С} - \frac{\text{Дж}}{\frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{°С}} \cdot \text{кг}} = \text{°С} - \frac{\text{Дж}}{\frac{\text{Дж} \cdot \text{кг}}{\text{кг} \cdot \text{°С}}} = \text{°С} - \text{Дж} \cdot \frac{\text{кг} \cdot \text{°С}}{\text{Дж} \cdot \text{кг}} = \text{°С} - \frac{\text{Дж} \cdot \text{кг} \cdot \text{°С}}{\text{Дж} \cdot \text{кг}} = \text{°С} - \text{°С} = \text{°С}$$

Ответ: **4.18.** 420 °С.

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

Удельная теплоемкость некоторых веществ, $\frac{Дж}{кг \cdot °C}$

Золото	130	Железо	460	Масло подсолнечное	1700
Ртуть	140	Сталь	500	Лед	2100
Свинец	140	Чугун	540	Керосин	2100
Олово	230	Графит	750	Эфир	2350
Серебро	250	Стекло лабораторное	840	Дерево (дуб)	2400
Медь	400	Кирпич	880	Спирт	2500
Цинк	400	Алюминий	920	Вода	4200
Латунь	400				

4.31. В алюминиевой кастрюле массой 1,5 кг находится 800 г воды при комнатной температуре (20 °С). Сколько кипятка нужно долить в кастрюлю, чтобы получить воду температурой 45 °С?

Было

Стало

Найти:

Решение:

$$Q = cm\left(t_2^{\circ} - t_1^{\circ}\right);$$

Алюминиевая кастрюля

$m_а = 1{,}5$ кг

$t_{1а}^{\circ} = 20\ ^{\circ}С$

$c_а = 900\ \dfrac{Дж}{кг \cdot {}^{\circ}С}$

Вода в кастрюле

$m_в = 800$ г

$t_{1в}^{\circ} = 20\ ^{\circ}С$

$t_{2в}^{\circ} = 45\ ^{\circ}С$

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

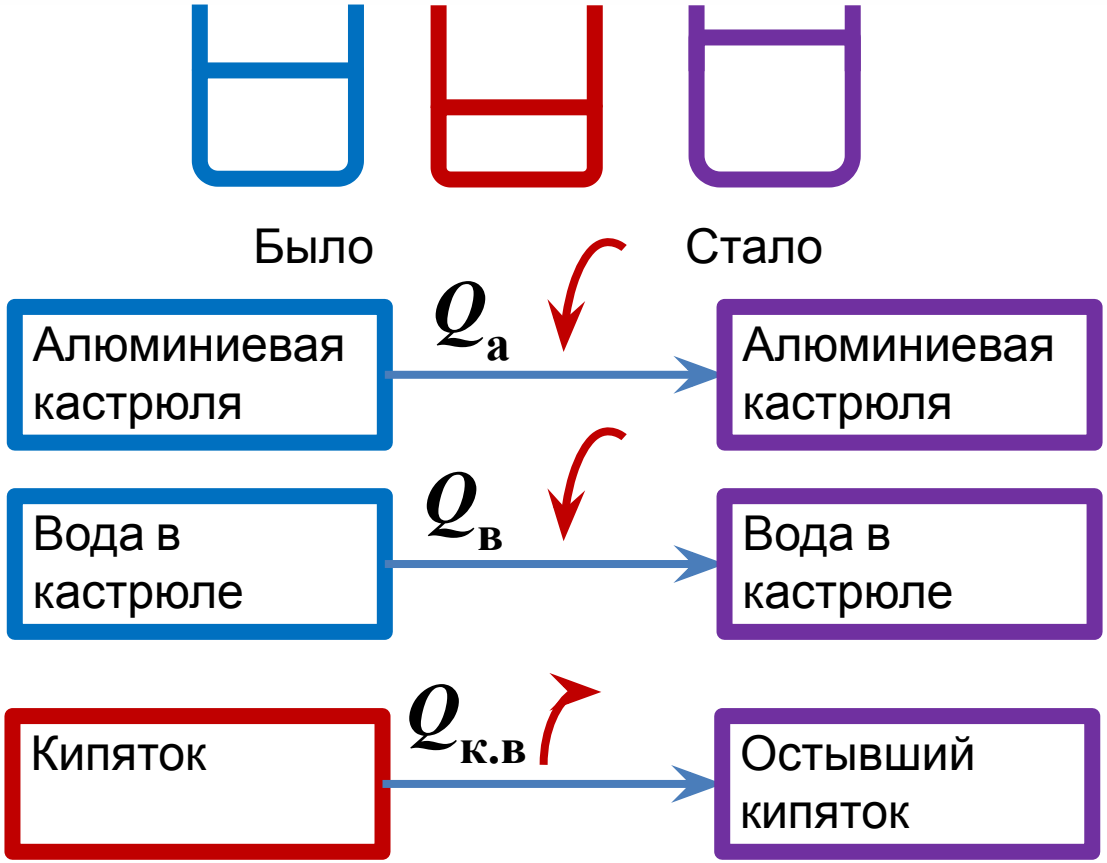
Кипяток

$t_{1к\,в}^{\circ} = 100\ ^{\circ}С$

$t_{2к\,в}^{\circ} = 45\ ^{\circ}С$

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

4.31. В алюминиевой кастрюле массой 1,5 кг находится 800 г воды при комнатной температуре (20 °С). Сколько кипятка нужно долить в кастрюлю, чтобы получить воду температурой 45 °С?



$$Q_а + Q_в + Q_{к\,в} = 0$$

4.31. 0,5 кг.

4.31. В алюминиевой кастрюле массой 1,5 кг находится 800 г воды при комнатной температуре (20 °С). Сколько кипятка нужно долить в кастрюлю, чтобы получить воду температурой 45 °С?

$$Q_{а} + Q_{в} + Q_{кв} = 0 \ (1);$$

$$Q_{а} = c_{а} m_{а} \left(t_{2а}^{\circ} - t_{1а}^{\circ} \right) \ (2);$$

$$Q_{в} = c_{в} m_{в} \left(t_{2в}^{\circ} - t_{1в}^{\circ} \right) \ (3);$$

$$Q_{кв} = c_{в} m_{кв} \left(t_{2кв}^{\circ} - t_{1кв}^{\circ} \right) (4);$$

Подставим (2), (3) и (4) в (1):

$$c_{а} m_{а} \left(t_{2а}^{\circ} - t_{1а}^{\circ} \right) + c_{в} m_{в} \left(t_{2в}^{\circ} - t_{1в}^{\circ} \right) + c_{в} m_{кв} \left(t_{2кв}^{\circ} - t_{1кв}^{\circ} \right) = 0$$

Подставим все известные числовые значения, учитывая, что :

$$t_{1а}^{\circ} = t_{1в}^{\circ} = 20 \ ^{\circ}\text{C} \quad \text{и} \quad t_{2а}^{\circ} = t_{2в}^{\circ} = t_{2кв}^{\circ} = 45 \ ^{\circ}\text{C}$$

$$900 \cdot 1{,}5 \cdot (45 - 20) + 4200 \cdot 0{,}8 \cdot (45 - 20) + 4200 \cdot m_{кв} (45 - 100) = 0$$

4.31. В алюминиевой кастрюле массой 1,5 кг находится 800 г воды при комнатной температуре (20 °С). Сколько кипятка нужно долить в кастрюлю, чтобы получить воду температурой 45 °С?

$$900 \cdot 1{,}5 \cdot (45 - 20) + 4200 \cdot 0{,}8 \cdot (45 - 20) + 4200 \cdot m_{\text{к в}}(45 - 100) = 0$$

$$33750 + 84000 - 231000 \cdot m_{\text{к в}} = 0$$

$$117750 = 231000 \cdot m_{\text{к в}}$$

$$m_{\text{к в}} = \frac{117750}{231000}$$

$$m_{\text{к в}} = 0{,}5\ (\text{к г})$$

Ответ: $m_{\text{к в}} = 0{,}5\ (\text{к г})$.

4.44. На какую высоту можно поднять слона массой 4 т, затратив такую же энергию, которая необходима, чтобы довести воду в чайнике вместимостью 3 л от 20 °С до кипения? Считайте, что $g = 10$ Н/кг.

Найти:

Решение: $m_в = \rho_в V_в$ $\quad m_в = 3$ кг

$$Q_в = E_{п.с} \ (1);$$

$$Q_в = c_в m_в \left(t_{2в}^{\circ} - t_{1в}^{\circ}\right) \ (2);$$

$$E_{п.с} = m_с g h \ (3);$$

вода

$V_в = 3$ л $= 3 \cdot 10^{-3}$ м^3

$t_{1в}^{\circ} = 20$ °С

$t_{2в}^{\circ} = 100$ °С

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

слон

$m_с = 4$ т $=$

$= 4000$ кг

$$Q_в = E_{п.с}$$

Подставим (2) и (3) в (1):

$$c_в m_в \left(t_{2в}^{\circ} - t_{1в}^{\circ}\right) = m_с g h$$

$$h = \frac{c_в m_в \left(t_{2в}^{\circ} - t_{1в}^{\circ}\right)}{m_с g}$$

$$h = \frac{4200 \cdot 3 \cdot (100 - 20)}{4000 \cdot 10} = \frac{42 \cdot 3 \cdot (100 - 20)}{40 \cdot 10} = 25{,}2 \ (\text{м})$$

Ответ: **4.44.** На 25 м.

4.44. На какую высоту можно поднять слона массой 4 т, затратив такую же энергию, которая необходима, чтобы довести воду в чайнике вместимостью 3 л от 20 °С до кипения? Считайте, что $g = 10$ Н/кг.

$$h = \frac{c_{\text{в}} m_{\text{в}} \left(t_{2\text{в}}^{\circ} - t_{1\text{в}}^{\circ} \right)}{m_{\text{с}} g}$$

$$\frac{\dfrac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot {}^{\circ}\text{C}} \cdot \text{кг} \cdot {}^{\circ}\text{C}}{\text{кг} \cdot \dfrac{\text{Н}}{\text{кг}}} = \frac{\dfrac{\text{Дж} \cdot \text{кг} \cdot {}^{\circ}\text{C}}{\text{кг} \cdot {}^{\circ}\text{C}}}{\dfrac{\text{кг} \cdot \text{Н}}{\text{кг}}} = \frac{\text{Дж}}{\text{Н}} = \frac{\text{Н} \cdot \text{м}}{\text{Н}} = \text{м}$$

4.50. Через некоторое время после опускания в воду, имеющую температуру 10 °С, тела, нагретого до температуры 100 °С, установилась общая температура 40 °С. Какой станет температура воды, если, не вынимая первого тела, в нее опустить еще одно такое же тело, нагретое до температуры 100 °С?

Найти:

Решение:

$$Q = cm\left(t_2^{\circ} - t_1^{\circ}\right);$$

Тело 1

$m_т =$

$t_{1т}^{\circ} = 100\ ^{\circ}C$

$t_{2т}^{\circ} = 40\ ^{\circ}C$

$c_т =$

Вода

$m_в =$

$t_{1в}^{\circ} = 10\ ^{\circ}C$

$t_{2в}^{\circ} = 40\ ^{\circ}C$

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

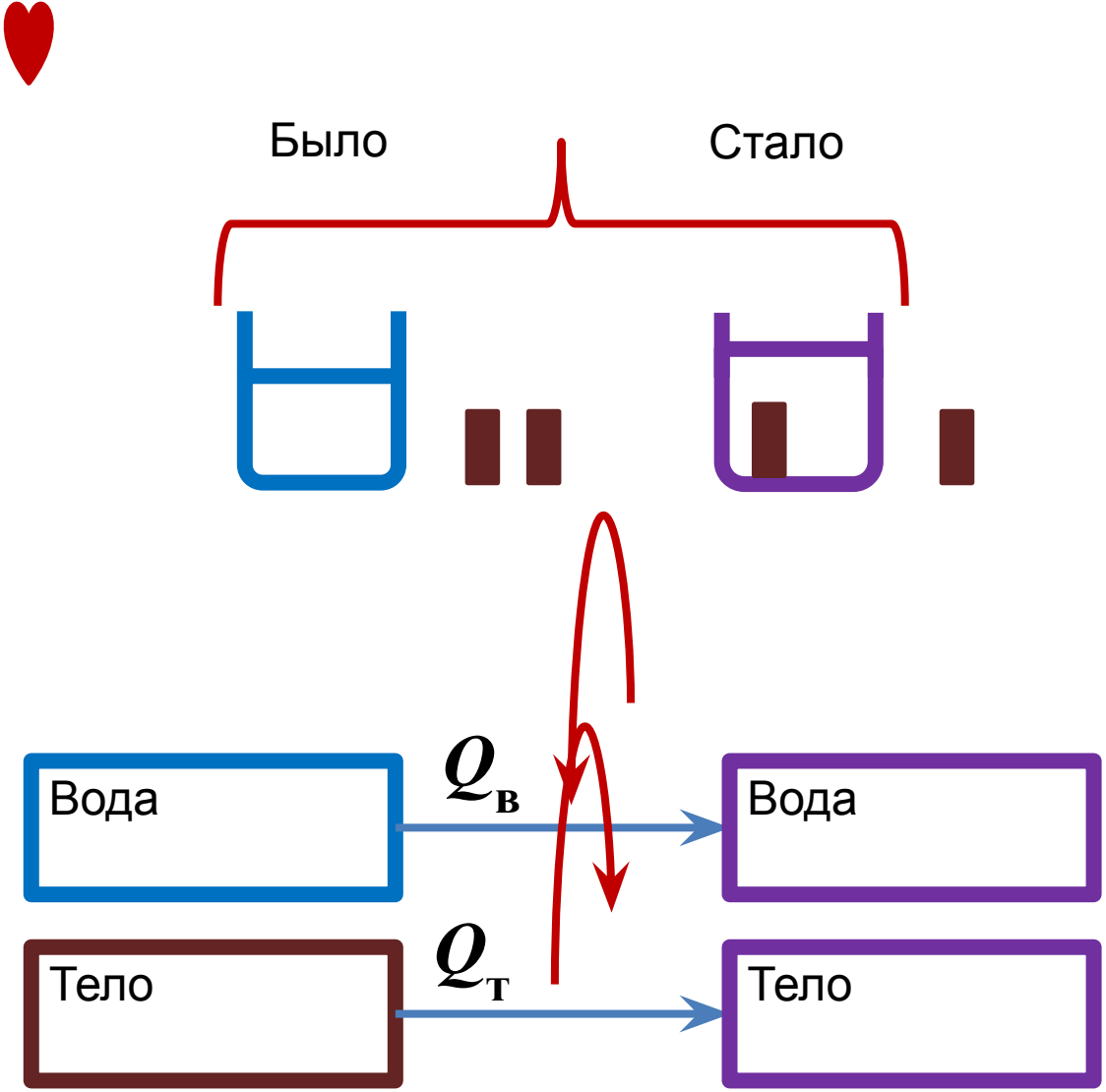
Тело 2

$m_т =$

$t_{1т\,2}^{\circ} = 100\ ^{\circ}C$

$t_{2т\,2}^{\circ} =$

$c_т =$



$$Q_в + Q_т = 0$$

$$Q_в = c_в m_в \left(t_{2в} - t_{1в}\right) \ (2);$$

$$Q_т = c_т m_т \left(t_{2т} - t_{1т}\right) \ (3);$$

$$c_в m_в \left(t_{2в} - t_{1в}\right) + c_т m_т \left(t_{2т} - t_{1т}\right) = 0$$

$$4200 m_в (40 - 10) + c_т m_т (40 - 100) = 0$$

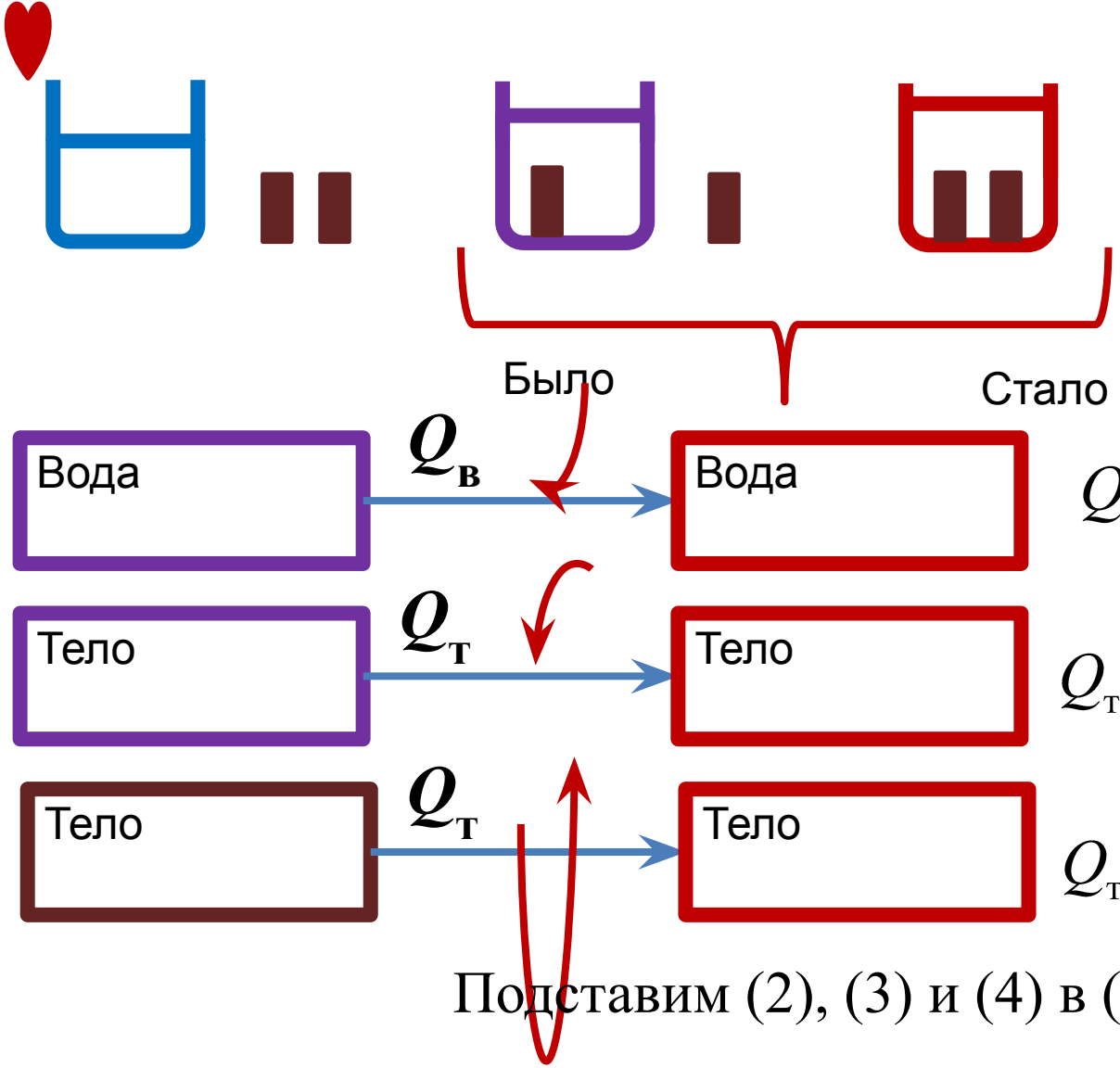
$$126000 m_в + c_т m_т (-60) = 0$$

$$126000 m_в = c_т m_т \cdot 60$$

$$12600 \cdot m_{\text{В}} = c_{\text{Т}} m_{\text{Т}} \cdot 6$$

$$m_{\text{В}} = \frac{6 c_{\text{Т}} m_{\text{Т}}}{12600}$$

$$m_{\text{В}} = \frac{c_{\text{Т}} m_{\text{Т}}}{2100} \quad (1)$$



$$Q_в + Q_{т1} + Q_{т2} = 0 \quad (1)$$

$$Q_в = c_в m_в \left(t_{3в} - t_{2в}\right) \quad (2);$$

$$Q_{т1} = c_т m_т \left(t_{3т} - t_{2т}\right) \quad (3);$$

$$Q_{т2} = c_т m_т \left(t_{3т2} - t_{1т2}\right) \quad (4);$$

Подставим (2), (3) и (4) в (1):

$$c_в m_в \left(t_{3в} - t_{2в}\right) + c_т m_т \left(t_{3т} - t_{2т}\right) + c_т m_т \left(t_{3т2} - t_{1т2}\right) = 0 \ ;$$

$$c_{в}m_{в}\left(t_{3в}^{\circ}-t_{2в}^{\circ}\right)+c_{т}m_{т}\left(t_{3т}^{\circ}-t_{2т}^{\circ}\right)+c_{т}m_{т}\left(t_{3т2}^{\circ}-t_{1т2}^{\circ}\right)=0\ ;$$

$$\begin{cases} 4200\cdot m_{в}\left(t_{3в}^{\circ}-40\right)+c_{т}m_{т}\left(t_{3т}^{\circ}-40\right)+c_{т}m_{т}\left(t_{3т2}^{\circ}-100\right)=0\ ; \\ m_{в}=\dfrac{c_{т}m_{т}}{2100} \end{cases}$$

Решим эту систему уравнений методом подстановки.

$$4200\cdot\frac{c_{т}m_{т}}{2100}\left(t_{3в}^{\circ}-40\right)+c_{т}m_{т}\left(t_{3т}^{\circ}-40\right)+c_{т}m_{т}\left(t_{3т2}^{\circ}-100\right)=0 \quad \Big| : c_{т}m_{т}$$

$$2\left(t_{3в}^{\circ}-40\right)+\left(t_{3т}^{\circ}-40\right)+\left(t_{3т2}^{\circ}-100\right)=0\ ;$$

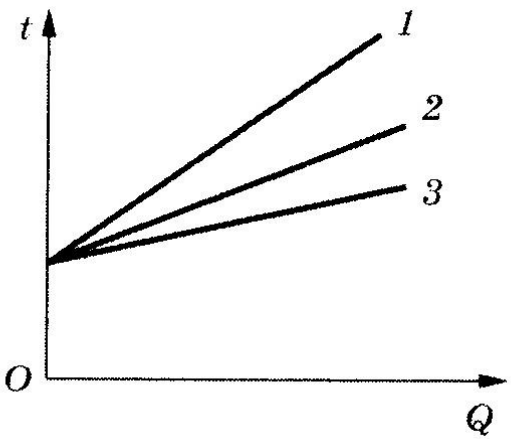
$$2t_{3в}^{\circ}-80+t_{3в}^{\circ}-40+t_{3в}^{\circ}-100=0\ ;$$

$$4t_{3в}^{\circ}=220\ ;$$

$$t_{3в}^{\circ}=55\ ;$$

Ответ: $t_{3в}^{\circ}=55\ ;$.

На рисунке показаны графики зависимости температуры t от количества полученной теплоты Q для трёх различных веществ одинаковой массы. Для какой пары веществ соотношение значений их теплоёмкости записано правильно?



А. $c_1 > c_2$.

Б. $c_3 < c_1$.

В. $c_2 < c_3$.

Г. $c_2 > c_3$.

$$Q = cm\,(t^\circ_2 - t^\circ_1)$$

$$(t_2 - t_1) = \frac{Q}{cm}$$

$$t_2 = \frac{Q}{cm} + t_1$$

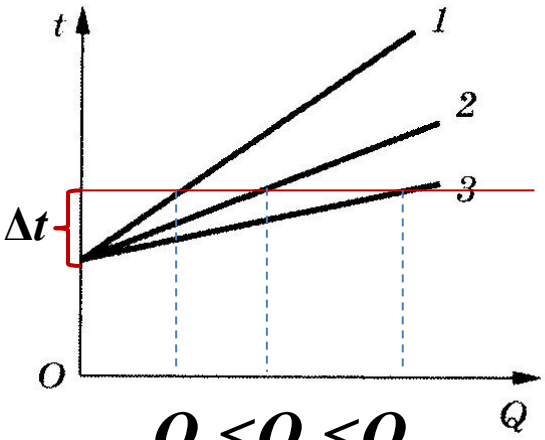
$$t_2 = \frac{Q}{cm} + t_1$$

$$y = kx + b$$

$$k = \frac{1}{cm}$$

$$c_3 > c_2 > c_1$$

На рисунке показаны графики зависимости температуры t от количества полученной теплоты Q для трёх различных веществ одинаковой массы. Для какой пары веществ соотношение значений их теплоёмкости записано правильно?



$Q_1 < Q_2 < Q_3$

А. $c_1 > c_2$.

Б. $c_3 < c_1$.

В. $c_2 < c_3$.

Г. $c_2 > c_3$.

2 способ.

Удельная теплоемкость показывает, какое количество теплоты поглощается 1 кг данного вещества при нагревании его на1 °С.

Значит, у того вещества, которому при нагревании на одно и то же количество градусов потребуется больше тепла, теплоемкость больше.

$\uparrow Q = \uparrow cm\,(t^\circ_2 - t^\circ_1)$

$\Delta t_1 = \Delta t_2 = \Delta t_3$

$Q_3 > Q_2 > Q_1$

$\Rightarrow c_3 > c_2 > c_1$