

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 · °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: ...	... $Q = c \cdot m \cdot (t_{\text{кон}} - t_{\text{нач}})$.
3. Удельной теплоемкостью вещества называется физическая величина, показывающая, ...	... какое количество теплоты требуется для нагревания 1 кг вещества на 1°C .
4. Единица удельной теплоемкости вещества - ...	... Дж/ (кг · $^{\circ}\text{C}$).
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 · $^{\circ}\text{C}$). Это число показывает, что ...	... для нагревания 1 кг свинца на 1°C 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 ...	... $Q_{\text{пол}} = |Q_{\text{отд}}|$, ... 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

$$m = 200 \text{ г}$$

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

$$Q = -30,4 \text{ кДж} = -30400 \text{ Дж}$$

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

СИ:

$$= 0,2 \text{ кг}$$

$$= -30400 \text{ Дж}$$

Решение:

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

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

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

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

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

$$t_1 = 20 - \frac{-30400}{380 \cdot 0,2} = 420 \text{ (}^\circ\text{C)}$$

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

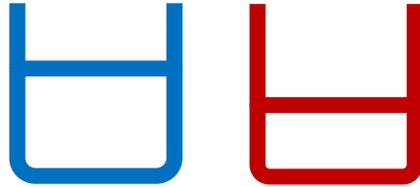
Ответ: 4.18. 420 °С.

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

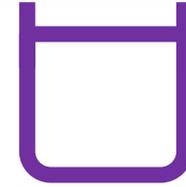
Удельная теплоемкость некоторых веществ, $\frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$

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

♥ 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:

Алюминиевая
кастрюля

$$m_a = 1,5 \text{ кг}$$

$$t_{1a} = 20 \text{ }^\circ\text{С}$$

$$c_a = 900 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{ }^\circ\text{С}}$$

Вода в
кастрюле

$$m_b = 800 \text{ г}$$

$$t_{1b} = 20 \text{ }^\circ\text{С}$$

$$t_{2b} = 45 \text{ }^\circ\text{С}$$

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

Решение:

Кипяток

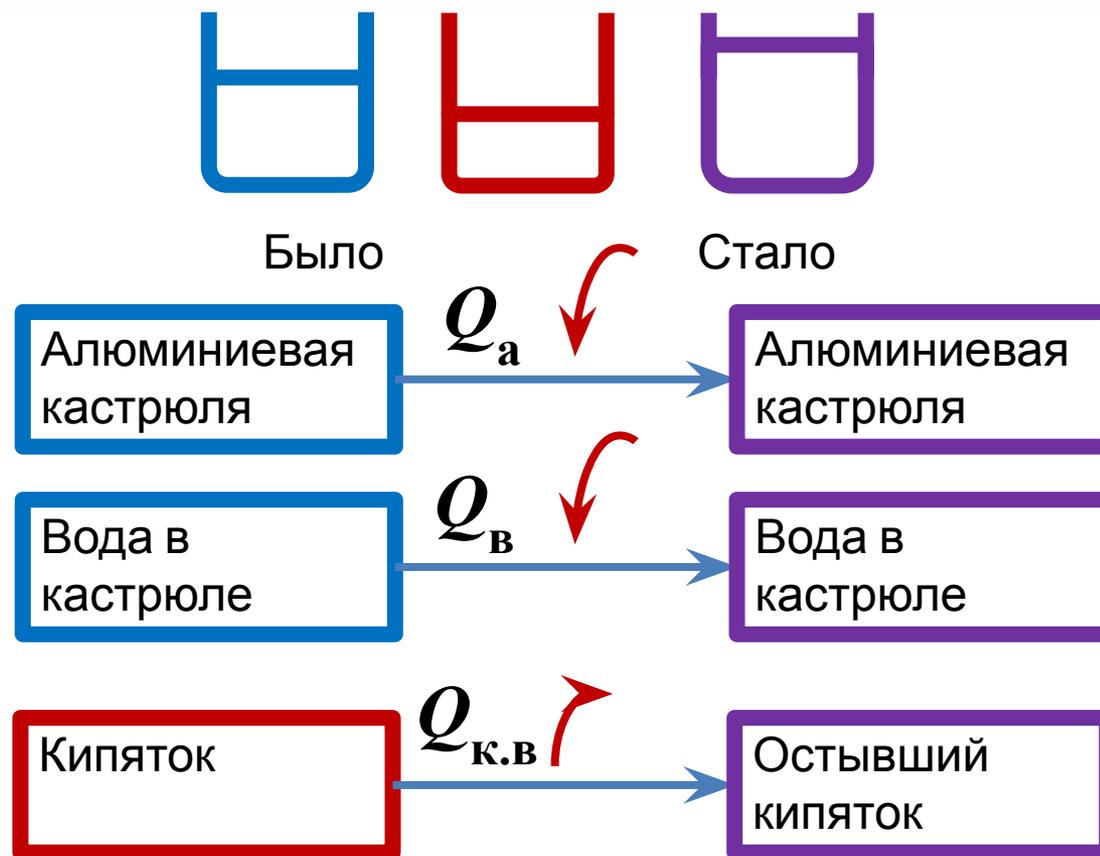
$$t_{1кв} = 100 \text{ }^\circ\text{С}$$

$$t_{2кв} = 45 \text{ }^\circ\text{С}$$

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

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

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?



$$Q_a + Q_v + Q_{к.в} = 0$$

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?

$$Q_a + Q_B + Q_{KB} = 0 \quad (1);$$

$$Q_a = c_a m_a (t_{2a} - t_{1a}) \quad (2);$$

$$Q_B = c_B m_B (t_{2B} - t_{1B}) \quad (3);$$

$$Q_{KB} = c_B m_{KB} (t_{2KB} - t_{1KB}) \quad (4);$$

Подставим (2), (3) и (4) в (1):

$$c_a m_a (t_{2a} - t_{1a}) + c_B m_B (t_{2B} - t_{1B}) + c_B m_{KB} (t_{2KB} - t_{1KB}) = 0$$

Подставим все известные числовые значения, учитывая, что :

$$t_{1a} = t_{1B} = 20 \text{ } ^\circ\text{C} \quad \text{и} \quad t_{2a} = t_{2B} = t_{2KB} = 45 \text{ } ^\circ\text{C}$$

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

 **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?

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

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

$$117750 = 231000 \cdot m_{\text{кв}}$$

$$m_{\text{кв}} = \frac{117750}{231000}$$

$$m_{\text{кв}} = 0,5 \text{ (кг)}$$

Ответ: $m_{\text{кв}} = 0,5 \text{ (кг)}$.



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 $g = 10 \text{ Н/кг}$.

Решение: $m_B = \rho_B V_B$ $m_B = 3 \text{ кг}$

Найти:

$$Q_B = E_{\text{п.с}} \quad (1);$$

$$Q_B = c_B m_B (t_{2B} - t_{1B}) \quad (2);$$

$$E_{\text{п.с}} = m_c g h \quad (3);$$

Подставим (2) и (3) в (1):

$$c_B m_B (t_{2B} - t_{1B}) = m_c g h$$

$$h = \frac{c_B m_B (t_{2B} - t_{1B})}{m_c g}$$

ВОДА

$$V_B = 3 \text{ л} = 3 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$$

$$t_{1B} = 20 \text{ }^\circ\text{С}$$

$$t_{2B} = 100 \text{ }^\circ\text{С}$$

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

СЛОН

$$m_c = 4 \text{ т} =$$

$$= 4000 \text{ кг}$$

$$Q_B = E_{\text{п.с}}$$

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

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 $g = 10 \text{ Н/кг}$.

$$h = \frac{c_B m_B (t_{2B} - t_{1B})}{m_c g}$$

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

4.50. Через некоторое время после опускания в воду, имеющую температуру $10\text{ }^{\circ}\text{C}$, тела, нагретого до температуры $100\text{ }^{\circ}\text{C}$, установилась общая температура $40\text{ }^{\circ}\text{C}$. Какой станет температура воды, если, не вынимая первого тела, в нее опустить еще одно такое же тело, нагретое до температуры $100\text{ }^{\circ}\text{C}$?

Найти:

Решение:

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

Тело 1

$$m_T =$$

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

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

$$c_T =$$

Вода

$$m_B =$$

$$t_{1B} = 10\text{ }^{\circ}\text{C}$$

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

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

Тело 2

$$m_T =$$

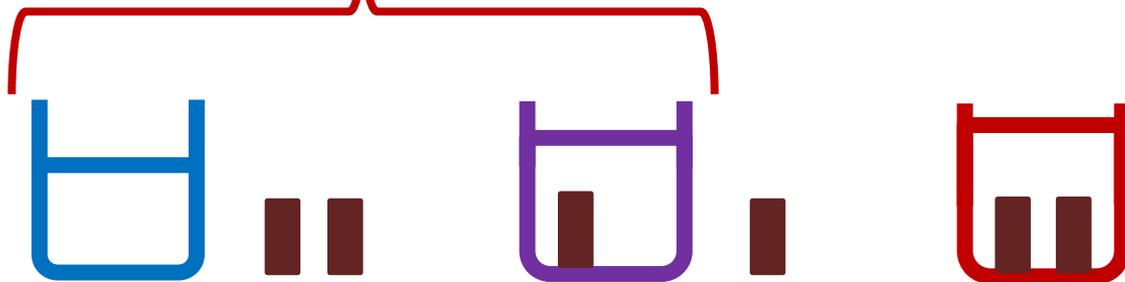
$$t_{1T2} = 100\text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$t_{2T2} =$$

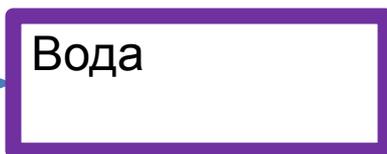
$$c_T =$$

Было

Стало



Q_B



Q_T



$$Q_B + Q_T = 0$$

$$Q_B = c_B m_B (t_{2B} - t_{1B}) \quad (2);$$

$$Q_T = c_T m_T (t_{2T} - t_{1T}) \quad (3);$$

$$4200 m_B (40 - 10) + c_T m_T (40 - 100) = 0 \quad c_B m_B (t_{2B} - t_{1B}) + c_T m_T (t_{2T} - t_{1T}) = 0$$

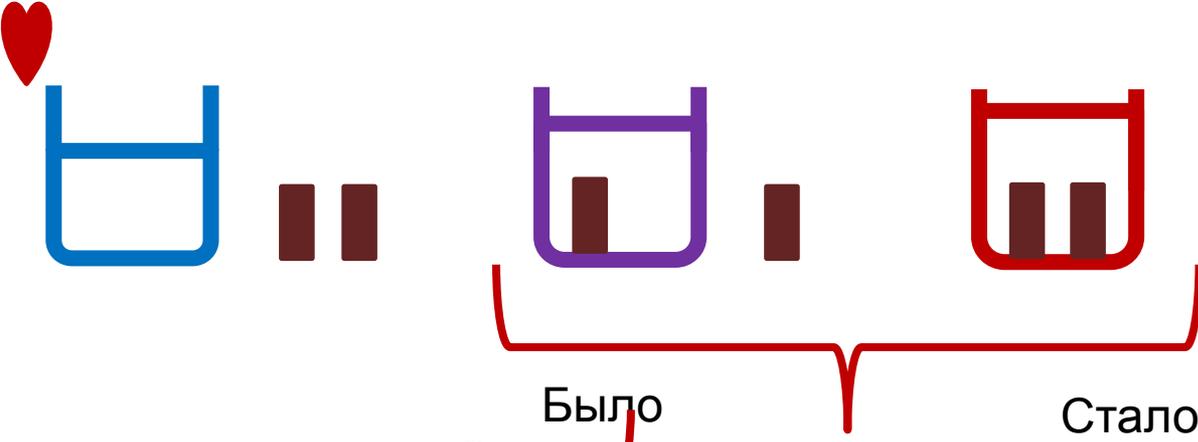
$$126000 m_B + c_T m_T (-60) = 0$$

$$126000 m_B = c_T m_T \cdot 60$$

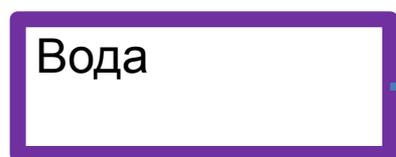

$$12600 \cdot m_B = c_T m_T \cdot 6$$

$$m_B = \frac{6c_T m_T}{12600}$$

$$m_B = \frac{c_T m_T}{2100} \quad (1)$$



$$Q_B + Q_{T1} + Q_{T2} = 0 \quad (1)$$



$$Q_B = c_B m_B (t_{3B} - t_{2B}) \quad (2);$$



$$Q_{T1} = c_T m_T (t_{3T} - t_{2T}) \quad (3);$$



$$Q_{T2} = c_T m_T (t_{3T2} - t_{1T2}) \quad (4);$$

Подставим (2), (3) и (4) в (1):

$$c_B m_B (t_{3B} - t_{2B}) + c_T m_T (t_{3T} - t_{2T}) + c_T m_T (t_{3T2} - t_{1T2}) = 0 ;$$


$$c_B m_B (t_{3B}^{\square} - t_{2B}^{\square}) + c_T m_T (t_{3T}^{\square} - t_{2T}^{\square}) + c_T m_T (t_{3T2}^{\square} - t_{1T2}^{\square}) = 0 ;$$

$$\left\{ \begin{array}{l} 4200 \cdot m_B (t_{3B}^{\square} - 40) + c_T m_T (t_{3T}^{\square} - 40) + c_T m_T (t_{3T2}^{\square} - 100) = 0 ; \\ m_B = \frac{c_T m_T}{2100} \end{array} \right.$$

Решим эту систему
уравнений методом
подстановки.

$$4200 \cdot \frac{c_T m_T}{2100} (t_{3B}^{\square} - 40) + c_T m_T (t_{3T}^{\square} - 40) + c_T m_T (t_{3T2}^{\square} - 100) = 0 \quad | : c_T m_T$$

$$2(t_{3B}^{\square} - 40) + (t_{3T}^{\square} - 40) + (t_{3T2}^{\square} - 100) = 0 ;$$

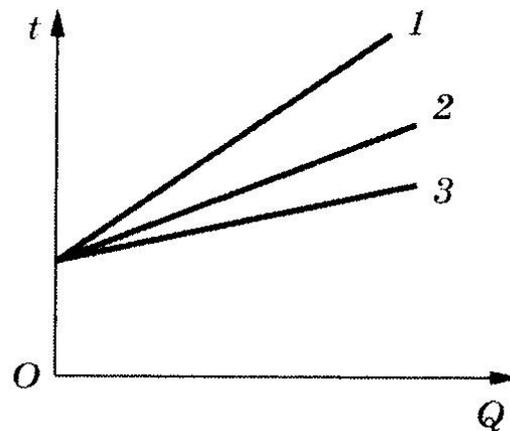
$$2t_{3B}^{\square} - 80 + t_{3B}^{\square} - 40 + t_{3B}^{\square} - 100 = 0 ;$$

$$4t_{3B}^{\square} = 220 ;$$

$$t_{3B}^{\square} = 55 ;$$

ОТВЕТ: $t_{3B}^{\square} = 55 ;$

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. $c_2 > c_3$.

$$Q = cm (t_2^\circ - t_1^\circ)$$

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

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

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

$$y = kx + b$$

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

$$c_3 > c_2 > c_1$$

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?

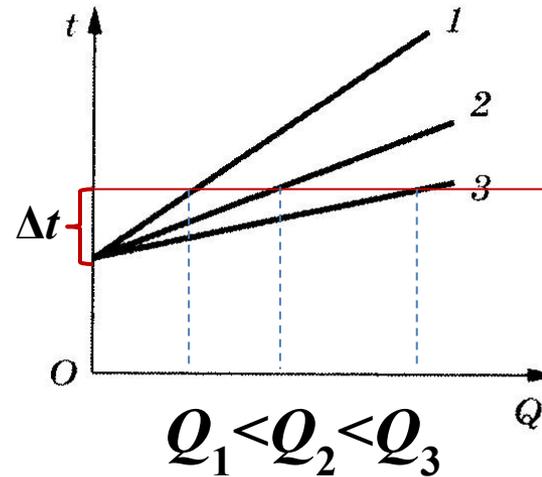
А. $c_1 > c_2$.

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 на 1°C .

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

$$\uparrow Q = \uparrow cm (t_2^\circ - t_1^\circ) \quad \Delta t_1 = \Delta t_2 = \Delta t_3 \quad \Rightarrow \quad c_3 > c_2 > c_1$$

$$Q_3 > Q_2 > Q_1$$