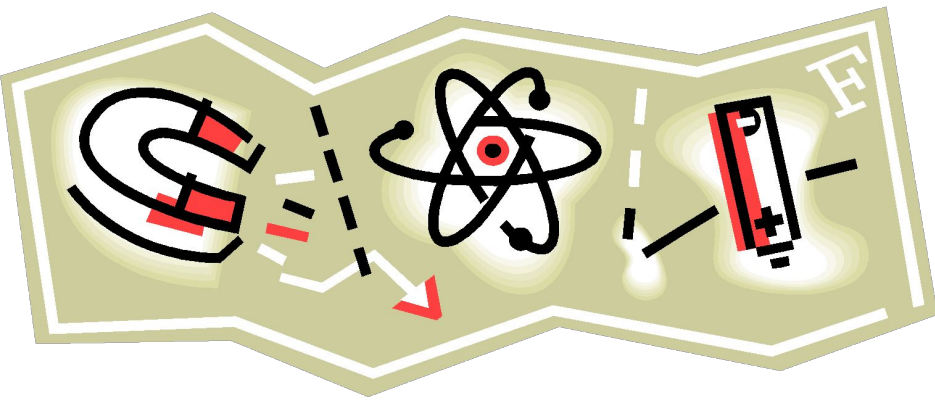




Задачи на расчет количества теплоты

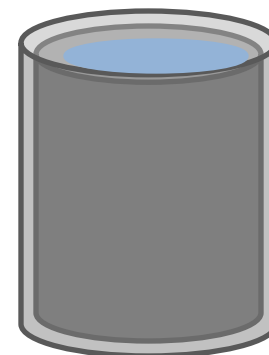


Условие

В алюминиевый калориметр массой 45 г, содержащий 100 г воды при температуре 20°C , поместили чугунную гирю массой 50 г, предварительно нагретую до 100°C .
Какая температура установится в калориметре?

НАПОМИНАЕМ:

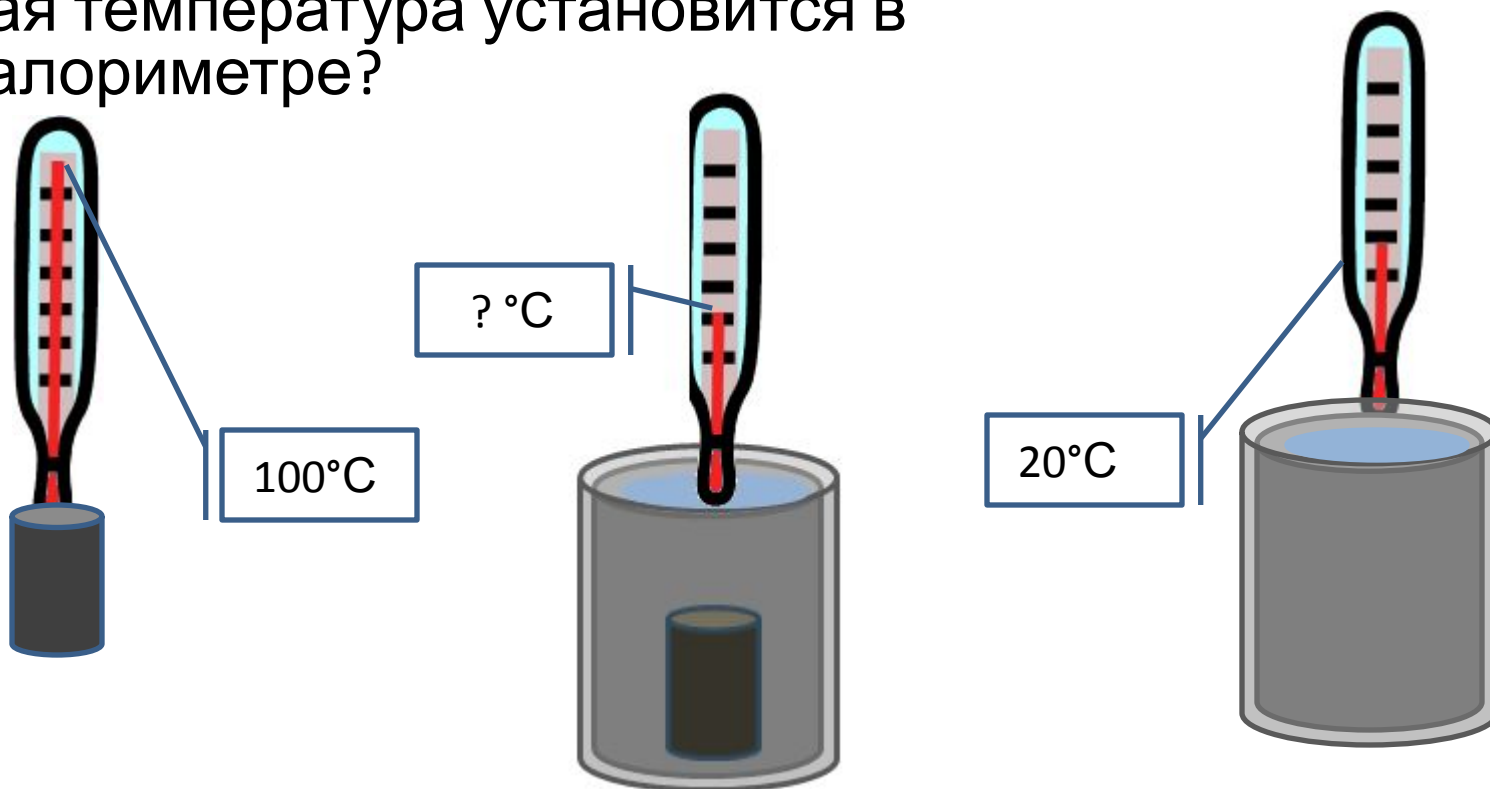
КАЛОРИМЕТР (от лат. calor тепло и греч. metreo — измеряю) — прибор для измерения количества теплоты, выделяющейся или поглощающейся в каком-либо физическом, химическом или биологическом процессе. Термин «К.» был предложен франц. учёными А. Лавуазье и П. Лапласом (1780).



Условие

В алюминиевый калориметр массой 45 г, содержащий 100 г воды при температуре 20°C , поместили чугунную гирю массой 50 г, предварительно нагретую до 100°C .

Какая температура установится в калориметре?



Условие

В алюминиевый калориметр массой 45 г, содержащий 100 г воды при температуре 20°C, поместили чугунную гирю массой 50 г, предварительно нагретую до 100°C.

Какая температура установится в калориметре?

$$m_{ал} = 45\text{г} = 0,045\text{кг}$$

$$m_в = 100\text{г} = 0,1\text{кг}$$

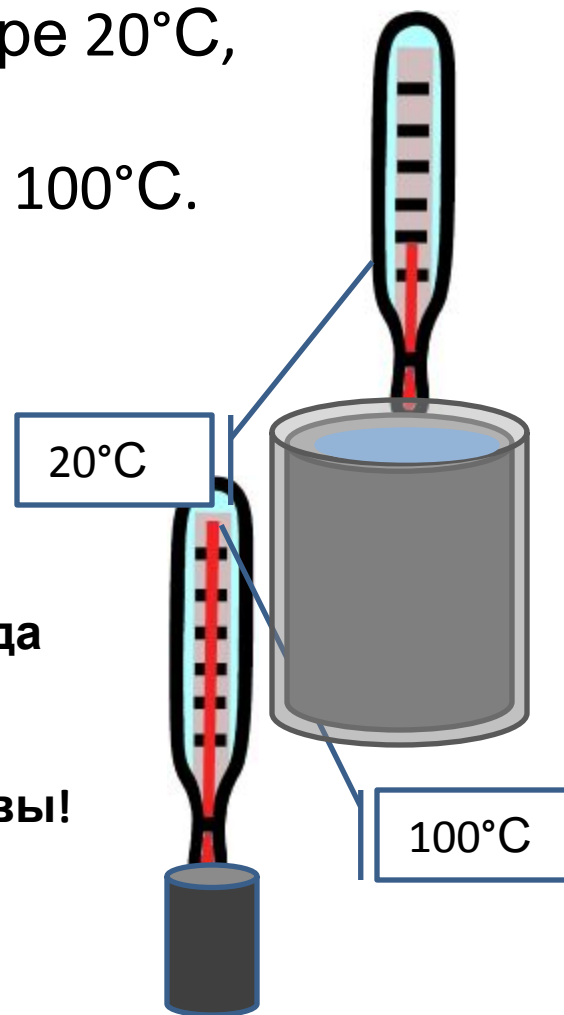
$$t_{0в} = t_{0ал} = 20^\circ\text{C}$$

$$m_ч = 50\text{г} = 0,05\text{кг}$$

$$t_{0ч} = 100^\circ\text{C}$$

Алюминиевый калориметр и вода находятся в состоянии теплового равновесия.

Поэтому их температуры одинаковы!



Условие

В алюминиевый калориметр массой 45 г, содержащий 100 г воды при температуре 20°C, поместили чугунную гирю массой 50 г, предварительно нагретую до 100°C.

Какая температура установится в калориметре?

$$m_{ал} = 45\text{г} = 0,045\text{кг}$$

$$m_в = 100\text{г} = 0,1\text{кг}$$

$$t_{0в} = t_{0ал} = 20^\circ\text{C}$$

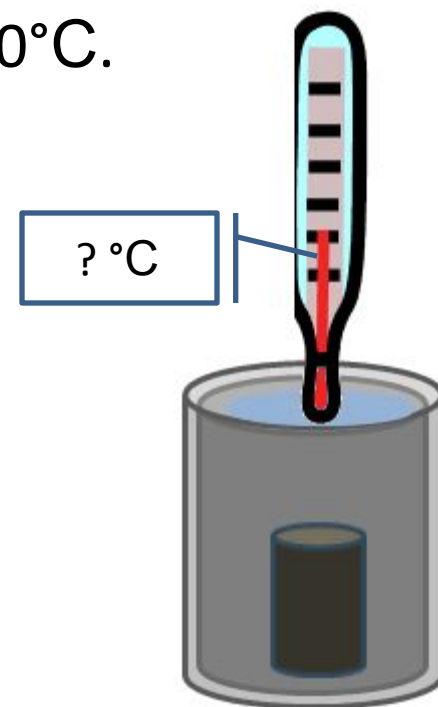
$$m_ч = 50\text{г} = 0,05\text{кг}$$

$$t_{0ч} = 100^\circ\text{C}$$

$$t - ?$$

Вещества, участвующие в тепловых процессах:

*алюминий,
вода,
чугун.*



Какие тепловые процессы между ними происходят?
Какая информация нам будет необходима?

Какие тепловые процессы происходят в задаче? Назовите процессы, которые происходят с каждым из этих тел

1. До того, как гирию поместили в калориметр

Тепловое равновесие

Калориметр и вода приобретают одинаковую температуру. Никаких изменений не происходит

Алюминий 

2. После того, как гирию поместили в калориметр

Чугун  **охлаждение**

Чугун **отдает тепло** воде и алюминию

Вода, алюминий  **Нагревание**

Для расчета процессов нагревания и охлаждения необходимо знать **удельные теплоемкости** веществ.

Условие

В алюминиевый калориметр массой 45 г, содержащий 100 г воды при температуре 20°C, поместили чугунную гирю массой 50 г, предварительно нагретую до 100°C.

Какая температура установится в калориметре?

$$m_{ал} = 45\text{г} = 0,045\text{кг}$$

$$m_в = 100\text{г} = 0,1\text{кг}$$

$$t_{0в} = t_{0ал} = 20^\circ\text{C}$$

$$m_ч = 50\text{г} = 0,05\text{кг}$$

$$t_{0ч} = 100^\circ\text{C}$$

$$t - ?$$

ВНИМАНИЕ!

Удельные теплоемкости можно найти в специальной таблице. Такие таблицы есть в каждом задачнике.

Для того, чтобы открыть ее в нашем курсе нажмите [здесь](#).

$$c_{ал} = 900 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$c_ч = 540 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$c_в = 4190 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \approx 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$$

Обсуждение

$$m_{ал} = 45\text{Г} = 0,045\text{кг}$$

$$m_{с} = 100\text{Г} = 0,1\text{кг}$$

$$t_{0с} = t_{0ал} = 20^{\circ}\text{C}$$

$$m_{ч} = 50\text{Г} = 0,05\text{кг}$$

$$t_{0ч} = 100^{\circ}\text{C}$$

$$c_{ал} = 0,896 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot ^{\circ}\text{C}} \approx 900 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^{\circ}\text{C}}$$

$$c_{ч} = 0,540 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot ^{\circ}\text{C}} \approx 540 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^{\circ}\text{C}}$$

$$c_{с} = 4,19 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot ^{\circ}\text{C}} \approx 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^{\circ}\text{C}}$$

t — ?

Оценим, каким должен получиться ответ.

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

Количество теплоты, отданное чугуном равно количеству теплоты, полученному водой и алюминием, а произведение для чугуна существенно меньше, чем для воды и алюминия. Значит, изменение температуры чугуна будет намного больше, чем изменение температуры у алюминия и воды



Решение

$t - ?$	
$m_{ал} = 45\text{Г} = 0,045\text{кг}$	
$m_в = 100\text{Г} = 0,1\text{кг}$	
$t_{0в} = t_{0ал} = 20^\circ\text{C}$	
$m_ч = 50\text{Г} = 0,05\text{кг}$	
$t_{0ч} = 100^\circ\text{C}$	
$c_{ал} = 900 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$	
$c_ч = 540 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$	
$c_в = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$	

Для решения задачи необходимо
составить
уравнение теплового баланса

Чугун

отдает тепло
воде и алюминию

$$Q_{отданное} < 0$$

Вода и алюминий
получают тепло
от чугуна

$$Q_{полученное} > 0$$

$$Q_{отданное} + Q_{полученное} = 0$$

– **уравнение теплового баланса**
(Закон сохранения энергии)

Решение

$t - ?$	
$m_{ал} = 45\text{Г} = 0,045\text{кг}$	
$m_в = 100\text{Г} = 0,1\text{кг}$	
$t_{0в} = t_{0ал} = 20^\circ\text{C}$	
$m_ч = 50\text{Г} = 0,05\text{кг}$	
$t_{0ч} = 100^\circ\text{C}$	
$c_{ал} = 0,896 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \approx 900 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$	
$c_ч = 0,540 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \approx 540 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$	
$c_в = 4,19 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \approx 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$	

$$Q_{отданное} < 0$$

$$Q_{полученное} > 0$$

$$Q_{отданное} + Q_{полученное} = 0$$

$$\underline{Q_{отданное}} = Q_ч = \underline{c_ч \cdot m_ч \cdot (t^\circ - t^\circ_{0ч})} < 0$$

$$\underline{Q_{полученное}} = Q_{ал} + Q_в$$

$$Q_{ал} = \underline{c_{ал} \cdot m_{ал} \cdot (t^\circ - t^\circ_{0ал})} > 0$$

$$Q_в = \underline{c_в \cdot m_в \cdot (t^\circ - t^\circ_{0в})} > 0$$



Решение

$t - ?$	
$m_{ал} = 45\text{г} = 0,045\text{кг}$	
$m_{\text{в}} = 100\text{г} = 0,1\text{кг}$	
$t_{0\text{в}} = t_{0ал} = 20^{\circ}\text{C}$	
$m_{\text{ч}} = 50\text{г} = 0,05\text{кг}$	
$t_{0\text{ч}} = 100^{\circ}\text{C}$	
$c_{ал} = 0,896 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot ^{\circ}\text{C}} \approx 900 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^{\circ}\text{C}}$	
$c_{\text{ч}} = 0,540 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot ^{\circ}\text{C}} \approx 540 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^{\circ}\text{C}}$	
$c_{\text{в}} = 4,19 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot ^{\circ}\text{C}} \approx 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^{\circ}\text{C}}$	

$$Q_{\text{отданное}} + Q_{\text{полученное}} = 0$$

$$Q_{\text{отданное}} = Q_{\text{ч}} = c_{\text{ч}} \cdot m_{\text{ч}} \cdot (t^{\circ} - t_{0\text{ч}}^{\circ}) < 0$$

$$Q_{\text{полученное}} = Q_{ал} + Q_{\text{в}}$$

$$Q_{ал} = c_{ал} \cdot m_{ал} \cdot (t^{\circ} - t_{0ал}^{\circ}) > 0$$

$$Q_{\text{в}} = c_{\text{в}} \cdot m_{\text{в}} \cdot (t^{\circ} - t_{0\text{в}}^{\circ}) > 0$$

Проведем математические преобразования:

$$c_{\text{ч}} \cdot m_{\text{ч}} \cdot (t^{\circ} - t_{0\text{ч}}^{\circ}) + c_{ал} \cdot m_{ал} \cdot (t^{\circ} - t_{0ал}^{\circ}) + c_{\text{в}} \cdot m_{\text{в}} \cdot (t^{\circ} - t_{0\text{в}}^{\circ}) = 0$$

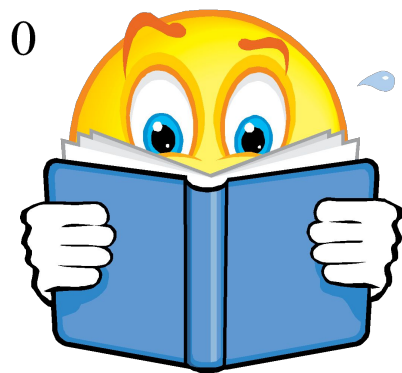
$$540 \cdot 0,05 \cdot (t^{\circ} - 100) + 900 \cdot 0,045 \cdot (t^{\circ} - 20) + 4200 \cdot 0,1 \cdot (t^{\circ} - 20) = 0$$

$$27 \cdot (t^{\circ} - 100) + 40,5 \cdot (t^{\circ} - 20) + 420 \cdot (t^{\circ} - 20) = 0$$

$$27t^{\circ} - 2700 + 40,5t^{\circ} - 810 + 420t^{\circ} - 8400 = 0$$

$$487,5t^{\circ} - 11910 = 0$$

$$487,5t^{\circ} = 11910$$



Решение

$t - ?$	
$m_{ал} = 45\text{Г} = 0,045\text{кг}$	
$m_в = 100\text{Г} = 0,1\text{кг}$	
$t_{0в} = t_{0ал} = 20^\circ\text{C}$	
$m_ч = 50\text{Г} = 0,05\text{кг}$	
$t_{0ч} = 100^\circ\text{C}$	
$c_{ал} = 0,896 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \approx 900 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$	
$c_ч = 0,540 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \approx 540 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$	
$c_в = 4,19 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \approx 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$	

$$Q_{отданное} + Q_{полученное} = 0$$

$$Q_{отданное} = Q_ч = c_ч \cdot m_ч \cdot (t^\circ - t_{0ч}^\circ) < 0$$

$$Q_{полученное} = Q_{ал} + Q_в$$

$$Q_{ал} = c_{ал} \cdot m_{ал} \cdot (t^\circ - t_{0ал}^\circ) > 0$$

$$Q_в = c_в \cdot m_в \cdot (t^\circ - t_{0в}^\circ) > 0$$

Вычислим:

$$487,5t^\circ = 11910$$

$$t^\circ = \frac{11910}{487,5} \approx 24,4(^\circ\text{C})$$



Ответ

$t - ?$	
$m_{ал} = 45\text{г} = 0,045\text{кг}$	
$m_в = 100\text{г} = 0,1\text{кг}$	
$t_{0в} = t_{0ал} = 20^\circ\text{C}$	
$m_ч = 50\text{г} = 0,05\text{кг}$	
$t_{0ч} = 100^\circ\text{C}$	
$c_{ал} = 0,896 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \approx 900 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$	
$c_ч = 0,540 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \approx 540 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$	
$c_в = 4,19 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \approx 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$	

$$Q_{отданное} + Q_{полученное} = 0$$

$$Q_{отданное} = Q_ч = c_ч \cdot m_ч \cdot (t^\circ - t_{0ч}^\circ) < 0$$

$$Q_{полученное} = Q_{ал} + Q_в$$

$$Q_{ал} = c_{ал} \cdot m_{ал} \cdot (t^\circ - t_{0ал}^\circ) > 0$$

$$Q_в = c_в \cdot m_в \cdot (t^\circ - t_{0в}^\circ) > 0$$

$$t^\circ = \frac{11910}{487,5} \approx 24,4(^\circ\text{C})$$

Ответ: в калориметре установится температура

24,4°C.

Вспомните:

изменение температуры чугуна будет намного больше, чем

изменение

температуры у алюминия и воды.

Удовлетворяет ли полученный ответ нашей предварительной оценке?