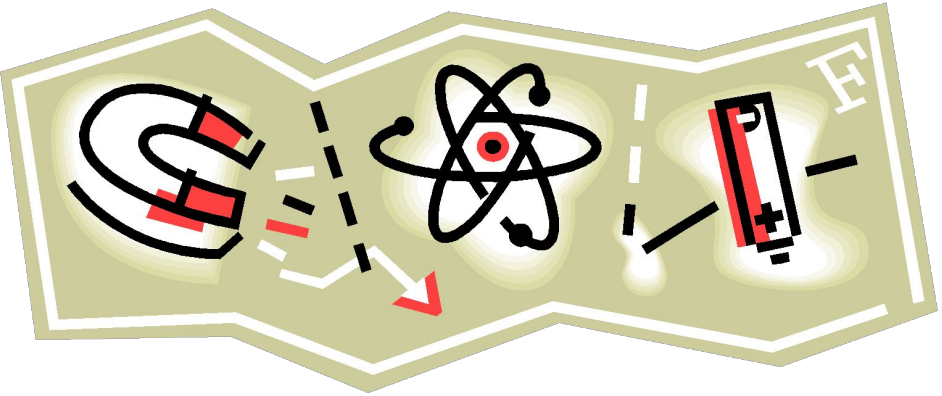
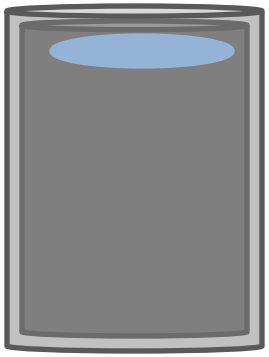
Задачи на расчет количества теплоты



Условие

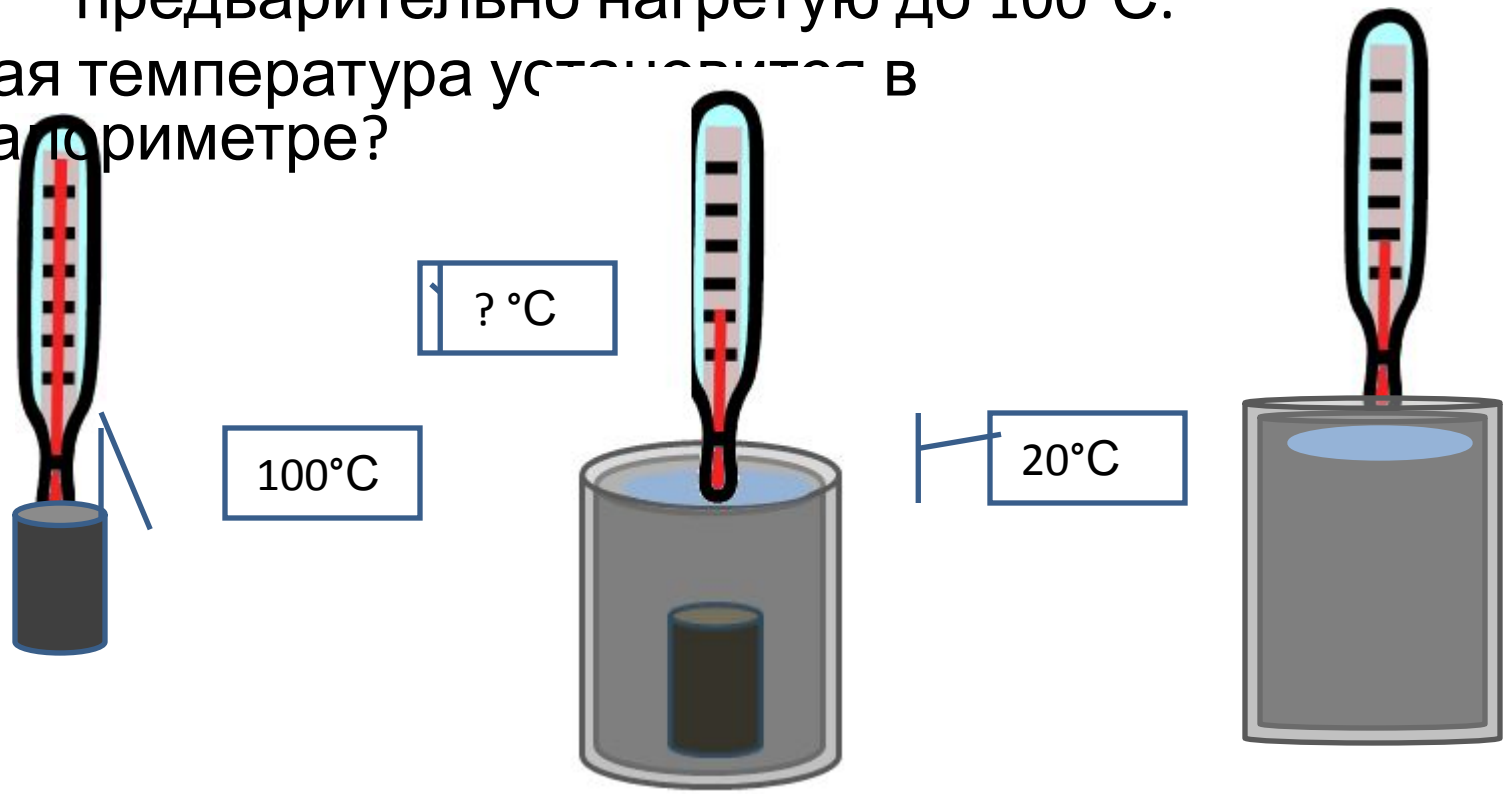
В алюминиевый калориметр массой 45 г, содержащий 100 г воды при температуре 20°С, поместили чугунную гирю массой 50 г, предварительно нагретую до 100°С. Какая температура установится в калориметре?

НАПОМИНАЕМ:
КАЛОРИМЕТР (от лат. calor тепло и греч. metreo — измеряю) — прибор для измерения количества теплоты, выделяющейся или поглощающейся в каком-либо физическом, химимическом 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° С, поместили чугунную гирю массой 50 г, предварительно нагретую до 100°С. Какая температура установится в калориметре?



Условие

В алюминиевый калориметр массой 45 г, содержащий 100 г воды при температуре 20° С,

поместили чугунную гирю массой 50 г, предварительно нагретую до 100°С.

Какая температура установится в калориметре?

$m_{ал} = 45г = 0{,}045кг$

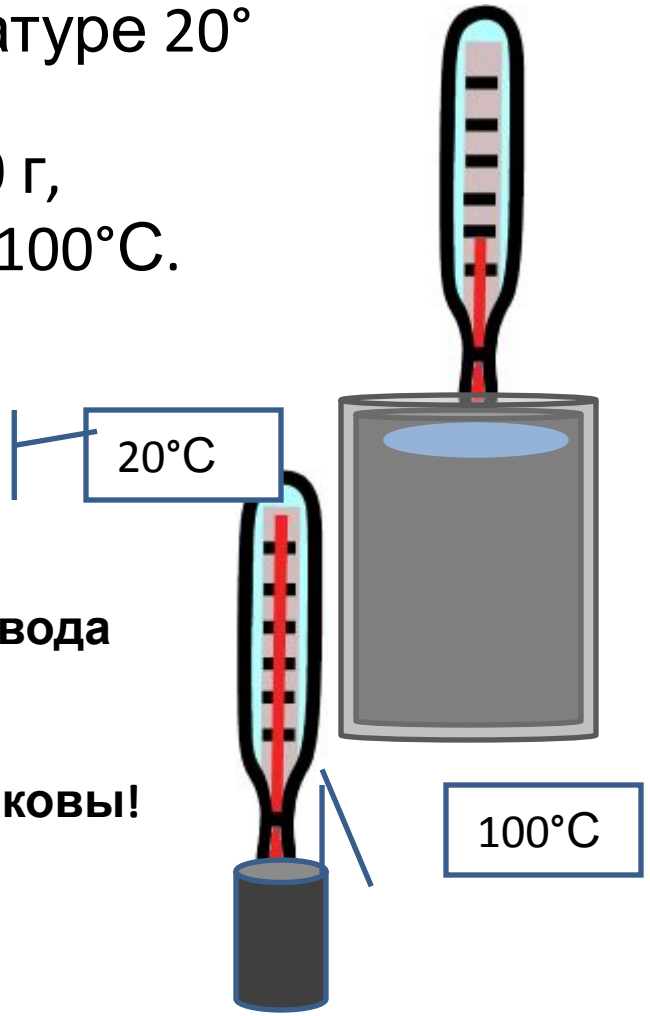
$m_в = 100г = 0{,}1кг$

$t_{0в} = t_{0ал} = 20°C$

$m_ч = 50г = 0{,}05кг$

$t_{0ч} = 100°C$

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° С,
поместили чугунную гирю массой 50 г, предварительно нагретую до 100°С.
Какая температура установится в калориметре?

$m_{ал} = 45г = 0,045кг$

$m_в = 100г = 0,1кг$

$t_{0в} = t_{0ал} = 20°C$

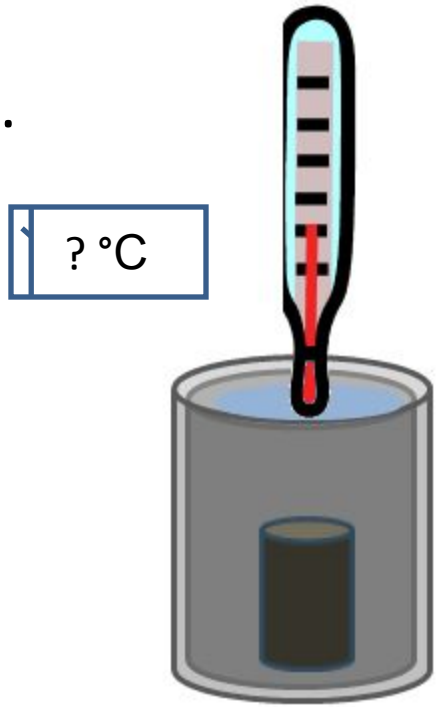
$m_ч = 50г = 0,05кг$

$t_{0ч} = 100°C$

$t - ?$

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 гирю поместили в калориметр

Тепловое равновесие

Алюминий ⟷ Вода

Калориметр и вода приобретают одинаковую температуру. Никаких изменений не происходит

2. После того, как гирю поместили в калориметр

Чугун ⟶ ***Охлаждение***

Вода, алюминий ⟵ ***Нагревание***

Чугун ***отдает тепло*** воде и алюминию

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° С,
поместили чугунную гирю массой 50 г, предварительно нагретую до 100°С.
Какая температура установится в калориметре?

$$m_{ал} = 45г = 0{,}045кг$$
$$m_в = 100г = 0{,}1кг$$
$$t_{0в} = t_{0ал} = 20°C$$
$$m_ч = 50г = 0{,}05кг$$
$$t_{0ч} = 100°C$$

$$t - ?$$

ВНИМАНИЕ!

Удельные теплоемкости можно найти в специальной таблице. Такие таблицы есть в каждом задачнике.
Для того, чтобы открыть ее в нашем курсе нажмите здесь.

$$c_{ал} = 900 \frac{Дж}{кг \cdot °C}$$
$$c_ч = 540 \frac{Дж}{кг \cdot °C}$$
$$c_в = 4190 \frac{кДж}{кг \cdot °C} \approx 4200 \frac{Дж}{кг \cdot °C}$$

Обсуждение

$m_{ал} = 45г = 0{,}045кг$

$m_{в} = 100г = 0{,}1кг$

$t_{0в} = t_{0ал} = 20°C$

$m_{ч} = 50г = 0{,}05кг$

$t_{0ч} = 100°C$

$t - ?$

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

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

$c_{в} = 4{,}19 \frac{кДж}{кг \cdot °C} \approx 4200 \frac{Дж}{кг \cdot °C}$

Оценим, каким должен получиться ответ.

$$\Delta t° = \frac{Q}{c \cdot m}$$

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

Решение

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

Для решения задачи необходимо составить
уравнение теплового баланса

Чугун
отдает тепло
воде и алюминию

$$Q_{отданное} < 0$$

Вода и алюминий
получают тепло
от чугуна

$$Q_{полученное} > 0$$

$$Q_{отданное} + Q_{полученное} = 0$$

$$- \textit{уравнение теплового баланса}$$

$$(\textit{Закон сохранения энергии})$$

Решение

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

$$Q_{отданное} < 0$$

$$Q_{полученное} > 0$$

$$Q_{отданное} + Q_{полученное} = 0$$

$$\underline{Q_{отданное}} = Q_ч = \underline{c_ч \cdot m_ч \cdot (t° - t°_{0ч})} < 0$$

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

$$Q_{ал} = \underline{c_{ал} \cdot m_{ал} \cdot (t° - t°_{0ал})} > 0$$

$$Q_в = \underline{c_в \cdot m_в \cdot (t° - t°_{0в})} > 0$$

Решение

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

$$Q_{отданное} + Q_{полученное} = 0$$

$$Q_{отданное} = Q_ч = c_ч \cdot m_ч \cdot (t° - t°_{0ч}) < 0$$

$$Q_{полученное} = Q_{ал} + Q_в$$

$$Q_{ал} = c_{ал} \cdot m_{ал} \cdot (t° - t°_{0ал}) > 0$$

$$Q_в = c_в \cdot m_в \cdot (t° - t°_{0в}) > 0$$

Проведем математические преобразования:

$$c_ч \cdot m_ч \cdot (t° - t°_{0ч}) + c_{ал} \cdot m_{ал} \cdot (t° - t°_{0ал}) + c_в \cdot m_в \cdot (t° - t°_{0в}) = 0$$

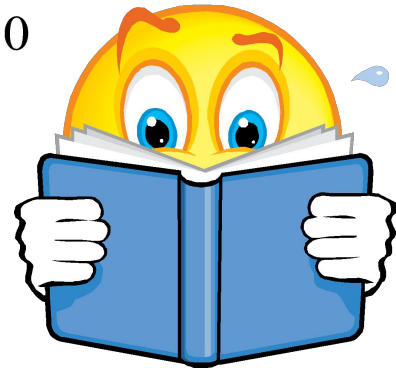
$$540 \cdot 0{,}05 \cdot (t° - 100) + 900 \cdot 0{,}045 \cdot (t° - 20) + 4200 \cdot 0{,}1 \cdot (t° - 20) = 0$$

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

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

$$487{,}5t° - 11910 = 0$$

$$487{,}5t° = 11910$$



Решение

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

$$Q_{отданное} + Q_{полученное} = 0$$

$$Q_{отданное} = Q_ч = c_ч \cdot m_ч \cdot (t° - t°_{0ч}) < 0$$

$$Q_{полученное} = Q_{ал} + Q_в$$

$$Q_{ал} = c_{ал} \cdot m_{ал} \cdot (t° - t°_{0ал}) > 0$$

$$Q_в = c_в \cdot m_в \cdot (t° - t°_{0в}) > 0$$

Вычислим:

$$487{,}5t° = 11910$$

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

Ответ

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

$$Q_{отданное} + Q_{полученное} = 0$$

$$Q_{отданное} = Q_ч = c_ч \cdot m_ч \cdot (t° - t°_{0ч}) < 0$$

$$Q_{полученное} = Q_{ал} + Q_в$$

$$Q_{ал} = c_{ал} \cdot m_{ал} \cdot (t° - t°_{0ал}) > 0$$

$$Q_в = c_в \cdot m_в \cdot (t° - t°_{0в}) > 0$$

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

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?