

КОЛИЧЕСТВО ТЕПЛОТЫ.

Количество теплоты (Q)- это энергия переданная при теплопередаче. Количество теплоты находится по разным формулам в зависимости от процесса происходящего с телом.

Теплота полученная при нагревании (охлаждении)

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

Теплота полученная при плавлении (кристаллизации)

$$Q = \lambda m$$

Теплота полученная при испарении (конденсации)

$$Q = rm$$

Теплота полученная при сгорании вещества

$$Q = qm$$

Где c – удельная теплоемкость тела.

λ – удельная теплота плавления (кристаллизации).

r – удельная теплота испарения (конденсации).

q – удельная теплота сгорания.

ВАЖНО!!! ЗАПОМНИТЬ!!!

1) Температура тела при переходе из одного агрегатного состояния в другое не изменяется пока процесс перехода не завершится. **Например если происходит плавление то температура тела не будет изменяться пока тело не перейдет в жидкое состояние.**

2) Все удельные величины находятся из таблиц.

3) Чем меньше удельная величина тем меньше надо затратить теплоты.

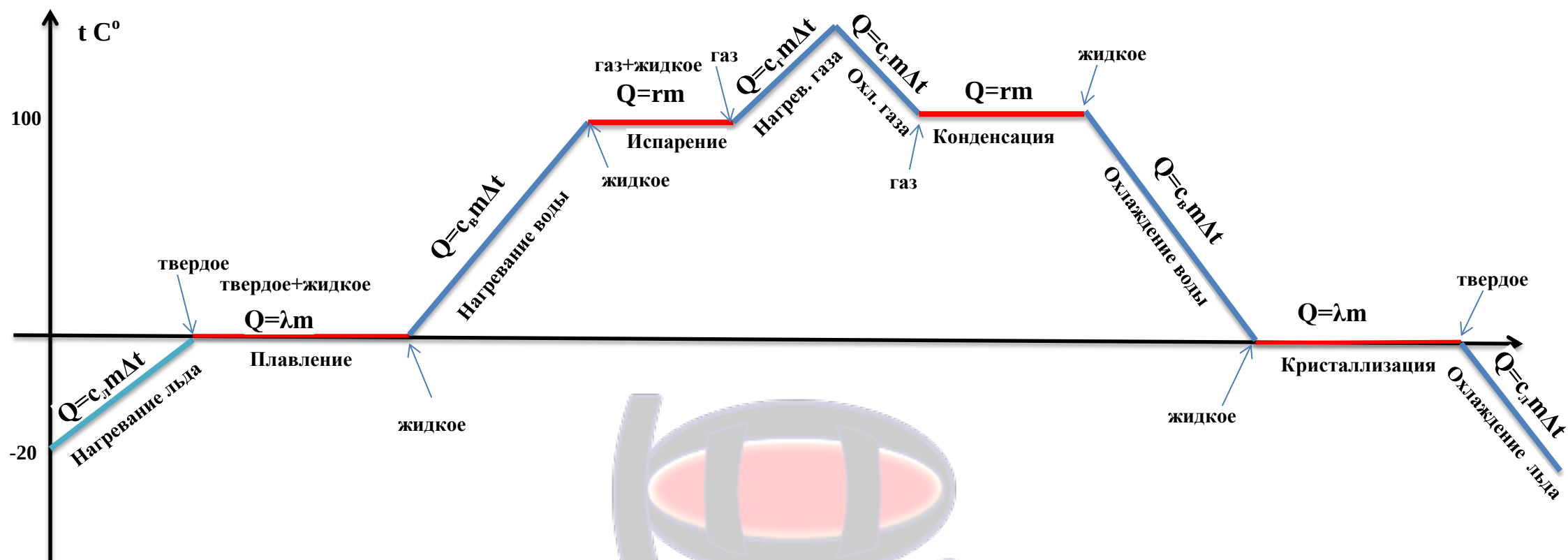
$c = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{C}^\circ}$ – это означает что для нагревания тела массой 1 кг на 1 C° необходимо передать телу 4200 Дж тепла.

УРАВНЕНИЕ ТЕПЛОВОГО БАЛАНСА.

$$Q_1 = Q_2$$

Q_1 – теплота отданная первым телом (или телами).

Q_2 – теплота полученная вторым телом (или телами).



Задача 1

В тонкостенном стакане находится вода массой 60 грамм при температуре 20 °C. В стакан долили горячую воду массой 40 грамм. После установления теплового равновесия температура воды в стакане стала равна 36 °C. Какой температуры была горячая вода?

Дано:

$$m_1 = 60 \text{ г} = 0,06 \text{ кг}$$

$$m_2 = 40 \text{ г} = 0,04 \text{ кг}$$

$$t_1 = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$t_3 = 36 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$t_2 = ?$$

Решение

Запишем уравнение теплового баланса $Q_1 = Q_2$.

Так как в задаче первое тело нагревается а второе

охлаждается то $Q_1 = cm_1(t_3 - t_1)$

$Q_2 = cm_2(t_2 - t_3)$ подставляя в уравнение теплового баланса получим

$cm(t_3 - t_1) = cm(t_2 - t_3)$ откуда получим что

$$t_2 = \frac{m_1(t_3 - t_1) + m_2 t_3}{m_2} = 100 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Задача 2

В медном калориметре массой 100 г находится 1 кг воды при температуре 20° C. В воду опускают свинцовую деталь массой 2 кг, имеющую температуру 90° C. До какой температуры нагреется вода?

Дано:

$$m_1 = 100 \text{ г} = 0,1 \text{ кг}$$

$$m_2 = 1 \text{ кг}$$

$$m_3 = 2 \text{ кг}$$

$$t_1 = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$t_2 = 90 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$c_M = 380 \text{ Дж/кг} \cdot ^{\circ}\text{C}$$

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

$$c_{CB} = 140 \text{ Дж/кг} \cdot ^{\circ}\text{C}$$

$$t_3 = ?$$

Решение

Запишем уравнение теплового баланса $Q_1 = Q_2$.

В задаче свинцовая деталь охлаждаясь отдает тепло

$$Q_1 = c_{CB} m_3 (t_2 - t_3)$$

медный калориметр и вода получают тепло

$$Q_2 = c_B m_2 (t_3 - t_1) + c_M m_1 (t_3 - t_1)$$

подставляя в уравнение теплового баланса получим

$$c_{CB} m_3 (t_2 - t_3) = c_B m_2 (t_3 - t_1) + c_M m_1 (t_3 - t_1)$$

откуда получим что

$$t_2 = \frac{c_{CB} m_3 t_2 + c_B m_2 t_1 + c_M m_1 t_1}{c_{CB} m_3 + c_B m_2 + c_M m_1} = 24 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Задача 3

В калориметре находится лёд массой 1 кг при температуре $t_1 = -40 \text{ }^{\circ}\text{C}$. В калориметр пускают пар массой 1 кг при температуре $t_2 = 120 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Определите установившуюся температуру и агрегатное состояние системы. Нагреванием калориметра пренебрегите.

Дано:

$$m_L = 1 \text{ кг}$$

$$m_P = 1 \text{ кг}$$

$$t_1 = -40 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$t_2 = 120 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$r_P = 2.26 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$$

$$\lambda_L = 3.3 \cdot 10^5 \text{ Дж/кг}$$

$$c_L = 2100 \text{ Дж/кг} \cdot ^{\circ}\text{C}$$

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

$$c_P = 2200 \text{ Дж/кг} \cdot ^{\circ}\text{C}$$

$$t_3 = ?$$

Решение

Примечание. В этой задаче мы не знаем конечное агрегатное состояние поэтому и не знаем из скольких Q будет состоять Q_1 и Q_2 . Для решения найдем сколько льду надо тепла для нагревания до 0 °C и расплавится и сколько пар может отдать при охлаждении и конденсации.

$$Q_L = c_L m_L (0 - t_1) + \lambda m_L = 2100 \cdot 1 \cdot 40 + 3.3 \cdot 10^5 \cdot 1 = 4.14 \cdot 10^5 \text{ Дж}$$

$$Q_P = c_P m_P (t_P - 100) + r_P m_P = 2200 \cdot 1 \cdot 20 + 2.26 \cdot 10^6 \cdot 1 = 23 \cdot 10^5 \text{ Дж}$$

Как мы видим пар может отдать больше тепла чем необходимо для нагревания льда и его плавление. Поэтому лед не только расплавится, но и нагреется вода. Найдем тепло необходимое воде для нагревания до 100 °C.

$$Q_B = c_B m_P (100 - 0) = 4200 \cdot 1 \cdot 100 = 4.2 \cdot 10^5 \text{ Дж}$$

Следовательно, суммарное количество теплоты, которую может получить лёд, перешедший в воду, которая затем нагрелась до 100 °C, есть $Q_{\text{пол}} = 8,34 \cdot 10^5 \text{ Дж}$. Следовательно $Q_{\text{пол}} < Q_P$. Из последнего соотношения следует, что не весь пар будет конденсироваться поэтому в калориметре будут находиться пар и вода при температуре $t_3 = 100 \text{ }^{\circ}\text{C}$.