

Алгоритм решения задач по теме:

"Уравнение теплового баланса".

Что значит знать физику?

Это значит уметь решать задачи!

А что надо делать, чтобы уметь решать задачи?

Надо их решать!

Это тот случай, когда и цель и средства
одинаковы!

Важнейшей проблемой в обучении физике является развитие самостоятельности учащихся при решении задач, т. к. умение решать задачи является одним из основных показателей не только глубины усвоения учебного материала по физике, но и уровня развития мышления учащихся.

Среди законов физики, есть такие, которые очень широко применяются в описании поведения тех или иных систем. Одним из таких законов и является закон сохранения энергии в тепловых процессах: то есть энергия в природе не возникает из ничего и не исчезает: количество энергии неизменно. Она только переходит из одной формы в другую и если теплообмен и совершаемая работа происходит только между телами данной системы, то эта система называется изолированной. Для такой системы изменение внутренней энергии равно нулю и суммарная работа в системе тоже равна нулю, соответственно равно нулю и суммарное количество отданного и полученного телами тепла. **Для любой изолированной системы при любых изменениях внутри нее внутренняя энергия остается неизменной.**

Процессы теплообмена в замкнутой системе тел могут приводить к охлаждению одних тел, нагреванию других, изменению фазового состояния тел системы. Однако при любых процессах в таких системах полное количество тепла остается неизменным. Поэтому выполняется закон сохранения энергии, называемой в этом случае тепловым балансом: количество тепла, отданное всеми остывшими телами, равно количеству тепла, полученному всеми нагревающимися телами.

При решении такого рода задач следует:

1. Из анализа условия задачи установить какие тела в ходе каких процессов обмена теплом образуют изолированную систему.

2. Определить какие тела, в ходе каких процессов отдают тепло. Вычислить отданные теплоты для каждого тела, используя формулы:

$$Q_1 = -r m \quad - \text{ при конденсации;}$$

$$Q_2 = c m (t_2 - t_1) \quad - \text{ при охлаждении;}$$

$$Q_3 = -\lambda m \quad - \text{ при затвердении.}$$

3. Определить какие тела, в ходе каких процессов получают тепло.

Вычислить полученные теплоты для каждого тела, используя формулы:

$$Q_4 = \lambda m \quad - \text{ при плавлении;}$$

$$Q_5 = c m (t_2 - t_1) \quad - \text{ при нагревании;}$$

$$Q_6 = r m \quad - \text{ при кипении.}$$

4. На основании закона сохранения тепловой энергии в замкнутой системе приравнять всю отданную телами теплоту всей полученной теплоте и составить уравнение теплового баланса:

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6 = 0$$

5. Решить это уравнение, выражая побочные неизвестные из дополнительных данных задачи.

В латунный сосуд массой 0,2 кг содержащий 0,4 кг анилина при температуре 10 С долили 0,4 кг анилина при температуре 31 С. Найти удельную теплоемкость анилина, если в сосуде установилась температура 20 С. Удельная теплоемкость латуни 0,4 кДж/ кг С.

Задача № 382

Дано:

$$m = 0,2 \text{ кг}$$

$$m_1 = 0,4 \text{ кг}$$

$$t_1 = 10 \text{ }^\circ\text{C}$$

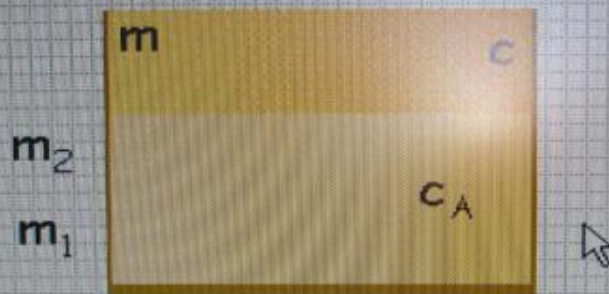
$$m_2 = 0,4 \text{ кг}$$

$$t_2 = 31 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$t_3 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$c = 0,4 \text{ кДж/кг}\cdot^\circ\text{C}$$

$$c_A = ?$$



$$Q_1 + Q_2 + Q_3 = 0$$

$$Q_1 = cm(t_3 - t_1)$$

$$Q_2 = c_A m_1 (t_3 - t_1)$$

$$Q_3 = c_A m_2 (t_3 - t_2)$$

$$cm(t_3 - t_1) + c_A m_1 (t_3 - t_1) + c_A m_2 (t_3 - t_2) = 0$$

$$c_A = \frac{cm(t_3 - t_1)}{m_2(t_2 - t_3) - m_1(t_3 - t_1)}$$

$$c_A = \frac{0,4 \cdot 10^3 \text{ Дж/кг}\cdot^\circ\text{C} \cdot 0,2 \text{ кг} \cdot (20 \text{ }^\circ\text{C} - 10 \text{ }^\circ\text{C})}{0,4 \text{ кг} \cdot (31 \text{ }^\circ\text{C} - 20 \text{ }^\circ\text{C}) - 0,4 \text{ кг} \cdot (20 \text{ }^\circ\text{C} - 10 \text{ }^\circ\text{C})} = 2 \text{ кДж/кг}\cdot^\circ\text{C}$$

В сосуд объемом V с теплонепроницаемыми стенками заполненный газом с молярной массой μ и температурой T и давлением p , внесен медный шарик массой m и температурой T_m меди. Какая температура установится в сосуде?

Задача № 383

Дано:

V

μ

T

p

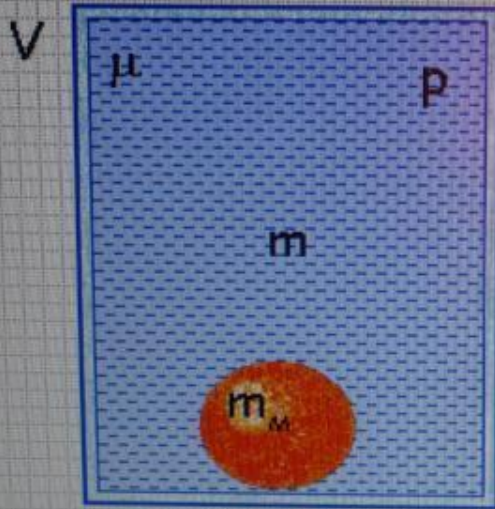
m_m

T_m

c

c_m

$\theta = ?$



$$Q_1 + Q_2 = 0$$

$$Q_1 = mc(\theta - T)$$

$$Q_2 = m_m c_m (\theta - T_m)$$

$$pV = \frac{m}{\mu} RT \quad m = \frac{pV\mu}{RT}$$

$$Q_1 = \frac{pV\mu c}{RT} (\theta - T)$$

$$\frac{pV\mu c}{RT} (\theta - T) + m_m c_m (\theta - T_m) = 0$$

$$\theta = \frac{(\mu p c V + c_m m_m R T_m) T}{\mu p c V + c_m m_m R T}$$

В стеклянный сосуд массой 120 г и температурой 20 С налили горячую воду массой 200 г при температуре 100 С. Спустя 5 минут установилась температура 40 С. Теряемое в единицу времени количество теплоты постоянно. Какое количество теплоты терялось в единицу времени?

Master 931BF

Задача № 387

Дано:

$$m_c = 120 \text{ г}$$

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

$$m = 200 \text{ г}$$

$$t = 100 \text{ }^\circ\text{C}$$

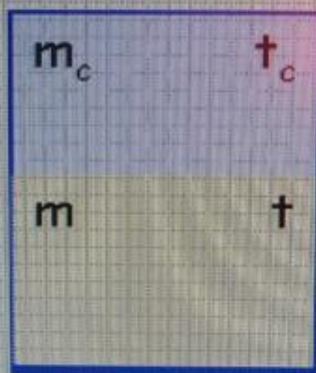
$$\tau = 5 \text{ мин}$$

$$\theta = 40 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$c_c = 840 \text{ Дж/кг}\cdot^\circ\text{C}$$

$$c = 4,2 \text{ кДж/кг}\cdot^\circ\text{C}$$

$$Q_\tau = ?$$



$$Q + Q_1 + Q_2 = 0$$

$$Q_1 = cm(\theta - t)$$

$$Q_2 = c_c m_c (\theta - t_c)$$

$$Q_\tau = \frac{Q}{\tau}$$

$$Q = -Q_1 - Q_2$$

$$Q_\tau = \frac{cm(t - \theta) - c_c m_c (\theta - t_c)}{\tau}$$

$$Q_\tau = 161,28 \text{ Дж/с}$$

Ванну объемом 100 л необходимо заполнить водой, имеющей температуру 30 С, имея воду при температуре 80 С и лед при температуре -20 С. Найти массу льда, который придется положить в ванну.

Задача № 389

Дано:

$$V = 100 \text{ л}$$

$$\theta = 30 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$t = 80 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$t_{\text{л}} = -20 \text{ }^\circ\text{C}$$

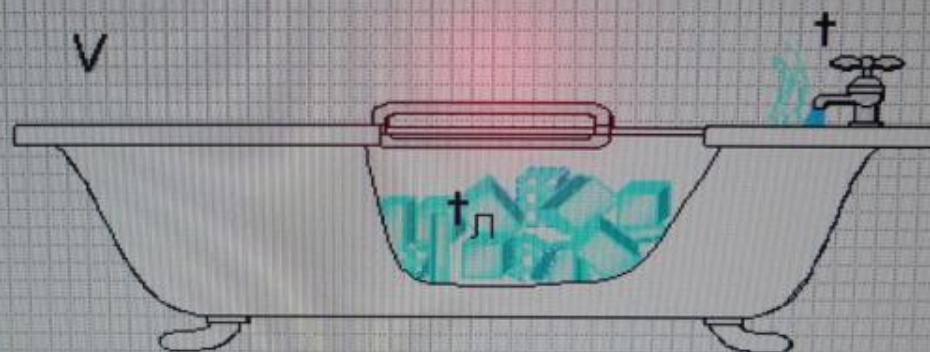
$$c = 4,2 \text{ кДж/кг}\cdot^\circ\text{C}$$

$$c_{\text{л}} = 2,1 \text{ кДж/кг}\cdot^\circ\text{C}$$

$$\rho = 10^3 \text{ кг/м}^3$$

$$r = 0,33 \text{ мДж/кг}$$

$$m_{\text{л}} = ?$$



$$Q_1 = m_{\text{л}} c_{\text{л}} t_{\text{л}}$$

$$Q_2 = m_{\text{л}} r$$

$$Q_3 = m_{\text{л}} c \theta$$

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 = Q_4$$

$$Q_4 = (\rho V - m_{\text{л}}) c (t - \theta)$$

$$m_{\text{л}} c_{\text{л}} t_{\text{л}} + m_{\text{л}} r + m_{\text{л}} c \theta = (\rho V - m_{\text{л}}) c (t - \theta)$$

$$m_{\text{л}} = \frac{\rho V c (t - \theta)}{r + c_{\text{л}} t_{\text{л}} + c t} \approx 33 \text{ кг}$$

1. Кусок свинца массой 1 кг расплавили наполовину при сообщении ему количества теплоты 54,5 кДж. Какова была начальная температура свинца. Удельная теплоемкость свинца 130 Дж/кг С. Удельная теплота плавления 24 кДж/кг. Температура плавления свинца 600К.

сMaster 931er

Задача № 391

Дано:

$$m = 1 \text{ кг}$$

$$Q = 54,5 \text{ кДж}$$

$$c = 130 \text{ Дж/кг} \cdot ^\circ\text{К}$$

$$r = 24 \text{ кДж/кг}$$

$$T_2 = 600 \text{ } ^\circ\text{К}$$

$$T_1 = ?$$



$$Q_1 + Q_2 = Q$$

$$Q_1 = mc(T_2 - T_1)$$

$$Q_2 = \frac{m}{2}r$$

$$mc(T_2 - T_1) + \frac{m}{2}r = Q$$

$$T_1 = \frac{2mcT_2 - 2Q + mr}{2mc} = T_2 - \frac{2Q - mr}{2mc}$$

$$T_1 = 600 \text{ } ^\circ\text{К} - \frac{2 \cdot 54,5 \cdot 10^3 \text{ Дж} - 1 \text{ кг} \cdot 24 \cdot 10^3 \text{ Дж/кг}}{2 \cdot 1 \text{ кг} \cdot 130 \text{ Дж/кг} \cdot ^\circ\text{К}} = 273 \text{ } ^\circ\text{К}$$

Итак, можно выделить следующий алгоритм решения задач на «тепловой баланс»:

- по данным задачи составить общее уравнение теплового баланса;
- записать соответствующие равенства для каждой из величин теплоты, входящих в общее уравнение теплового баланса;
- подставить правые части записанных равенств в уравнение теплового баланса;
- поменять местами слагаемые в скобках, перед которыми стоит знак «минус»;
- выразить искомую величину из полученного уравнения.

Важное замечание. Предложенные в настоящем разделе алгоритмы можно освоить только в ходе решения задач при неторопливом применении «шаг за шагом».

1. В конкретных задачах происходят не все типы процессов, поэтому ряд слагаемых в уравнении теплового баланса может отсутствовать.

2. Нужно помнить, что в процессе фазового перехода температура тела не изменяется до тех пор, пока переход не закончен.

3. Если конечной температурой является температура фазового перехода, то в окончательном состоянии могут сосуществовать две фазы (твердое тело и жидкость, жидкость и пар).

4. Если кроме обмена теплом система совершает механическую работу (или работа совершается над системой), то следует от уравнения теплового баланса перейти к I закону термодинамики в более общем виде:
$$Q_{\text{отданное}} - Q_{\text{полученное}} = A$$

где работа A подставляется с учетом знака.