

*Основы термодинамики*

***Теплообмен***

***Фазовые переходы***

***Тепловой баланс***

# ТЕПЛОПЕРЕДАЧА

Теплопередача (теплообмен) - процесс изменения внутренней энергии без совершения работы.



Количественная характеристика - количество теплоты - часть изменения внутренней энергии, происходящего в процессе теплопередачи.

Обозначается  $Q$ .

Единицы измерения: Дж, кал (калория).

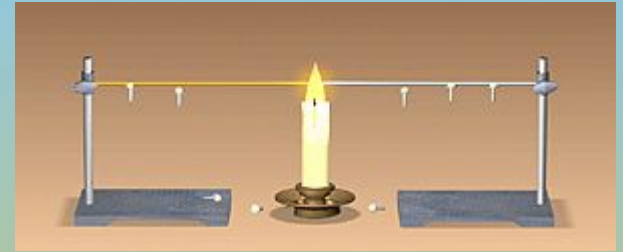
$1 \text{ кал} = 4,19 \text{ Дж}$ .



# ВИДЫ ТЕПЛОПЕРЕДАЧИ



1. Теплопроводность - вид теплопередачи, при котором энергия передается от более нагретого участка тела к менее нагретому, благодаря движению и взаимодействию частиц тела. Характерна для твердых тел.



2. Конвекция - вид теплопередачи, при котором энергия передается потоками (струями) вещества. Характерна для жидкостей и газов.

3. Излучение - вид теплопередачи, при котором энергия передается с помощью электромагнитных волн (преимущественно инфракрасного диапазона). Может происходить в вакууме.



# РАСЧЁТ КОЛИЧЕСТВА ТЕПЛОТЫ

Изменение температуры.  
(Шкала Кельвина)

$$Q = cm(T_2 - T_1) = c\Delta T.$$

Величина  $c$  называется удельной теплоемкостью. Она характеризует тепловые свойства вещества по его способности к изменению температуры.

Удельная теплоемкость показывает на сколько изменяется внутренняя энергия 1 кг данного вещества при изменении его температуры на 1 К.

Единица измерения Дж/кг.К.

Изменение температуры:  
(Шкала Цельсия)

$$Q = cm(t_{02} - t_{01})$$

$$Q = c\Delta t$$

$Q = C\Delta T$ . Величина  $C$  называется теплоемкостью тела.

$$C = cm.$$

$Q = c_v \nu \Delta T$ . Величина  $c_v$  называется молярной теплоемкостью (теплоемкость 1 моля вещества).





Газ

ИСПАРЕНИЕ (Г→Ж)

КИПЕНИЕ (Г→Ж)

КОНДЕНСАЦИЯ (Г→Ж)

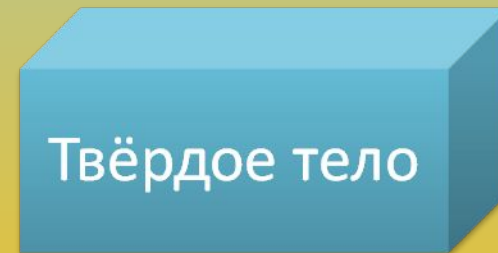


СУБЛИМАЦИЯ (Т.Т.→Г)

ДЕСУБЛИМАЦИЯ (Г→Т.Т.)



Жидкость



Твёрдое тело

ПЛАВЛЕНИЕ (Г→Ж)

КРИСТАЛЛИЗАЦИЯ (Г→Ж)

ОТВЕРДЕВАНИЕ (Г→Ж)



# Плавление и отвердевание вещества.

$$Q = \lambda m.$$

$\lambda$ - удельная теплота плавления

$\lambda$  Удельная теплота плавления показывает на сколько изменяется внутренняя энергия 1 кг данного вещества при его полном переходе из твердого состояния в жидкое (при температуре плавления). Зависит от внешних условий.

Единица  $\lambda$  - Дж/кг.

При плавлении и отвердевании (кристаллизации) температура остается неизменной пока вещество не перейдет в одну фазу.

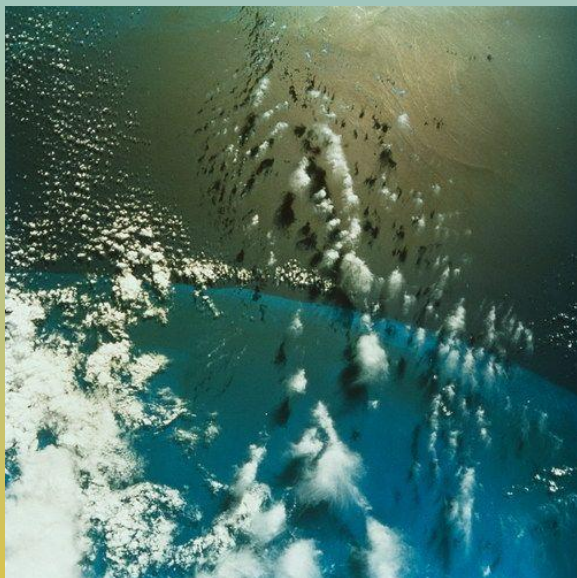
Энергия при плавлении тратится на разрушение кристаллической решетки.

При отвердевании  $Q = -\lambda m$ .



# ПАРООБРАЗОВАНИЕ И КОНДЕНСАЦИЯ

$$Q = \pm Lm = \pm rm$$



Парообразование и конденсация вещества.  $Q = Lm = rm$ .

$L ( r )$  - удельная теплота парообразования. Удельная теплота парообразования показывает, на сколько изменяется внутренняя энергия 1 кг данного вещества при полном превращении жидкости в пар (при температуре кипения). Зависит от внешних условий.

Единица  $L ( r )$  Дж/кг.

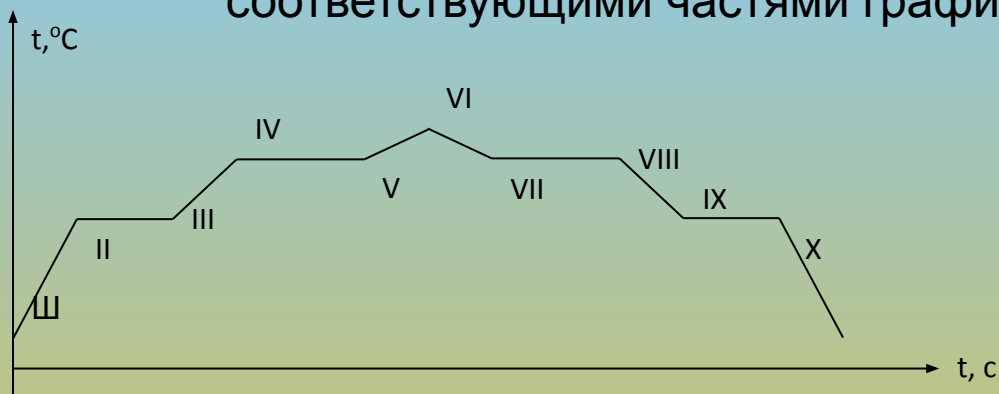
При кипении температура остается постоянной. Энергия тратится на разрыв связей между молекулами.

При конденсации  $Q = -Lm = -rm$ .



# ГРАФИК ОСНОВНЫХ ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ

Соотнесите фотографию и фильм с соответствующими частями графика



- I – нагревание твердого тела;
- II – плавление твердого тела;
- III – нагревание жидкости;
- IV – кипение;
- V – нагревание газа;
- VI – охлаждение газа;
- VII – конденсация;
- VIII – охлаждение жидкости;
- IX – кристаллизация (отвердевание);
- X – охлаждение твердого тела.





# Сгорание топлива



$$Q = qm$$

$q$  - удельная теплота сгорания топлива.

Удельная теплота сгорания топлива показывает сколько энергии выделяется при полном сгорании 1 кг данного вещества.

Единица  $q$  - Дж/кг.

Сгорание - соединение с кислородом. При горении изменяется взаимное расположение частиц вещества, следовательно, меняется их потенциальная энергия, а значит, внутренняя энергия вещества.

Вещества, при горении которых выделяется энергия, являются топливом.



$$Q_1 + Q_2 + Q_3 + \dots = 0$$

## уравнение теплового баланса

Q полученное  $> 0$ ,      Q выделенное  $< 0$

Согласно закону сохранения энергии алгебраическая сумма всех количеств теплоты равна нулю (все переданное количество теплоты равно по модулю всему полученному):

С учетом потерь на нагревание окружающей среды:

$$\eta Q_{\text{переданное}} = Q_{\text{полученное}},$$

где  $\eta$  - КПД нагревательного прибора.

$$\eta Q_{\text{переданное}} = Q_{\text{полученное}}$$

