

# Фазовые превращения

**Понятие о фазовых переходах.  
Фазовые переходы первого рода.**

## Понятие о фазовых переходах. Фазовые переходы первого рода.

Под фазой понимается любое физическое однородное тело.

воздух,

вода,

ртуть,

твердое тело,

т.е. любое вещество, занимающее определенный объем.

Твердая фаза ,

жидкая фаза ,

газообразная фаза .

Переход вещества из одной фазы в другую называется фазовым переходом или фазовым превращением.

# Понятие о фазовых переходах. Фазовые переходы первого рода.

Существуют следующие фазовые переходы:

- |   |   |
|---|---|
| 1. жидкость $\leftrightarrow$ пар;          | 1. <u>испарение</u> и <u>конденсация</u> ;    |
| 2. жидкость $\leftrightarrow$ твердое тело; | 2. <u>кристаллизация</u> и <u>плавление</u> ; |
| 3. твердое тело $\leftrightarrow$ пар.      | 3. <u>сублимация</u> и <u>десублимация</u> .  |

***Фазовые переходы первого рода***

# Понятие о фазовых переходах. Фазовые переходы первого рода.

Характерные особенности:

1. Скачкообразность (скачкообразно изменяются самые главные параметры: удельный объём, количество запасённой внутренней энергии, концентрация компонентов).
2. Переход из одной фазы в другую при заданном давлении происходит при определенной температуре.
3. Переход вещества из одной фазы в другую всегда связан с поглощением или выделением некоторого количества тепла, называемого скрытой теплотой или теплотой фазового перехода.

Удельный объём – это объём, приходящий на единицу массы вещества:

$$V_{уд.} = \frac{V}{m}$$

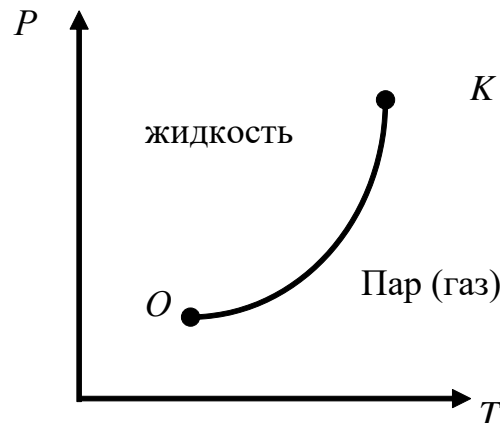
# Фазовые превращения

Равновесие фаз.  
Кривая равновесия.  
Тройная точка.

## Равновесие фаз. Кривая равновесия. Тройная точка.

Для *равновесия* нескольких фаз необходимо:

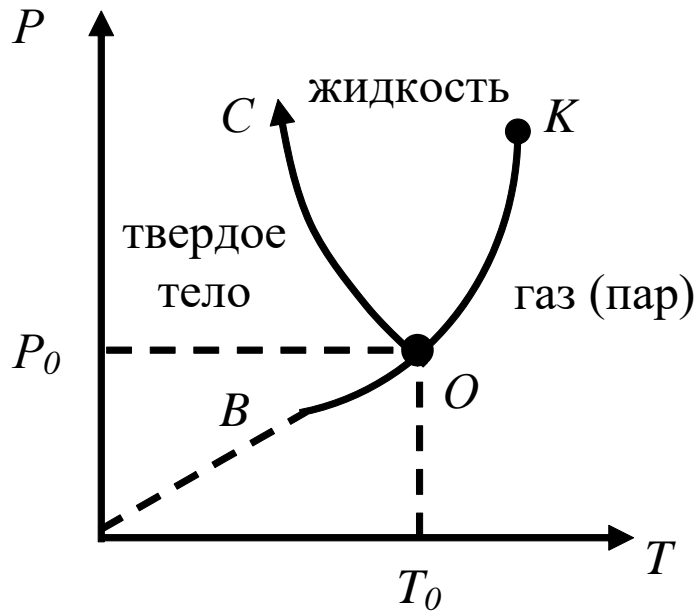
1. чтобы все фазы системы имели одну и ту же температуру,
2. чтобы давление по разные стороны границы раздела соприкасающихся фаз было одинаково,
3. чтобы массы всех фаз системы оставались неизменными, т.е. чтобы масса одной из фаз не росла за счет другой.



1. Жидкость
  2. Газ
- Насыщенный пар - пар в состоянии динамического равновесия с жидкостью.

Кривая  $OK$  – это кривая равновесия жидкости и ее насыщенного пара

## Равновесие фаз. Кривая равновесия. Тройная точка.



**Точка  $O$  – тройная точка, в ней все три фазы: жидкая, твердая и газообразная находятся в равновесии.**

### диаграммой состояния

Затвердевание жидкости, начавшееся в точке  $O$ , будет продолжаться до тех пор, пока вся масса жидкости не перейдет в твердое состояние, причем  $P_0$  и  $T_0 = \text{const}$  все это время.

Кривая  $OB$  – это кривая равновесия фазового перехода: твердое тело  $\leftrightarrow$  пар (газ).

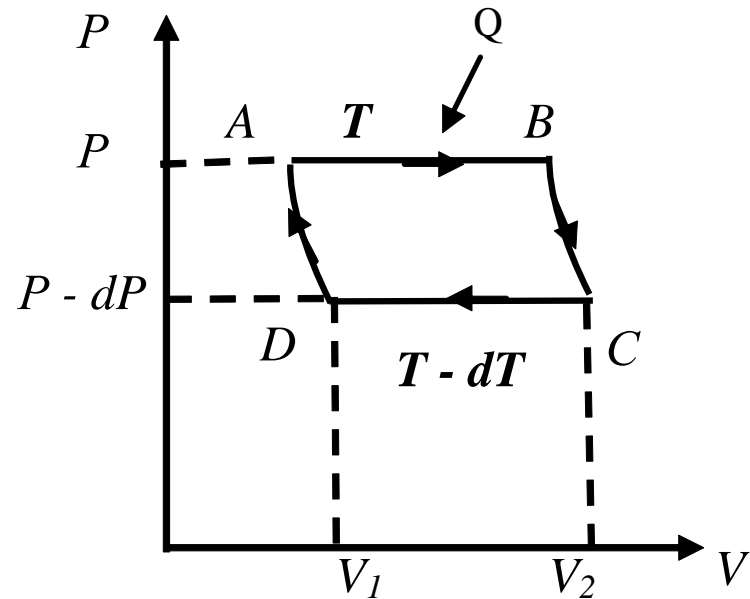
Кривая  $OC$  - кривая плавления.

# Фазовые превращения

Уравнение Клайперона - Клаузиуса



## Уравнение Клайперона - Клаузиуса



Цикл Карно

$A \rightarrow B$  испарение жидкости (изотермическом расширении)

$AB$  – прямая линия, так как давление насыщенного пара  $P$  зависит только от температуры,  $T$ - const.

$BC$  - расширение по адиабате на бесконечно малую величину  $dT$  и  $dP$ .

$CD$  - изотермическое сжатие при температуре  $(T - dT)$  и давлении  $(P - dP)$ .

$DA$  - бесконечно малое сжатие по адиабате.

## Уравнение Клайперона - Клаузиуса

$$dA = (V_2 - V_1)dP$$

$$\eta = \frac{dA}{Q}$$

$$\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$$

$$T_1 = T$$

$$T_2 = T - dT$$

$$\eta = \frac{T - (T - dT)}{T} = \frac{dT}{T}$$

$$dA = \eta Q = \frac{dT}{T} Q$$

$$(V_2 - V_1)dP = Q \frac{dT}{T}$$

$$Q = \lambda m$$

$$\frac{dP}{dT} = \frac{Q}{T(V_2 - V_1)}$$

$m$  – масса испарившейся части жидкости на участке  $A \rightarrow B$

$\lambda$  – удельная теплота испарения

уравнение Клайперона - Клаузиуса

# Фазовые превращения

**Понятие о фазовых переходах второго рода**

## Понятие о фазовых переходах второго рода

Фазовые переходы второго рода – это фазовые превращения, происходящие **без поглощения или выделения скрытой теплоты** перехода и без изменения удельного объема.

Фазовые переходы второго рода происходят в тех случаях, когда **меняется симметрия** строения вещества.

Примеры фазовых переходов второго рода:

1. переход металлов и сплавов в состояние сверхпроводимости;
2. переход жидкого гелия в сверхтекучее состояние;
3. переход аморфных материалов в стеклообразное состояние.