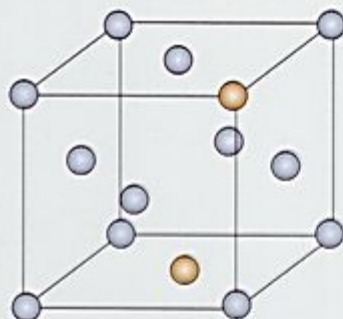


## **Лекция 2**

**Основы теории сплавов. Типы сплавов  
(твердые растворы, сплавы-смеси,  
сплавы- химические соединения.  
Диаграммы состояния сплавов,  
принцип их построения.**

## Твердые растворы замещения

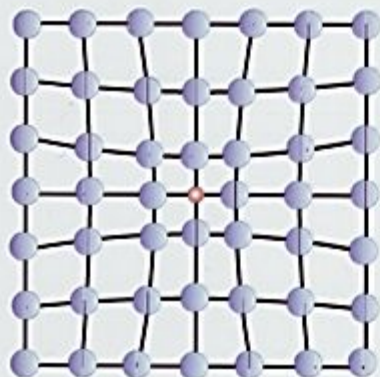
Растворы такого типа образуются путем замены атомов металла - растворителя в его кристаллической решетке атомами растворенного элемента



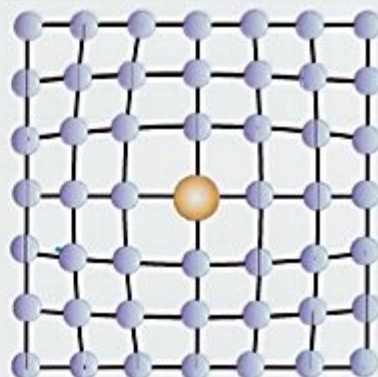
● – Атом растворителя

● – Атом растворенного элемента

Искажения кристаллической решетки  
в твердых растворах замещения



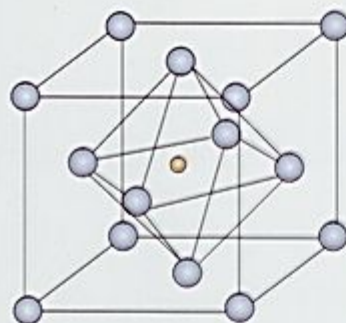
Атом растворяемого элемента  
меньше атома растворителя



Атом растворяемого элемента  
больше атома растворителя

## Твердые растворы внедрения

Растворы такого типа образуются путем размещения атомов растворяемого элемента в порах решетки растворителя

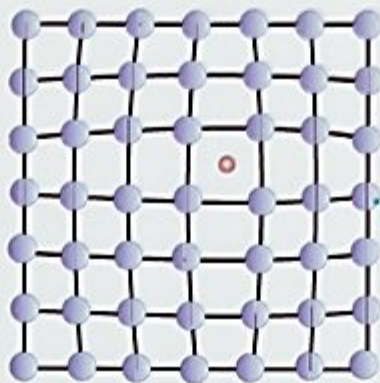


● Атом растворителя

● Атом растворенного элемента

Твердые растворы внедрения образуются в случае, когда радиус атома растворенного элемента невелик. Например, при растворении в железе атомов углерода, азота или водорода.

Искажения кристаллической решетки  
в твердых растворах внедрения



# Химические соединения

Они имеют следующие особенности:

- **состав**, который может быть выражен простой формулой  $A_nB_m$ , где  $A$  и  $B$  - соответствующие элементы, а  $n$  и  $m$  - целые числа;
- **кристаллическую решетку**, отличную от кристаллических решеток элементов, образующих соединение;
- **свойства**, резко отличающиеся от свойств образующих соединение элементов;
- **постоянную температуру кристаллизации**, как и у чистых металлов.

Химические соединения делятся на две группы:

1. **Соединения с нормальной валентностью** (валентные соединения). В них атомы разного сорта связаны ионными или ковалентными связями. К этой группе относят соединения металлов с металлоидами, например, сульфиды, оксиды ( $Al_2O_3$ ,  $MnS$ ).
2. **Металлические соединения**. В этих соединениях преобладает металлический тип межатомной связи:
  - **электронные соединения** (фазы Юм-Розери). Химический состав этих фаз определяется электронной концентрацией, под которой понимают число валентных электронов, приходящееся на один атом ( $CuZn$ ,  $Cu_3Zn_8$ ,  $CuZn_3$ ).
  - **фазы внедрения**. Их образуют переходные металлы с неметаллами, имеющими малый атомный радиус (C, N). К этой группе относятся многие карбиды и нитриды ( $VC$ ,  $TiC$ ,  $NbC$ ,  $TiN$ ).
  - **фазы Лавеса**. Они имеют формулу  $AB_2$  и образуются при отношении атомных диаметров металлов  $A$  и  $B$  приблизительно 1,2 ( $Fe_2W$ ,  $Fe_2Mo$ ).

## Основные определения

**Фазой** называют совокупность однородных частей сплава (системы), одинаковых по химическому составу, атомному строению и отделенных от других частей системы поверхностью раздела

**Система** - совокупность взаимодействующих фаз, образующих сплав.

**Компонентами** сплава (системы) называются химические элементы и соединения, из которых может быть образована любая фаза сплава.

**Число степеней свободы** - количество независимых термодинамических переменных, полностью описывающих состояние системы.

Число степеней свободы ( $f$ ) подчиняется **правилу фаз Гиббса**:  $f = K - \Phi + 1$ ,  
где  $K$  - число компонентов, образующих систему;  
 $\Phi$  - количество фаз, находящихся в равновесии

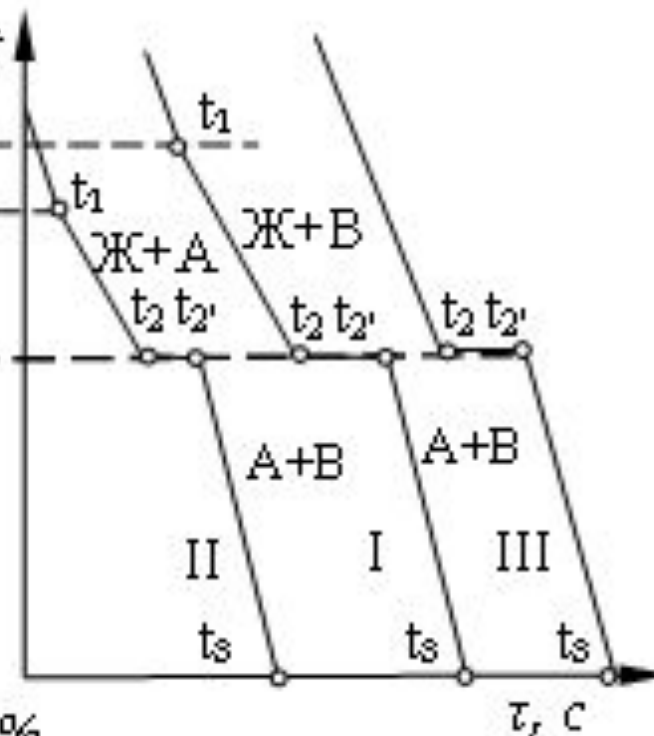
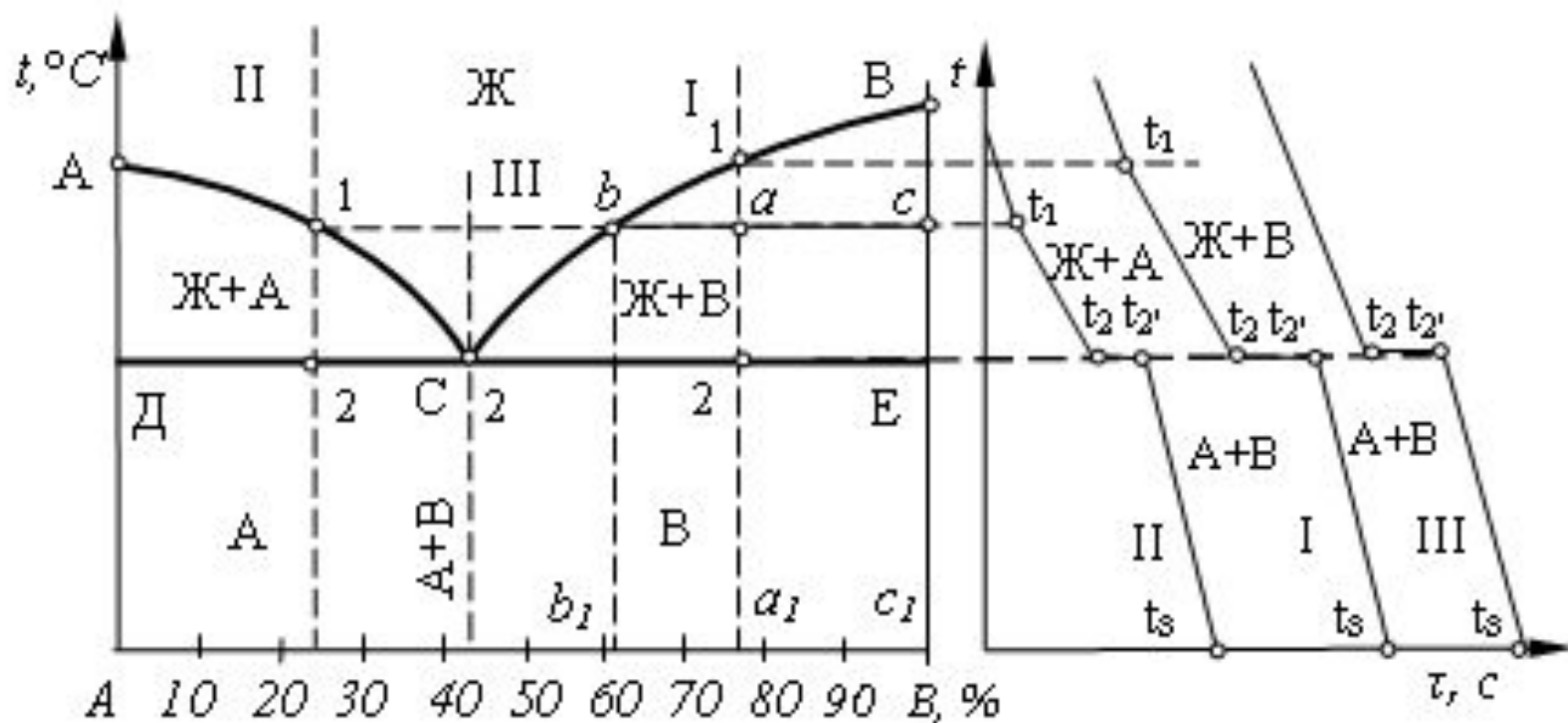
# Построение диаграммы состояний двойных сплавов



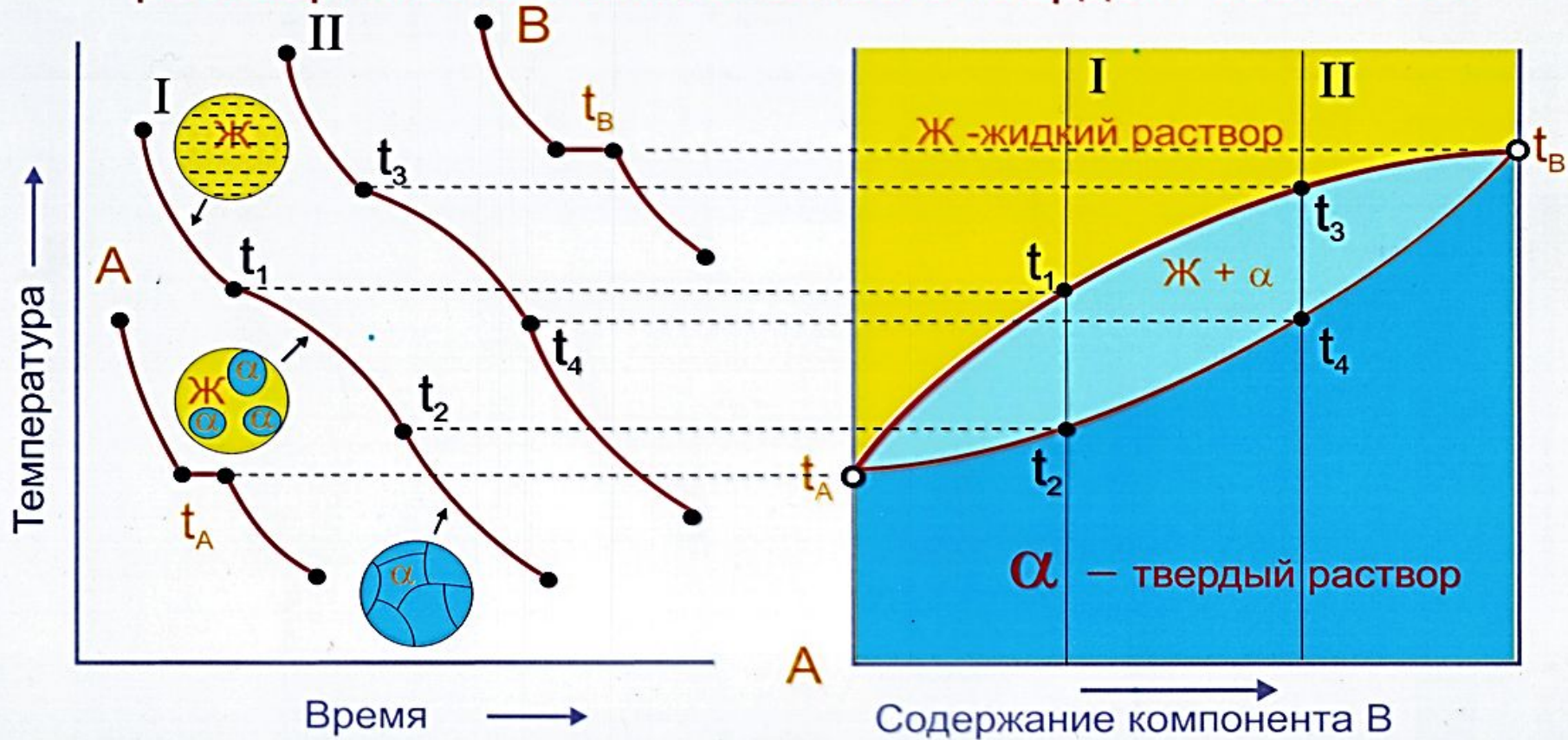
## Кривая охлаждения чистого металла



# Диаграмма состояния для сплавов, образующих смеси из чистых компонентов



# Диаграмма состояний сплавов с неограниченной растворимостью компонентов в твердом состоянии

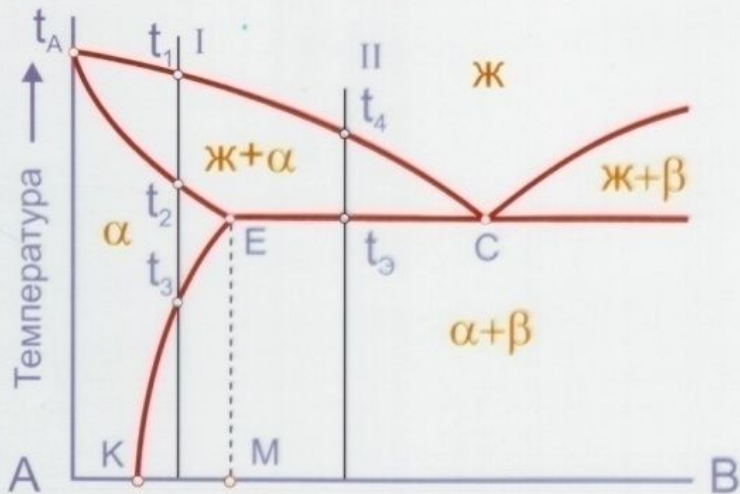




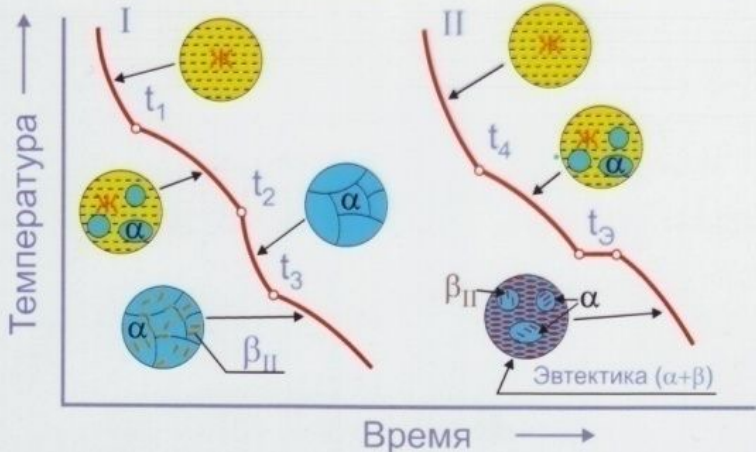
Диаграммы состояний сплавов,  
компоненты которых образуют устойчивые  
химические соединения



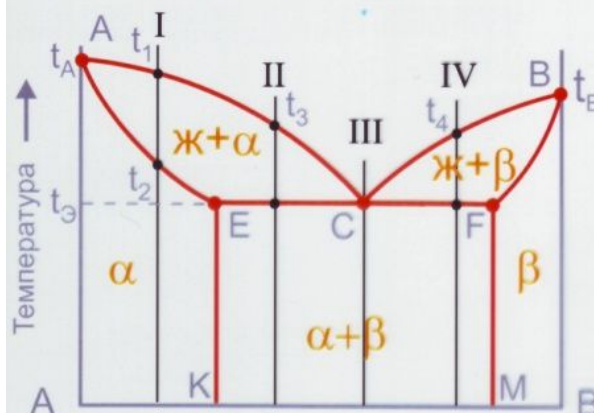
### Диаграмма состояний сплавов с ограниченной переменной растворимостью компонентов в твердом состоянии



Содержание компонента В →

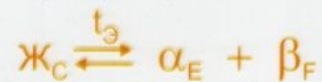


### Диаграмма состояний сплавов с ограниченной растворимостью компонентов в твердом состоянии

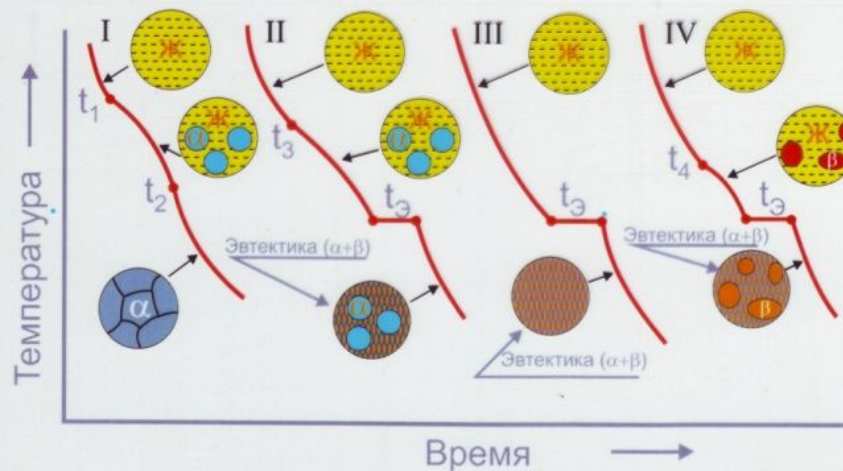


Содержание компонента В, % →

Эвтектическое превращение



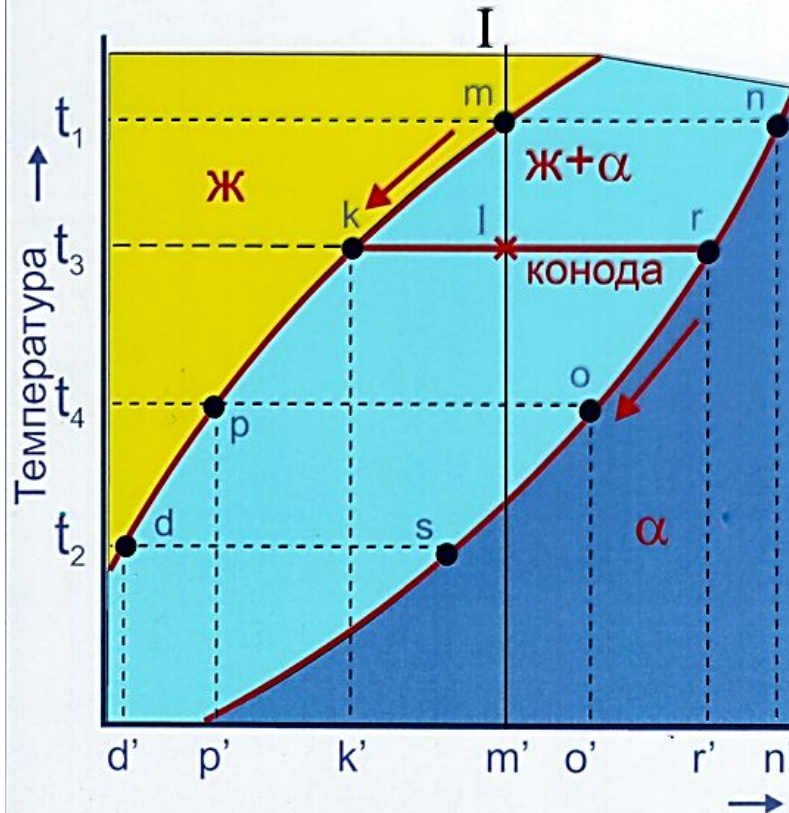
Оно протекает при постоянной температуре и постоянном составе реагирующих фаз,  $C = K - \Phi + 1 = 2 - 3 + 1 = 0$ .



# Правила концентраций и отрезков

**Правило концентраций** устанавливает концентрации фаз при заданной температуре. Через фигуративную точку проводят **коноду**. Проекция точки пересечения **коноды** с линией ликвидус на ось концентраций определяет состав жидкой фазы. Проекция точки пересечения **коноды** с линией солидус на ось концентраций определяет состав твердой фазы. Для  $t_3$  - состав жидкой фазы соответствует точке  $k'$ , а твердой  $g'$ .

**Правило отрезков** - устанавливает количественное соотношение фаз при заданной температуре. Фигуративная точка делит коноду на отрезки, пропорциональные количеству фаз.



на отрезки, пропорциональные количеству фаз.

При температуре  $t_3$ : количество жидкой фазы

$$Q_{\text{ж}} = \frac{lr}{kr} 100\%$$

При температуре  $t_3$ : количество твердой фазы

$$Q_{\alpha} = \frac{kl}{kr} 100\%$$