

Формування структури металевих сплавів

- 1. Поняття сплавів.*
- 2. Особливості кристалізації сплавів.*
- 3. Діаграми станів сплавів.*
- 4. Правило фаз та відрізків.*
- 5. Зв'язок між властивостями та типом діаграм сплавів.*

3. Діаграми станів сплавів

Діаграма станів сплаву

це графічне відображення залежності температур фазових перетворень у сплавах від їх складу, а також рівноважного та не рівноважного стану цих сплавів

Рівноважний стан

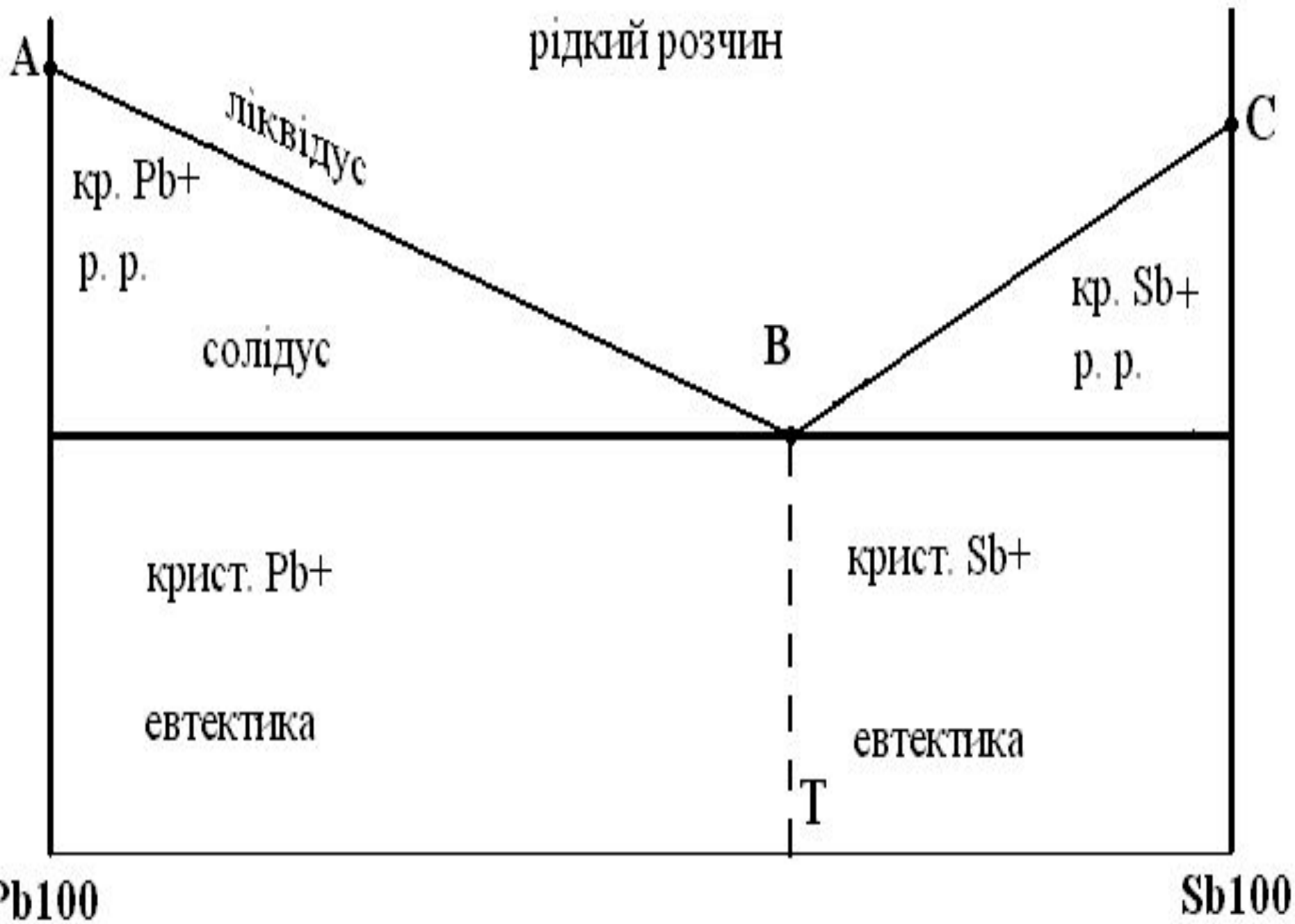
- відповідає мінімальному значенню енергії Гіббса
- він досягається тільки при малих швидкостях охолодження та тривалому нагріванні

Не рівноважний стан (метастабільний)

- обумовлює обмежену стійкість сплавів і під впливом зовнішніх факторів вони переходять у більш стабільний стан**
- забезпечує сплавам високі механічні та інші властивості**
- притаманний переважній більшості сплавів**

Діаграма станів сплаву

- для 2-х компонентних металевих сплавів будують діаграми в координатах температура - концентрація (вісь абсцис – концентрація; вісь ординат – температура)
- крайні ординати відповідають чистим 100% компонентам
- загальний вміст компонентів у будь-якій точці дорівнює 100%
- кожна точка на діаграмі вказує концентрацію сплаву при певній температурі.



ЕВТЕКТИКА

- в перекладі з грецької “легко плавиться”
- механічна суміш двох або більше видів кристалів, що одночасно кристалізуються із рідини
- чисті метали та евтектичний сплав мають по одній критичній точці (А для Pb; С для Sb; В для евтектики)
- сплави мають по дві критичні точки, які лежать на лініях початку та кінця кристалізації

Діаграма станів сплаву

- ліквідус - лінія початку кристалізації
- солідус - лінія кінця кристалізації
- сплав у точці евтектики (В) називають евтектичним
- сплав до точки евтектики (В) називають до евтектичним
- після точки евтектики (В) – заевтектичними.

Діаграма станів сплаву

Розрізняють чотири типи:

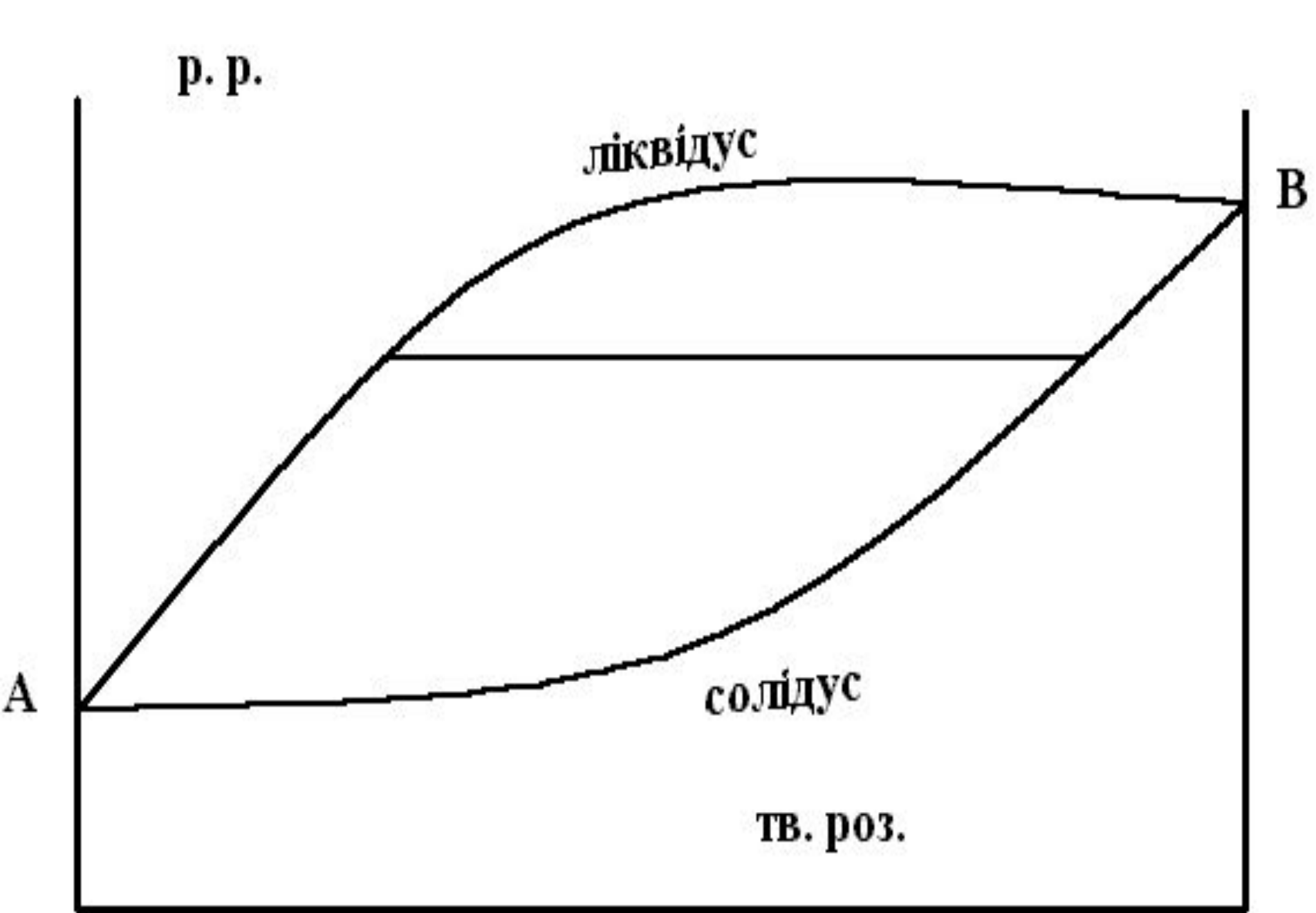
- ❖ механічна суміш
- ❖ твердий розчин з необмеженою розчинністю
- ❖ твердий розчин з обмеженою розчинністю
- ❖ хімічна сполука

Механічна суміш

- це сплави компоненти яких у рідкому стані необмежено розчинні один в одному
- у твердому стані нерозчинні
- не утворюють хімічні сполуки:
- Pb – Sb , Pb – Sn , Zn – Sn тощо

Твердий розчин з необмеженою розчинністю

- **компоненти сплаву мають повну взаємну розчинність як у рідкому, так і у твердому стані**
- **не утворюють хімічних з'єднань**
- **(Cu – Ni; Fe – Ni; Fe – Cr; Bi– Sb).**

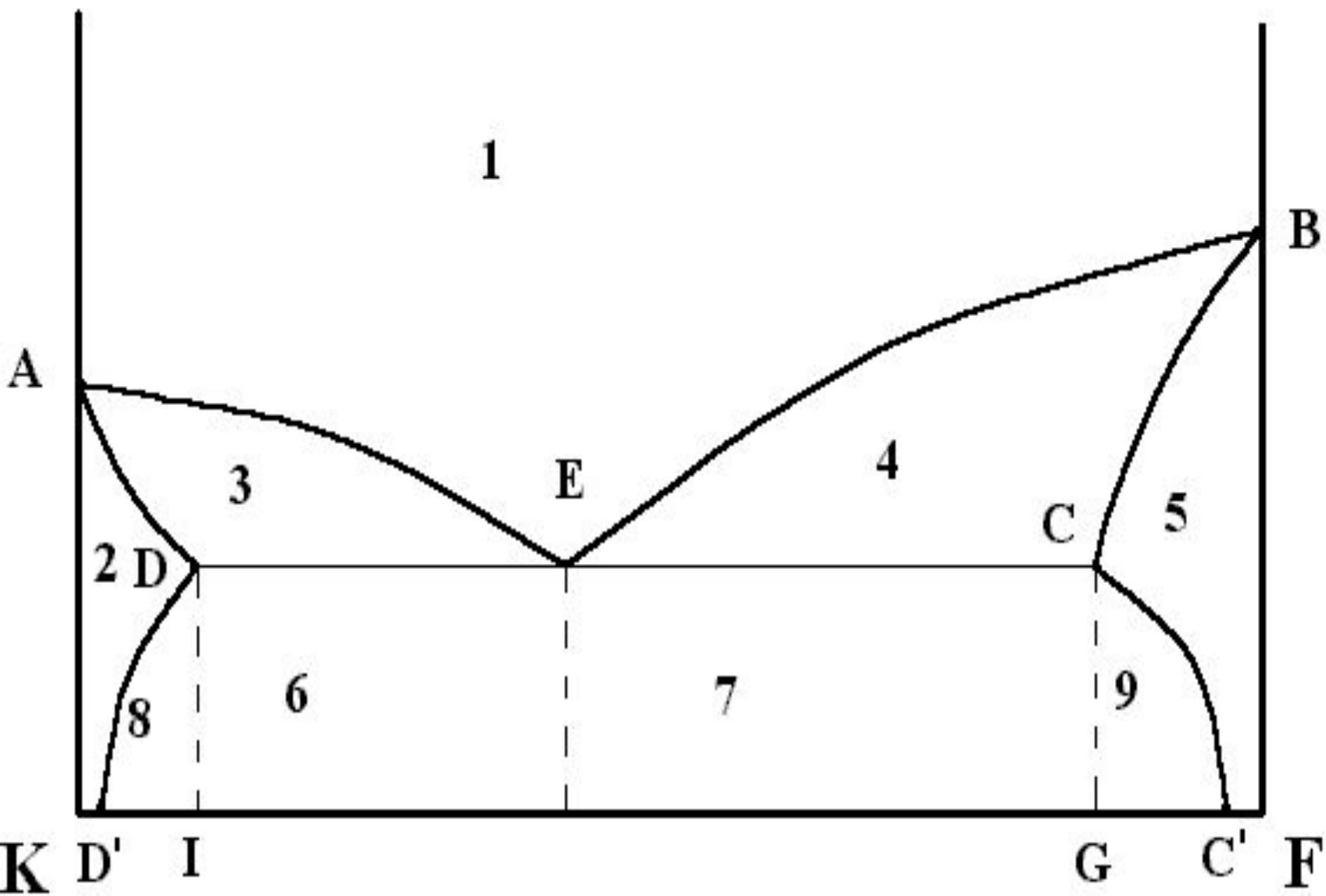


КОНОДА

**лінія, що поєднує склад
фаз, які знаходяться у
рівновазі і проходить
паралельно осі
концентрацій**

Твердий розчин з обмеженою розчинністю

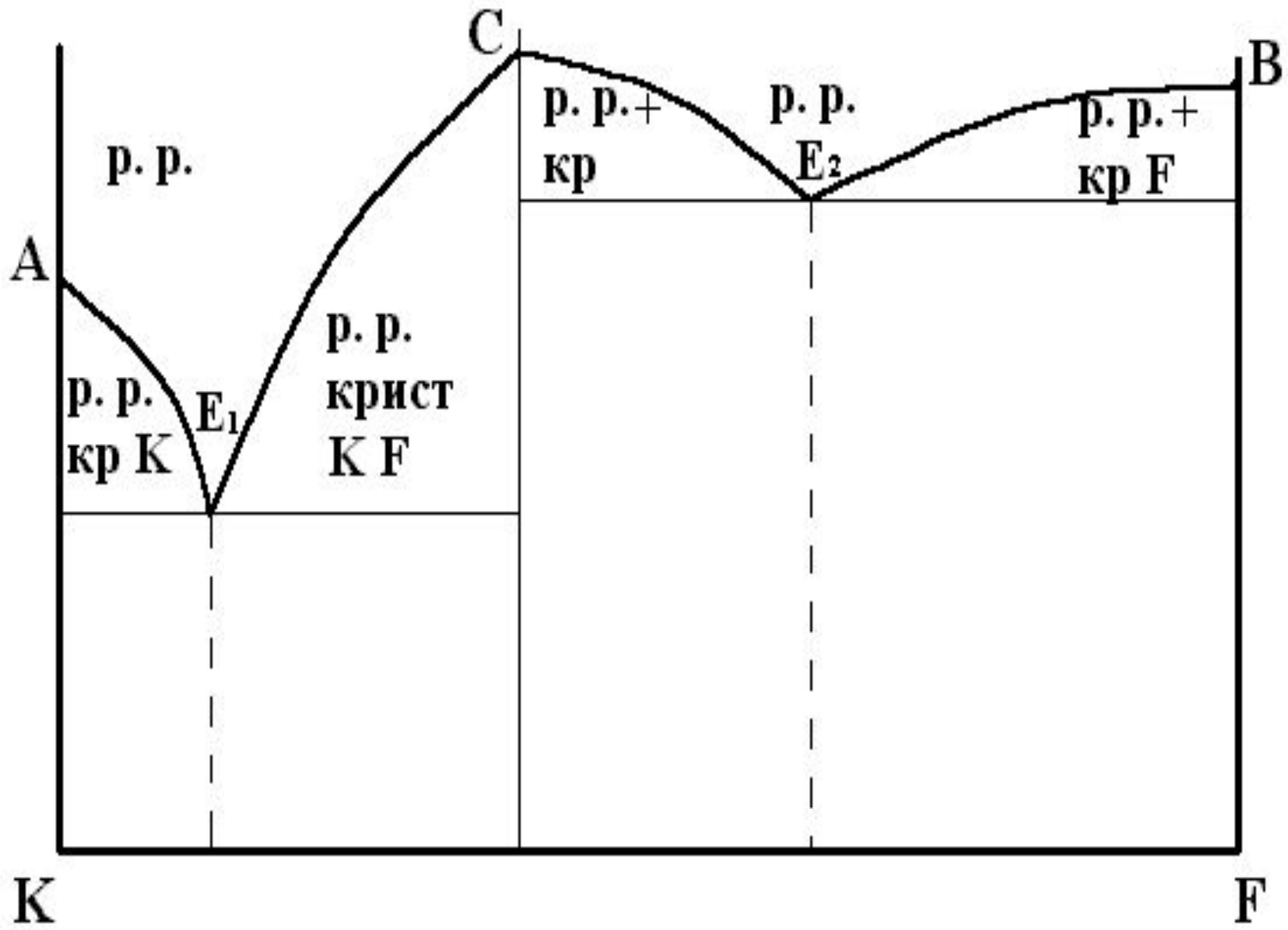
- компоненти необмежено розчинні у рідкому стані
- обмежено – у твердому
- утворюють при кристалізації евтектику
- (Al – Cu; Fe – C; Mg – Al ; Mg – Zn).



1. - рідкий розчин К та F ;
2. – кристали твердого α - розчину речовини К;
3. – кристали α - твердого розчину + рідкий розчин речовин К та F ;
4. – кристали β -твердого розчину + рідкий розчин речовин К та F;
5. – кристали β -твердого розчину речовини F;
6. – кристали α - твердого розчину + евтектика + кристали β_{11} -твердого розчину ;
7. - кристали β -твердого розчину + евтектика + кристали α_{11} - твердого розчину;
8. – кристали $\alpha + \beta_{11}$ твердого розчину;
9. – кристали $\beta + \alpha_{11}$ твердого розчину.

Хімічна сполука

- **компоненти яких необмежено розчинні у рідкому стані**
- **нерозчинні у твердому**
- **утворюють стійкі хімічні сполуки**
- **(Mg – Cu)**





4. Правило фаз та відрізків

Правило фаз

- використовується для виявлення факторів, які можна змінювати без зміни числа фаз у системі

Фазами можуть бути:

- рідкі розчини
- тверді розчини
- хімічні сполуки

ФАЗИ відрізняються

- за фазовим станом :

- рідкий Al

- твердий Al

- за хімічним складом :

концентрацією компонентів у кожній фазі

- за типом кристалічної ґратки:

Fe ОЦК та Fe ГЦК дві фази

ПРАВИЛО ФАЗ

- **ВСТАНОВЛЮЄ КІЛЬКІСНУ ЗАЛЕЖНІСТЬ МІЖ ЧИСЛОМ ступенів свободи (зовнішніх та внутрішніх факторів) системи, що знаходяться у рівноважному стані та числом фаз і компонентів (закон Гіббса)**

ПРАВИЛО ФАЗ

для металічних систем :

$$C = K - \Phi + B, \text{ де}$$

- C – число ступенів свободи
- Φ – кількість компонентів
- B – число зовнішніх факторів (температура та тиск)

ПРАВИЛО ФАЗ

Якщо прийняти, що всі перетворення відбуваються при сталому тиску, тоді рівняння прийме вигляд:

$$C = K - \Phi + 1$$

Число ступенів свободи

- (варіантність) системи - це число зовнішніх та внутрішніх факторів (температура, тиск, концентрація), які можна змінювати без зміни числа фаз у системі

Для однокомпонентної системи
(чистого металу):

розплавлений чистий метал :

- **$K=1$ $\Phi=1$ $C = 1 - 1 + 1$, тобто температуру можна змінювати без зміни кількості фаз**

Стан системи є МОНОВАРІАНТНИМ

Для однокомпонентної системи (чистого металу):

кристалізація чистого металу:

- $K = 1$ $\Phi = 2$ $C = 1 - 2 + 1 = 0$, тобто, дві фази знаходяться у рівновазі при чітко визначеній температурі (температурі плавлення) і вона не може бути змінена, поки одна із фаз не зникне

Стан системи є НЕІНВАРІАНТНИМ

Для двокомпонентної системи

- рідкий розчин :

■ $K = 2 \quad \Phi = 1 \quad C = 2 - 1 + 1 = 2$

тобто, можлива зміна двох факторів (температури та концентрації) без зміни кількості фаз у системі

Стан системи є БІВАРІАНТНИМ

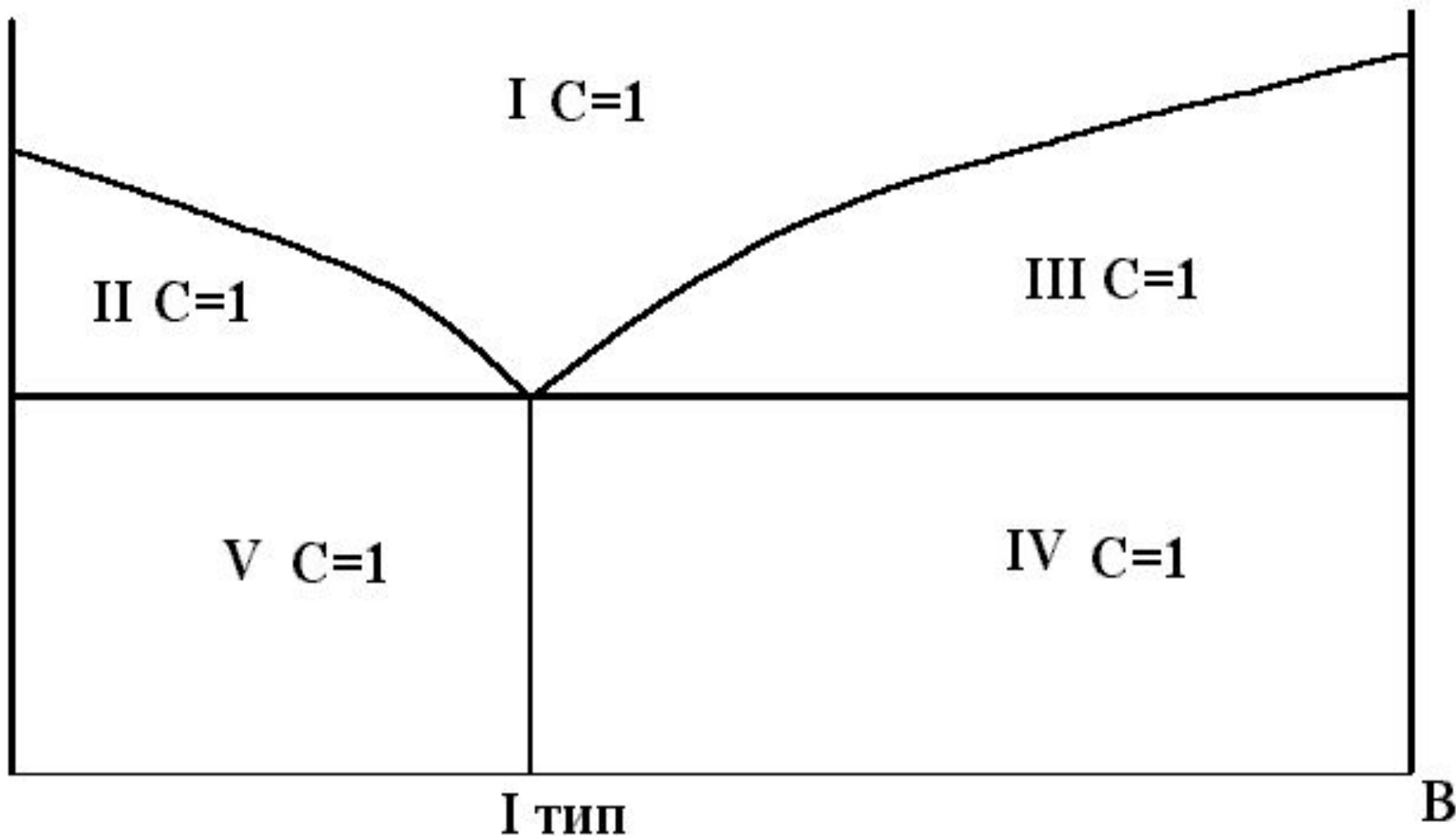
Для двокомпонентної системи

– рідкий та твердий розчин в системі:

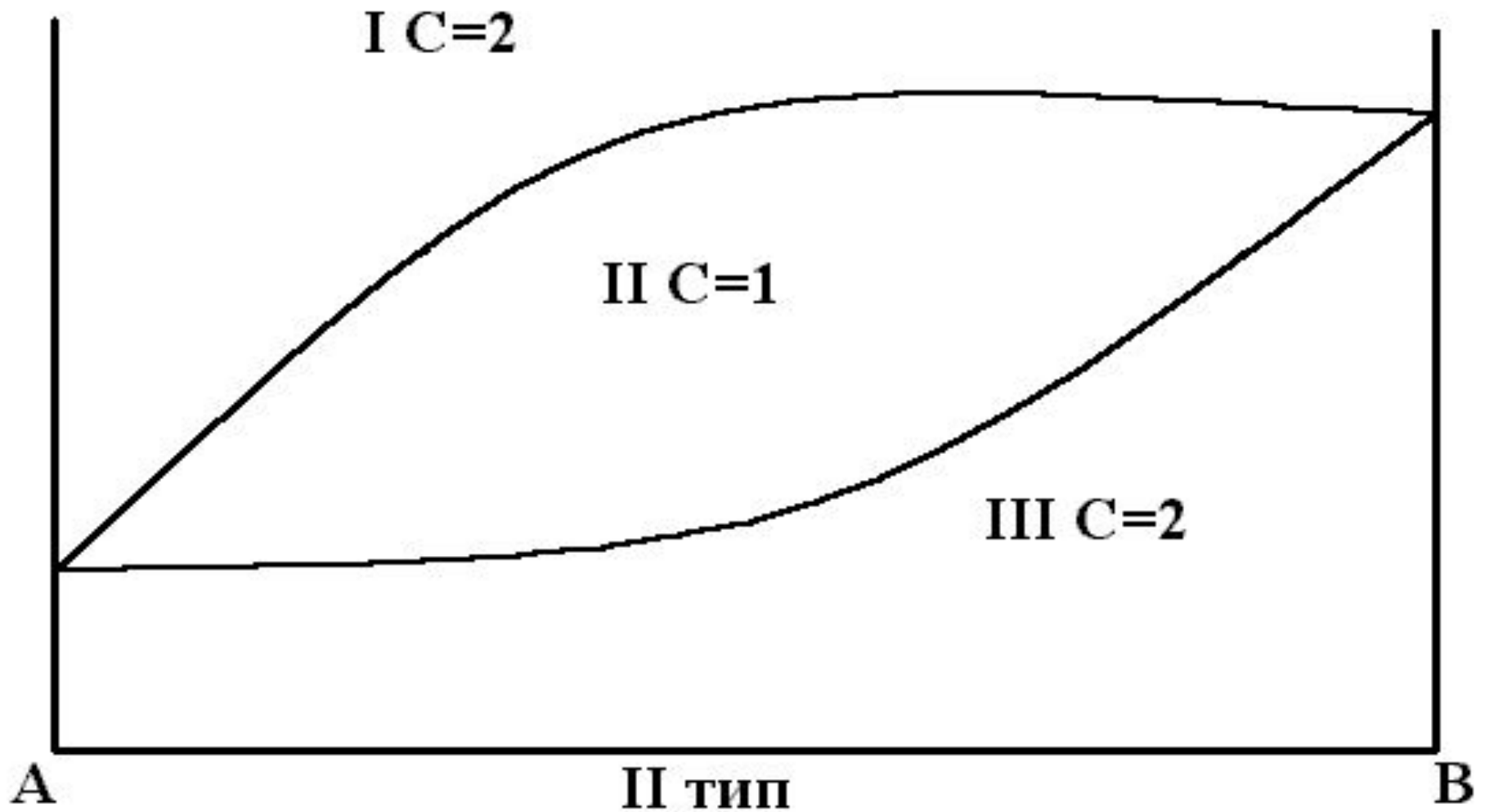
■ $K = 2 \quad \Phi = 2 \quad C = 2 - 2 + 1 = 1$

тобто, із зміною температури концентрація повинна бути чітко визначена

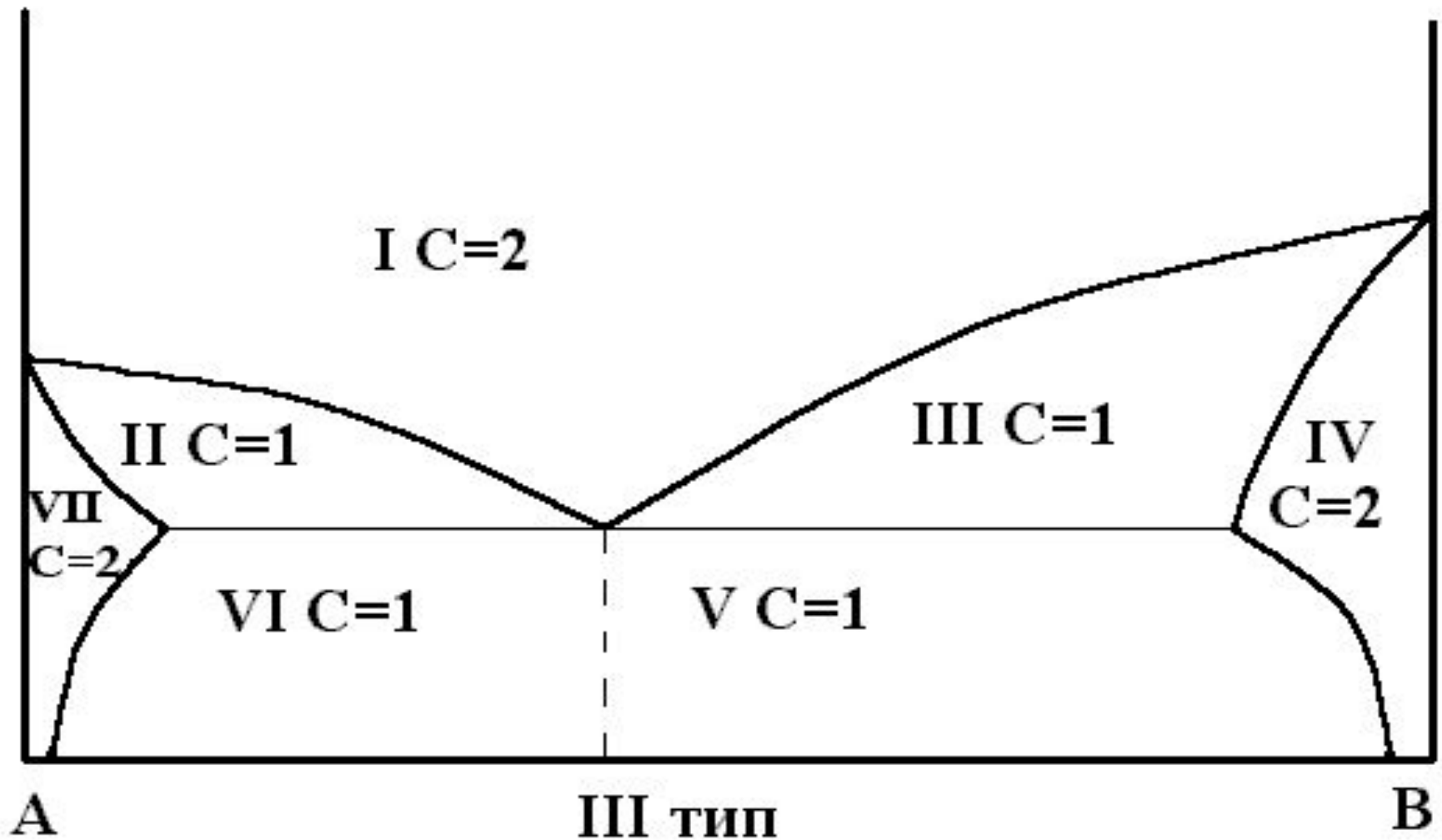
Число ступенів вільності для різних діаграм



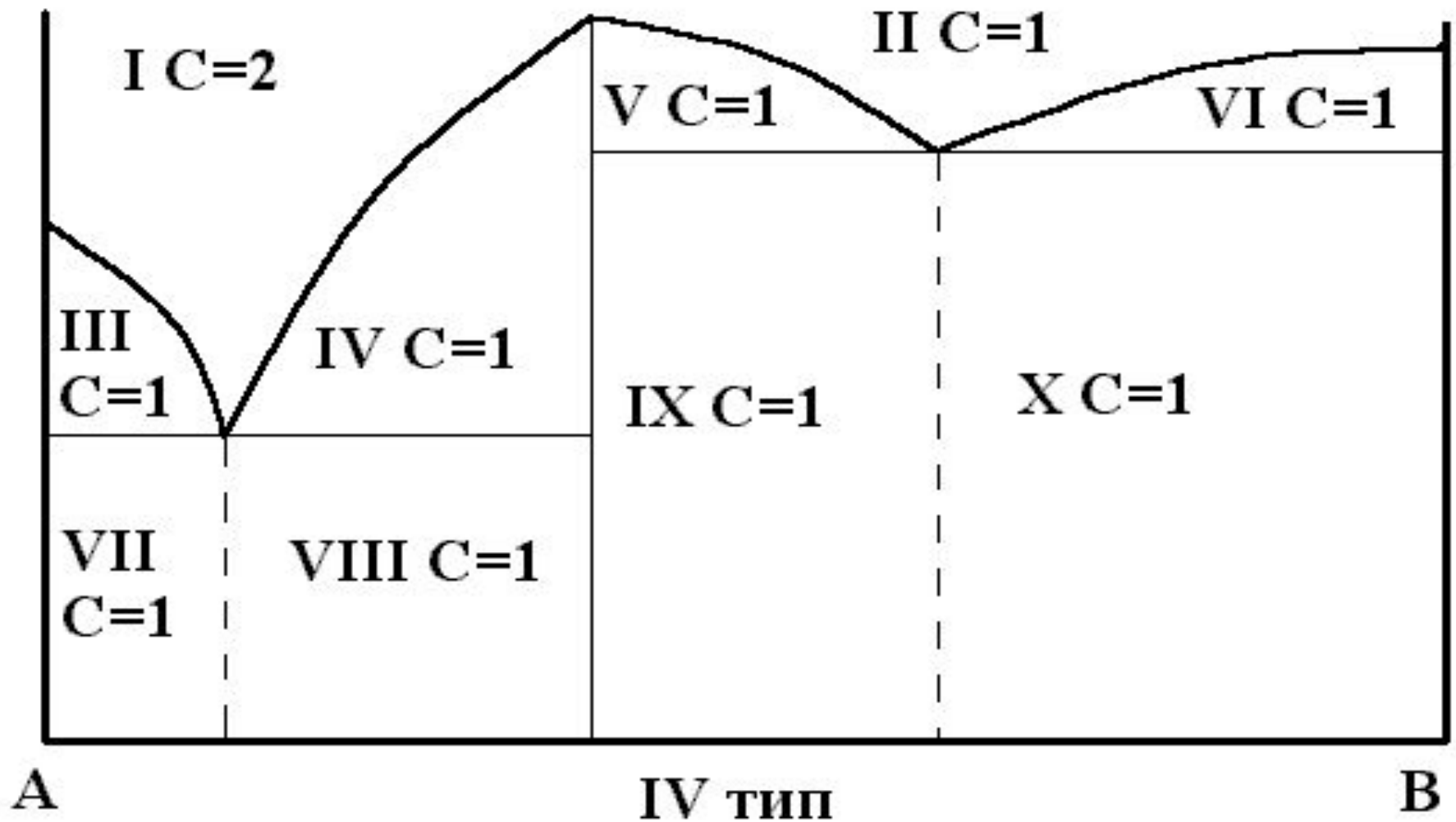
Число ступенів вільності для різних діаграм



Число ступенів вільності для різних діаграм



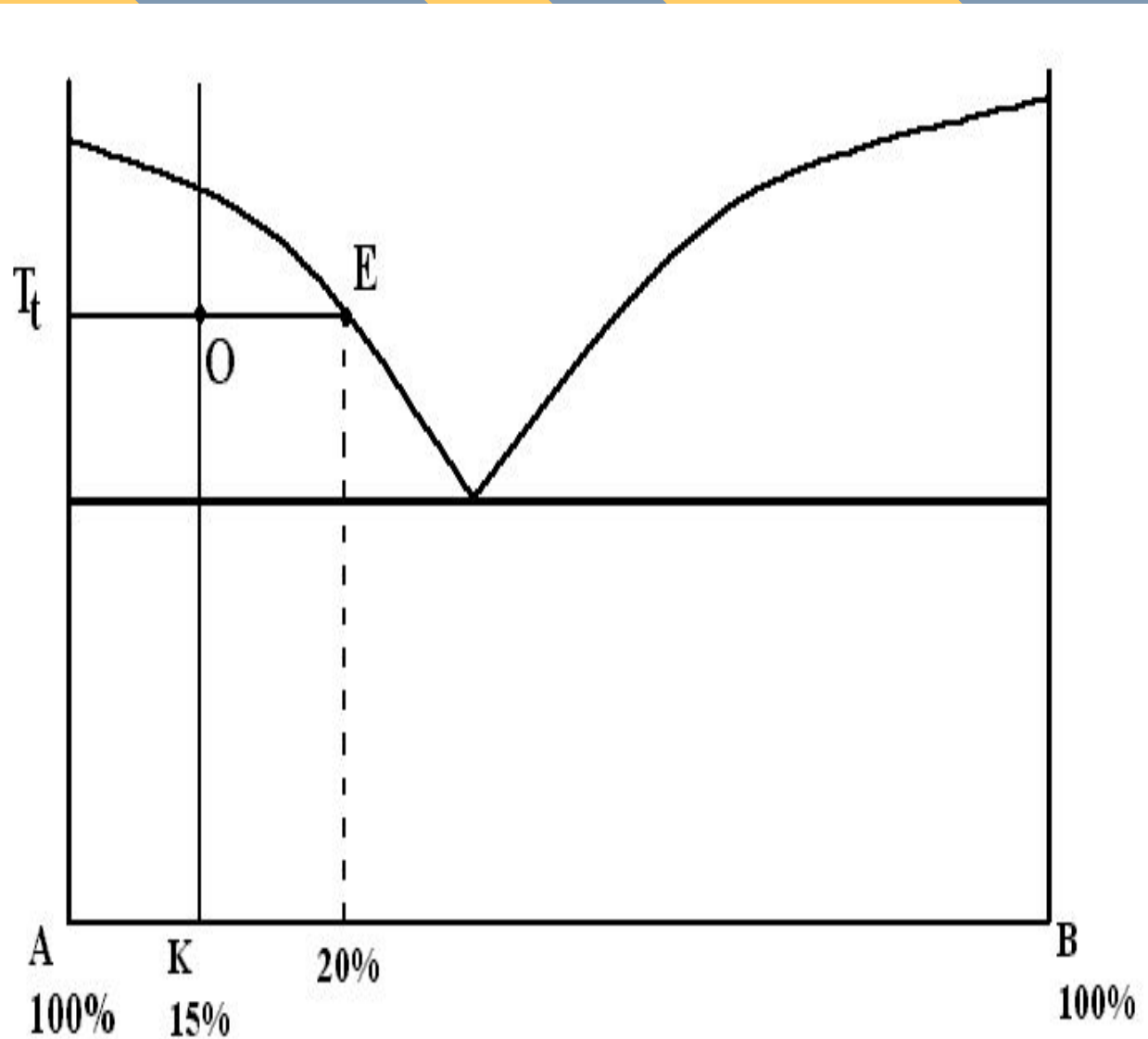
Число ступенів вільності для різних діаграм



ПРАВИЛО ВІДРІЗКІВ

- для визначення **МАСОВОЇ** та **ОБ'ЄМНОЇ** кількості фази у заданій точці двофазної області
- для визначення **КОНЦЕНТРАЦІЇ** **КОМПОНЕНТІВ** у фазах

МАСОВА та ОБ'ЄМНА кількість фаз



Кількість рідкої
фази :

$$P = (TO : TE)$$

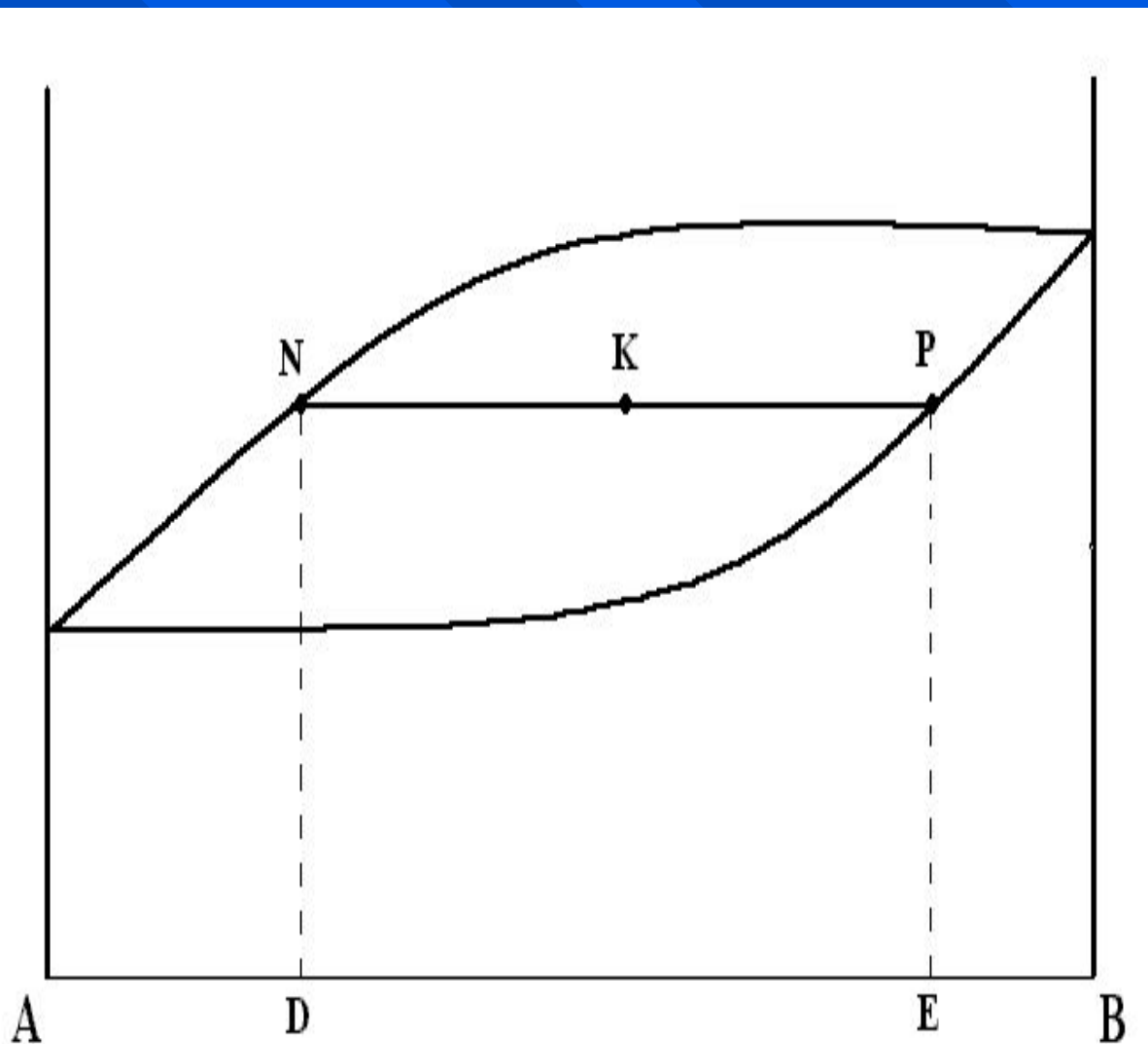
100%

Кількість
кристалів А :

$$K = (OE : TE)$$

100%

КОНЦЕНТРАЦІЯ КОМПОНЕНТІВ у фазах

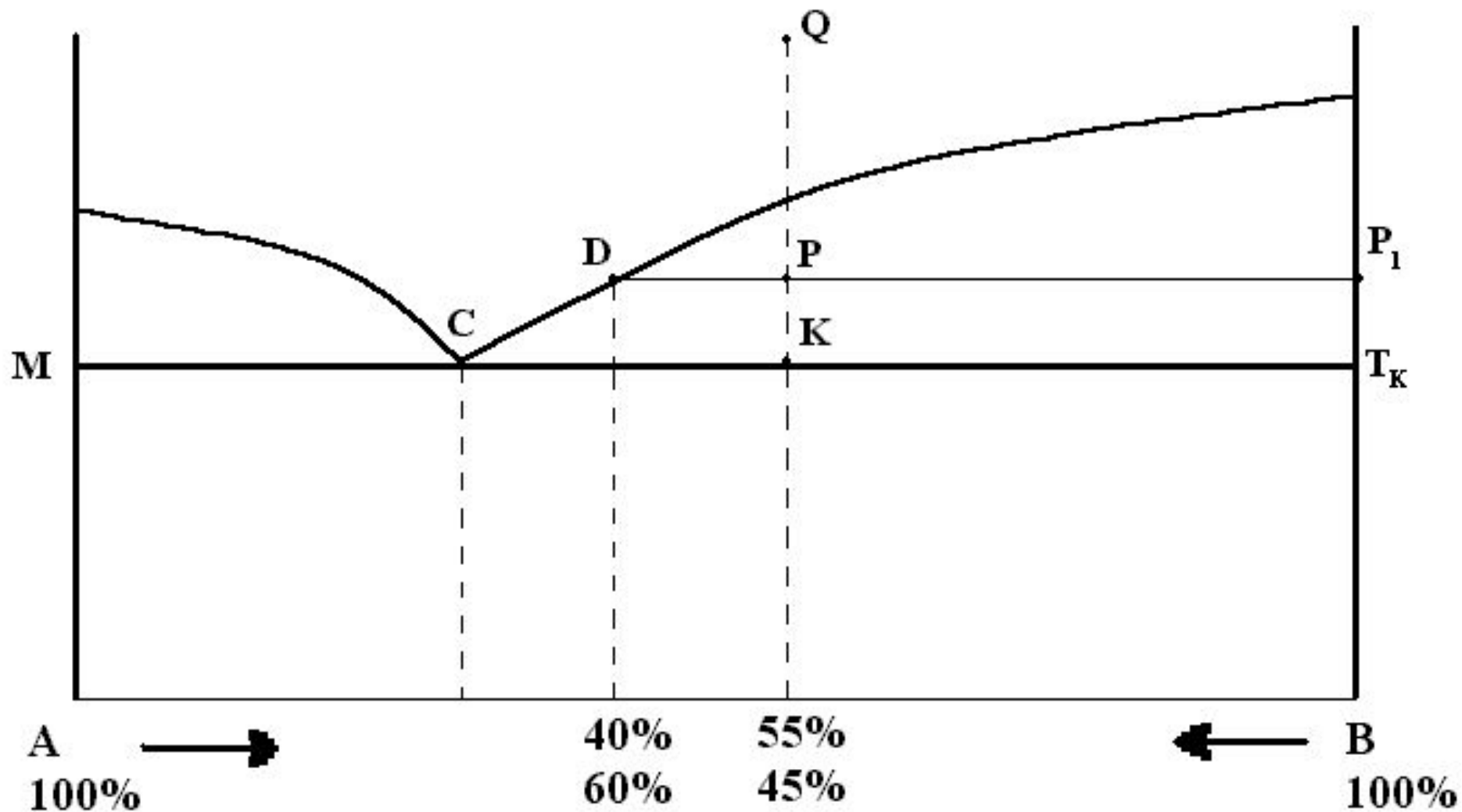


Концентрація

✓ рідкої фази буде відповідати проекції точки n на вісь концентрацій (D)

✓ твердої фази буде відповідати проекції точки p на вісь концентрацій (E)

КОНЦЕНТРАЦІЯ КОМПОНЕНТІВ у фазах



*5. Зв'язок між
властивостями та
типом діаграм сплавів*

Курнаковим М.С. та Бочваром А.А.

було встановлено:

- 1. У сплавах, що мають структуру механічних сумішей (І типу), властивості змінюються прямолінійно:
- Деякі механічні властивості (такі як міцність та твердість) збільшуються особливо у зоні евтектичних сплавів, де фази мають мілко зернисту структуру

Курнаковим М.С. та Бочваром А.А.

було встановлено:

- 2.У сплавах – твердих розчинах (Ітипу) властивості змінюються криволінійно:
 - вже при невеликих домішках другого компоненту такі характеристики як твердість, електроопір тощо стають вищими, ніж властивості компонентів
 - електропровідність та магнітна проникність знижуються

Курнаковим М.С. та Бочваром А.А. було встановлено:

- 3. У сплавах – твердих розчинах з обмеженою розчинністю (Штипу) властивості для :
 - однофазних твердих розчинів змінюються криволінійно
 - двофазних - прямолінійно

**Курнаковим М.С. та Бочваром А.А.
було встановлено:**

- **4.У сплавах, що утворюють хімічні сполуки (ІУ типу) властивості змінюються стрибком**

ОДНОФАЗНІ СПЛАВИ

- мають кращі властивості, ніж двофазні
- краще деформуються у холодному та гарячому стані
- більш корозійностійкі, ніж двофазні

ОДНОФАЗНИЙ ТВЕРДИЙ РОЗЧИН

- має погану здатність до лиття
- пластичний
- добре прокатується, пресується
- твердість, міцність та електроопір вище ніж у чистих металів
- електропровідність та коефіцієнт електроопору менше ніж у чистих металів

ДВОФАЗНІ СПЛАВИ

- легше обробляються різанням
- мають погану здатність до лиття
- чим більша відстань між лініями ліквідус та солідус, тим менше рідкоплинність

ЕВТЕКТИЧНІ СПЛАВИ

- добре формуються литтям та різанням

