بنام خدا

جلسه چهارم

دیاگرام های فازی

تهیه کننده :

محمد بابازاده آغ اسماعیلی

اجزای تشکیل دهنده مستقل ماده:

Phase(فاز)

قسمتی از ماده که دارای خواص فیزیکی و شیمیایی یکسان است یا به عبارتی قسمتی از ماده که دارای ساختار، ترکیب و خواص یکسان است. هر فاز دارای خصوصیات زیر است:

۱- ساختار در تمام آن یکسان است.

۲- ترکیب در تمام قیمت ها یکنواخت است.

۳- بین هر فاز و محیط اطراف مرزی وجود دارد که مرز فازی (Interphase) نامیده می شود.

Phase equilibrium تعادل فاز

هنگامی دو ماده در تعادل هستند که سطح انرژی آزاد یکسان داشته باشند. (مثال : تعادل های شیمیایی)

گاهی در شرایط دو یا چند فاز درکنار هم در تعادل قرار می گیرند که به آن تعادل فازی گفته می شود.

مثال: آب خالص

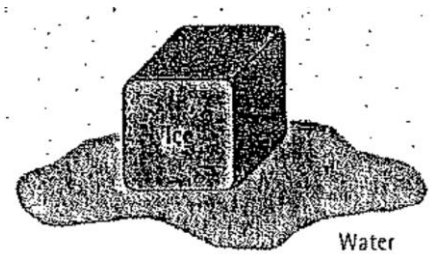
آب و یخ : آب به صورت جامد (یخ) یک فاز است و به صورت مایع فاز دیگر است. در این حالت ترکیب هردو صد درصد H_2O است اما تفاوت این دو در ساختار اتمی است.

اتم ها در یخ به صورت منظم در کنار هم قرار گرفته اند ولی در مایع اتم ها نظم خاصی ندارند.

تعداد Componentها ؟؟؟؟؟

در دماب صفر درجه آب و یخ در کنار هم به صورت تعادلی حضور دارند(Phase Equilibrium)

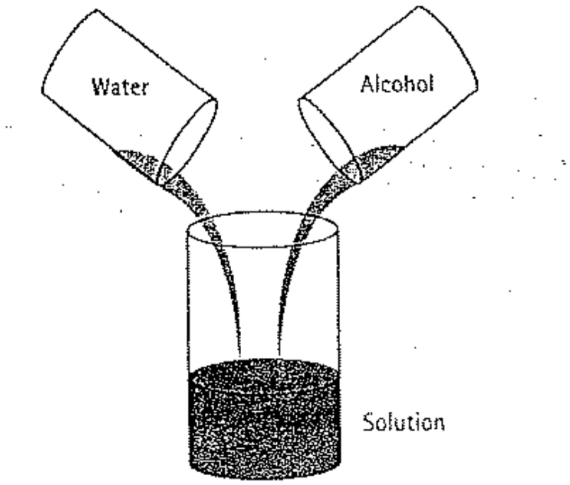
اگردما بیش از صفر درجه سانتی گراد باشد تمام فاز یخ به فاز آب تبدیل می شود یا به اصطلاح تغییر فاز(phase transformation) صورت می گیرد.



(a)

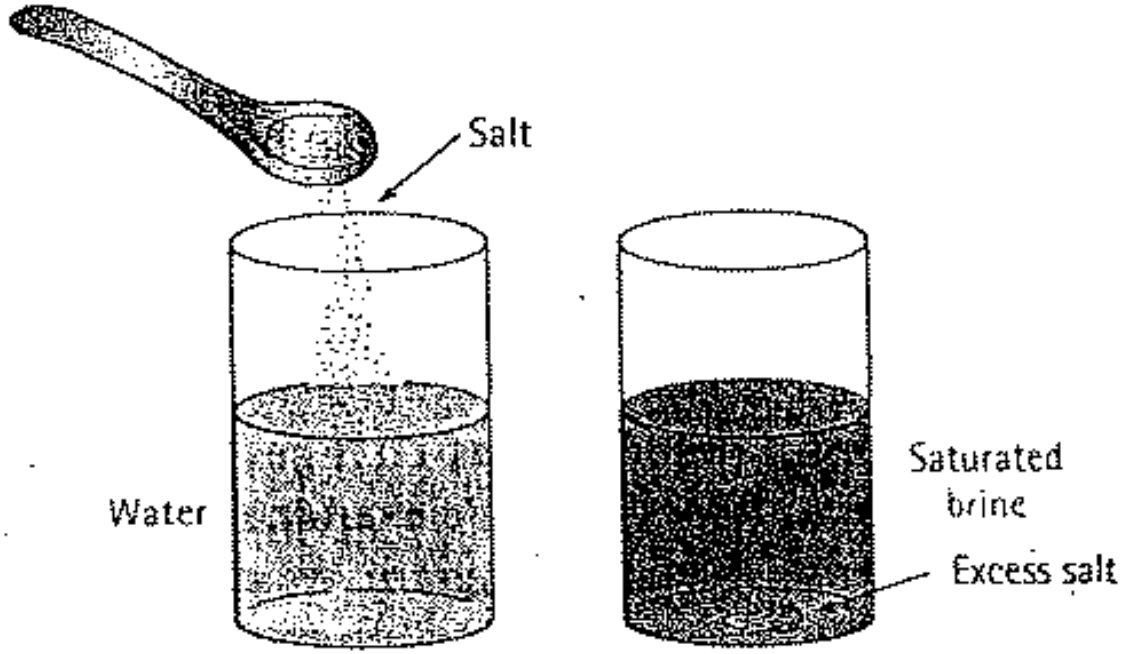
مثال ۲: مخلوط آب و الکل

آب و الکل به هر نسبتی در هم حل می شوند بنابر این محلول آب و الکل یک فاز را تشکیل می دهد.



هنگامی که ۲ ماده در هم حل می شوند یک فاز تشکیل می دهند.

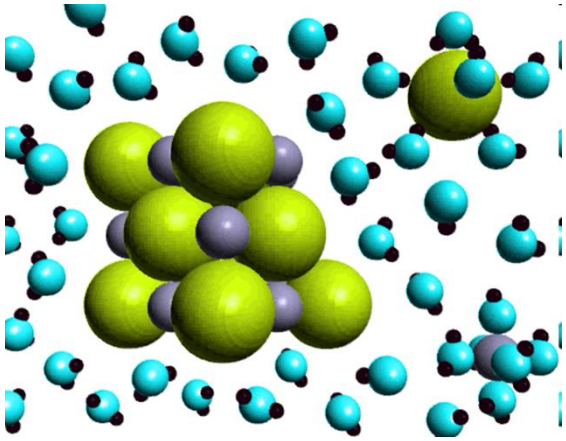
مثال : آب و نمک



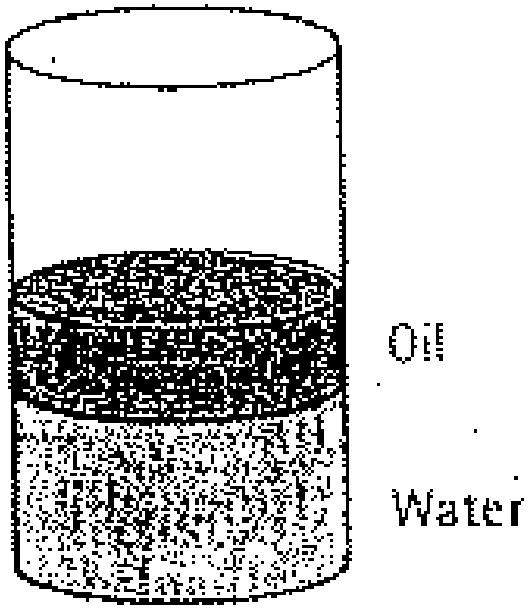
(c)

وقتی نمک در آب حل شود محلول آب-نمک تک فاز است اما اگر بیش از حد حلالیت در اب نمک حل کنیم کریستال های نمک رسوب می کنند که دارای ترکیب و ساختار متفاوت وترکیب متفاوت از محلول اب نمک به وجود می اید بنابر این در این حالت فاز های موجود عبارتند از :

نمک خالص + محلول آب نمک



مخلوط آب و روغن



دو فاز با تر کیب متفاوت

انواع نمو دار های فازی

می توان نمودار های فازی را بر اساس تعداد اجزاءهای موجود تقسی بندی کرد

۱- نمودار های فازی تک جزیی مثل : مواد خالص مانند آب

۲- نمودار های فازی دو جزیی مانند آلیاژ Cu-Ni یا Fe-C که خود انواع مختلفی دارند

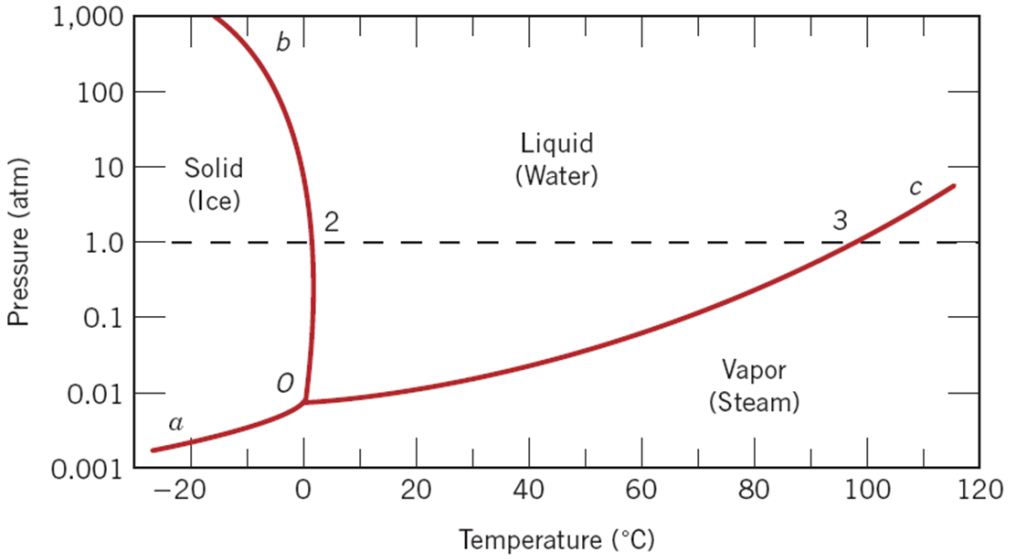
۳-نمودار های ۳ جزیی و.....

نمودار فازی Phase Diagram

- ✓ نمودار (یا نقشه ای) است که نشان می دهد در شرایط داده شده (دما، فشار و ترکیب) چه فاز یا فاز هایی در ماده حضور دارند.
- ✓ نمودارهای فازی برای شرایط تعادلی رسم می شوند.

بررسی یک نمونه از نمودار های تک جزیی

- ✓ آب خالص

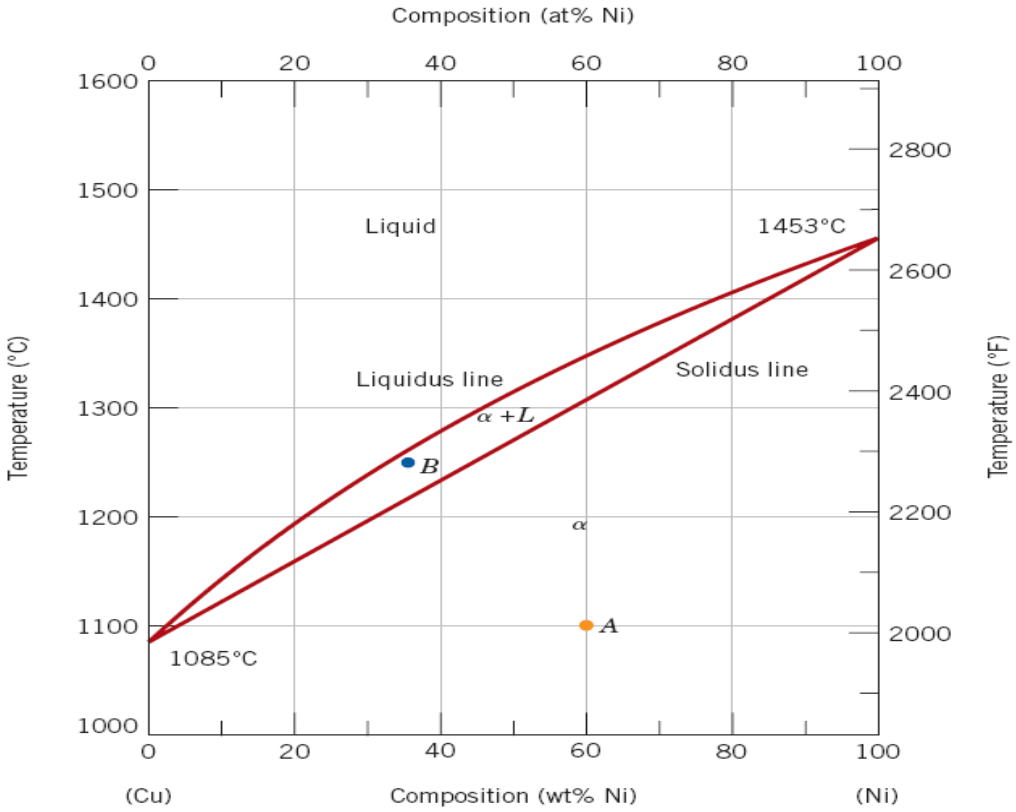


نمودار های فازی دو تایی

در این گونه نمودار ها دو جزء وجود دارد.

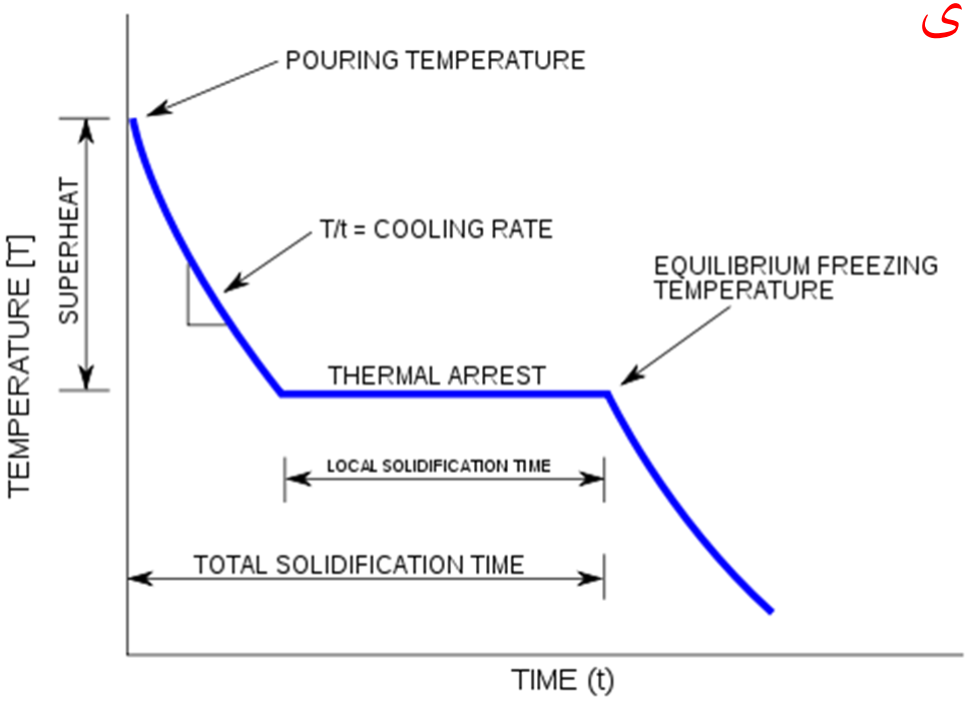
این نمودار های فازی در فشار ثابت معمولا (1 atm) رسم می شوند و ترکیب انها تغییر می کند مثال :

- ✓ هنگامی که دو جزء در حالت مایع و جامد کاملا در هم حل شوند نمودار فازی آن به صورت شکل زیر در می آید (Cu-Ni)

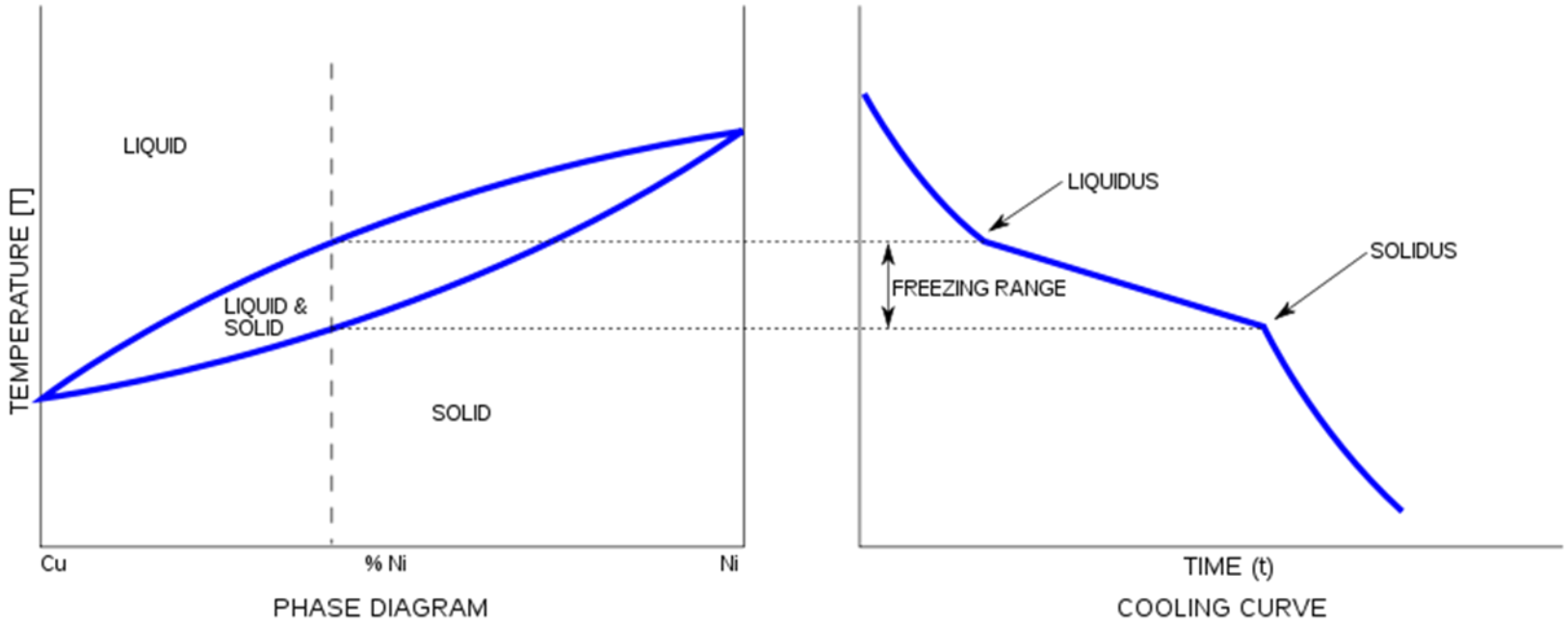

Composition (at% Ni)
0
20
40
60
80
100
1600
1500
1400
1300
1200
1100
1000
2800
2600
2400
2200
2000
Liquid
1453°C
Liquidus line
Solidus line
α +L
B
α
A
1085°C
Temperature (°C)
Temperature (°F)
(Cu)
Composition (wt% Ni)
(Ni)

نحوه به دست اوردن نمودارهای فازی به صورت عملی

برای رسم نمودارهای فازی از منحنی های سرد شدن (Cooling Curve) که تغییرات دما بر حسب زمان را نشان می دهد استفاده می کنند.



اما در حین انجماد آلیاژ ها دما تغییر می کند و بنابر این انجماد در یک محوده دمایی صورت می گیرد.



نحوه به دست اوردن نمودار های فازی

۱- تهیه آلیاژهایی دوتایی با ترکیب های مختلف (wt٪۱۰۰-۰)

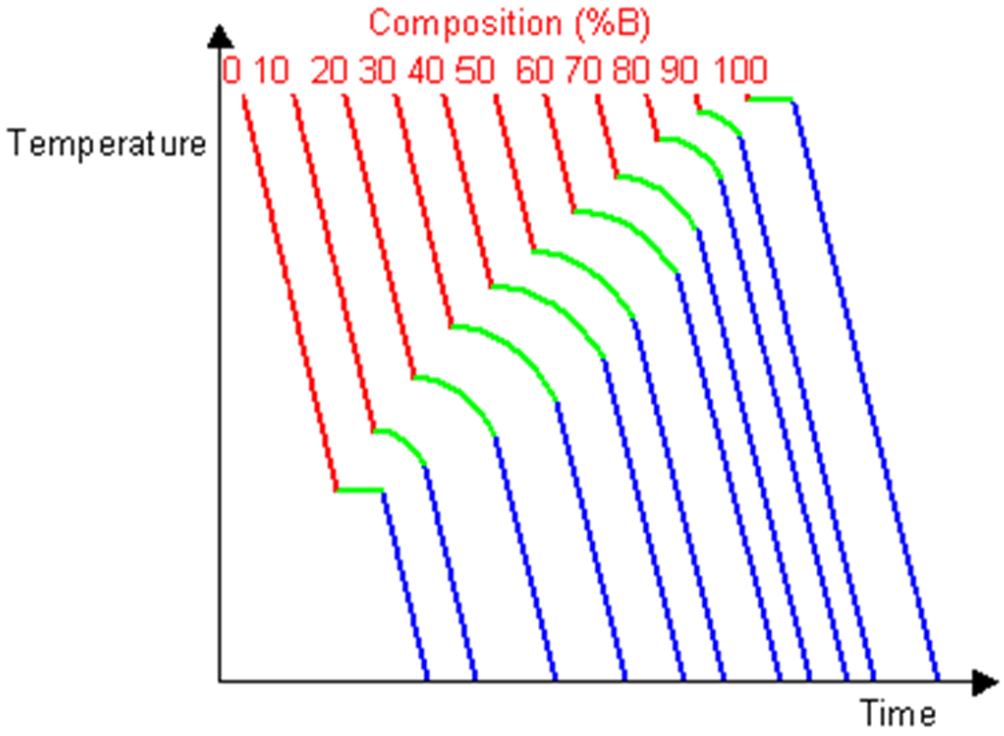
۲- گرم کردن آلیاژ تا دما های بالا و ذوب کردن آنها

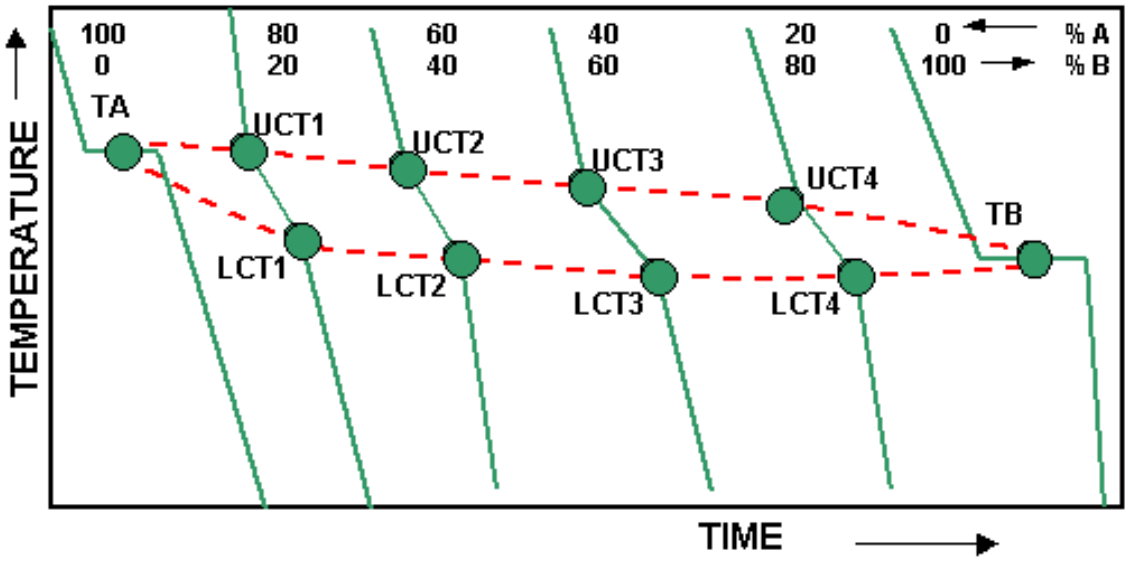
۳- سرد کردن آرام آلیاژ های تهیه شده و اندازه گیری تغییرات دما با گذشت زمان(رسم منحنی های سرد شدن)

۴- وصل کردن نقاط شروع انجماد در آلیاژ های مختلف به هم(liquids)

۵- وصل کردن نقاط پایان انجماد در آلیاژ های مختلف به هم(Solidus)

این مراحل در شکل نشان داده شده است:





LCT=Lower Critical Temperature

UCT=Upper Critical Temperature

TA=Melting Temperature of Alloy A

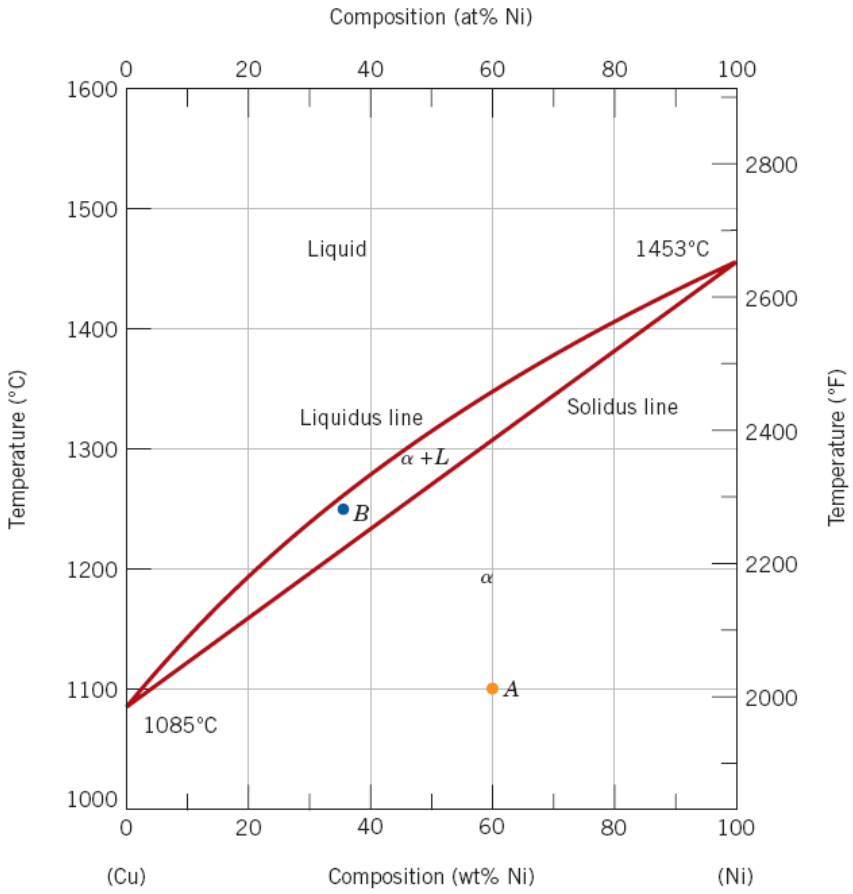
TB=Melting Temperature of Alloy B

جلسه پنجم

دو تعریف

خط Liquidus: دمایی که در یک ترکیب خاص اولین جامد ظاهر می شود یا مکان هندسی نقاط شروع انجماد آلیاژ.

خط Solidus: دمایی که در یک ترکیب خاص انجماد پایان می یابد. یا مکان هندسی نقاط پایان انجماد.


Composition (at% Ni)
0
20
40
60
80
100
1600
1500
1400
1300
1200
1100
1000
2800
2600
2400
2200
2000
Liquid
1453°C
Liquidus line
Solidus line
α +L
B
α
A
1085°C
Temperature (°C)
Temperature (°F)
(Cu)
Composition (wt% Ni)
(Ni)

انواع ترکیباتی که در یک نمودار فازی مشاهده می شود:

۱- عناصر که با حروف نشان داده می شوند، مثل مس Cu، روی Zn

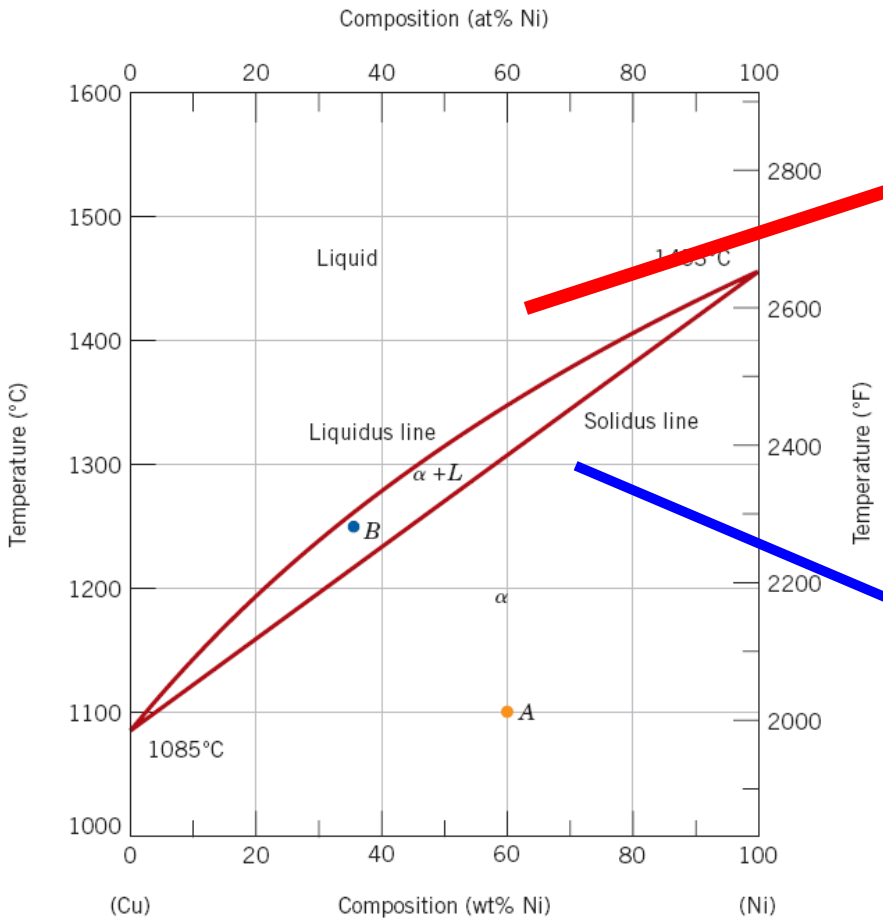
۲- محلو لهای جامد (Solid solution)که با حروف یونانی مشخص می شوند، مثل α،β،γو ....

۳- ترکیبات (Compounds) که بصورت AxBy نشان داده می شوند،

مثل : Al2O3یا Fe3C

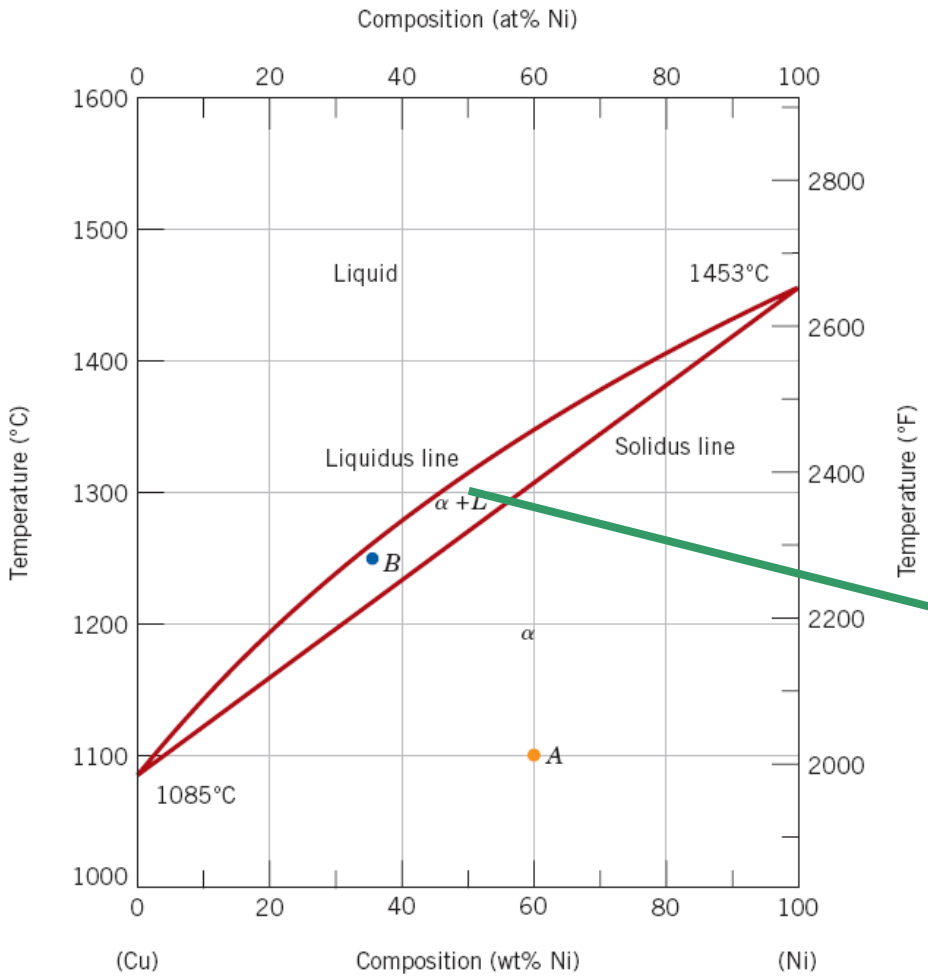
اجزاء نمودار فازی

- ✓ در نمودار فازی محور عمودی دما است و محور افقی ترکی برا نشان می دهد.
- ✓ اولین و بدیهی ترین داده ای که از نمودار فازی استخراج می شود فاز های موجو در ماده در شرایط داده شده است.
- ✓ نمودار فازی بیان می کند که در شرایط داده شده (دما، فشار وترکیب)چه فاز هایی در جسم در شرایط تعادلی وجود دارد.



در این ناحیه که بالای خط **Liquidus** است فاز موجود مایع است که محلولی مایع از دو عنصر **Cu** و **Ni** است

در این ناحیه که پایین خط **Solidus**است فاز پایدار محلول جامد α است

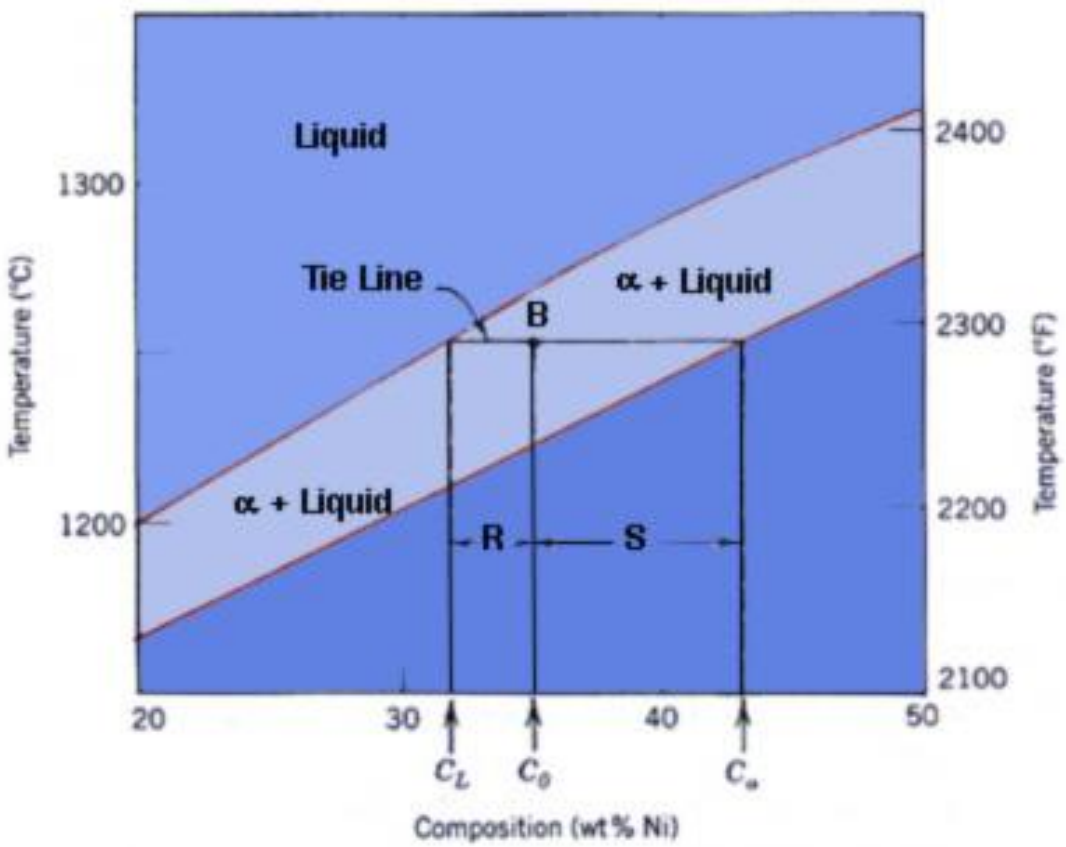


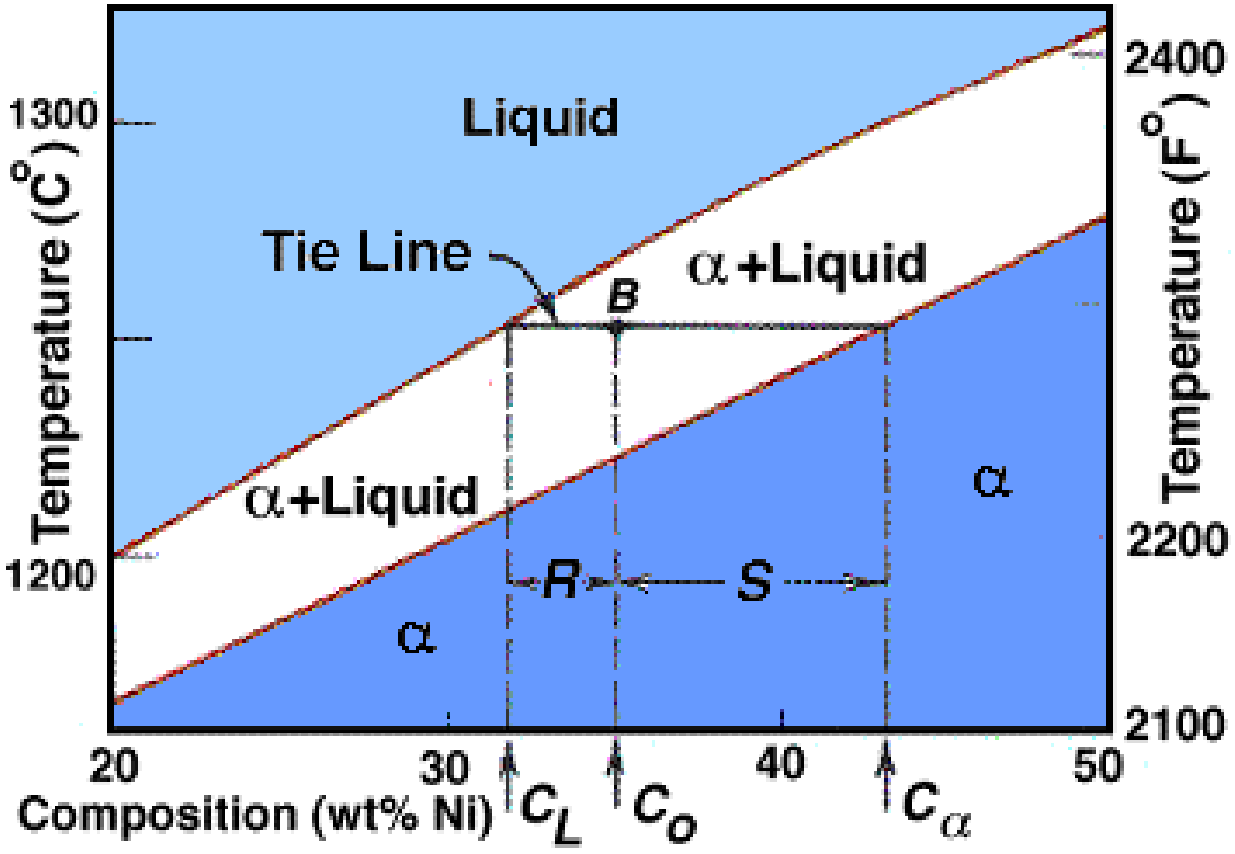
ناحیه دو فازی : در این ناحیه در فاز مایع (L) و محلول جامد(α) در کنار هم به صورت تعادلی وجود دارند. به عبارت دیگر این ناحیه ناحیه دو فازی است

تعیین ترکیب فاز های موجود در نواحی دو فازی

جهت تعیین ترکیب در نواحی دو فازی از خط Tie Lineاستفاده می کنیم.

Tie line:خطی است که در دمای ثابت خاص و درنواحی دو فازی رسم می شود و دو سر آن به Phase Boundaryهای ناحیه دو فازی محدود می شود.

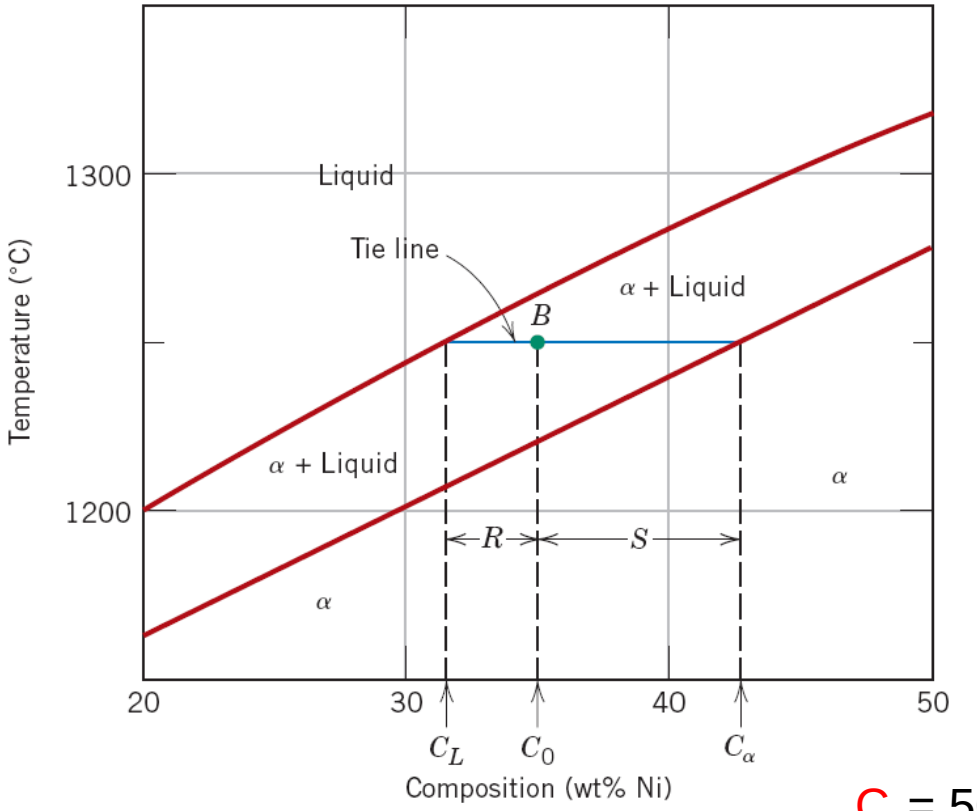

Liquid
Tie Line
α + Liquid
α + Liquid
B
R
S
1300
1200
2400
2300
2200
2100
Temperature (°C)
Temperature (°F)
20
30
40
50
C_L
C_0
C_α
Composition (wt % Ni)


Liquid
Tie Line
α+Liquid
B
α+Liquid
α
R
S
α
1300
1200
2400
2200
2100
Temperature (°C)
Temperature (°F)
20
30
40
50
Composition (wt% Ni)
C_L
C_o
C_α

در این حالت اگر ترکیب کلی C_0 باشد:

۱- ابتدا در دمای داده شده tie lineرا رسم می کنیم

۲- از محل برخورد tie line با Phase Boundary های مربوط به هر فاز خطوطی عمود بر محور ترکیب رسم می کنیم و ترکیب هر کدام از فاز ها را به دست می آوریم. مثال :



ترکیب اولیه مذاب آلیاژ C_0= 50 wt. % Ni=

ترکیب مذاب در دمای ۱۲۰۰ درجه C_L= 33 wt.%:Ni=

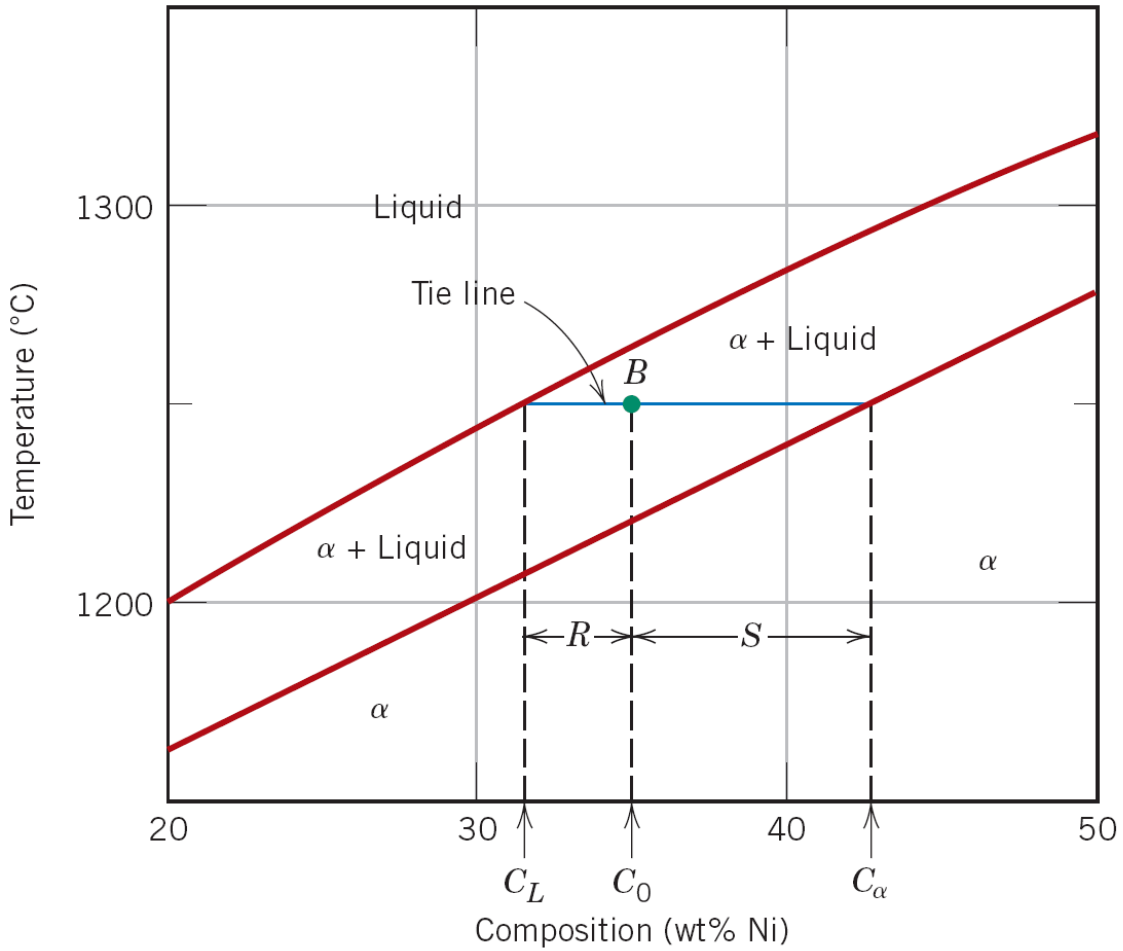
ترکیب جامد در دمای ۱۲۰۰ درجه C_α=43wt.% Ni =

تعیین درصد فاز های موجود آلیاژبا استفاده از نمودار های فازی

- ✓ از نمودار های فازی می توان جهت تعیین درصد فاز های موجود در ماده استفاده کرد
- ✓ در نواحی تک فاز واضح است که یک فازکل ساختار را تشکیل می دهد و بنابر این مقدار آن ۱۰۰ درصد است.
- ✓ در نواحی دوفازی از قانون اهرم ها برای پیدا کردن درصد وزنی (اتمی و ...) استفاده می شود.

قانون اهرمها برای تعیین درصد فاز های موجود در ماده

- ✓ ۱- ابتدا در دمای داده شده tie lineرا رسم می کنیم.
- ✓ ۲- با استفاده از ۳ نقطه شامل ترکیب دو فاز (دو سر tie line) و ترکیب کلی اهرمی می سازیم که نقطه اتکا آن ترکیب کلی باشد.
- ✓ ۳- مقدار هر فاز برابر است با فاصله نقطه اتکا از مرز فازها (phase boundary) فاز دیگر تقسیم بر طول tie line .



$$W_\alpha = \frac{R}{R+S}$$

$$= \frac{C_0 - C_L}{C_\alpha - C_L}$$

$$W_L = \frac{S}{R+S}$$

$$W_L = \frac{C_\alpha - C_0}{C_\alpha - C_L}$$

با تشکر فراوان از توجه شما