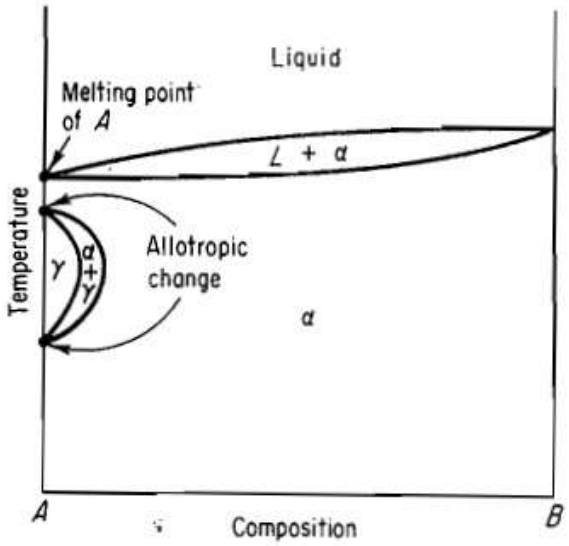
دگرگونی در حالت جامد

تغییرات تعادلی در برخی از واکنش ها وجود دارند که همگی در حالت جامد رخ می دهند.

آلوتروپی :

برخی از فلزات در دماهای مختلف دارای ساختار بلوری هستند. در روی نمودار تعادلی ، تغییر آلوتروپی به وسیله نقطه یا نقاطی روی محور عمودی که نمایانگر فلز خالص است نشان داده می شوند. در شکل ۴۱-۱ حوزه محلول جامد γ به صورت حلقه است. فلز خالص A و آلیاژهای غنی از A دگرگونی آلوتروپی را تجربه می کنند.

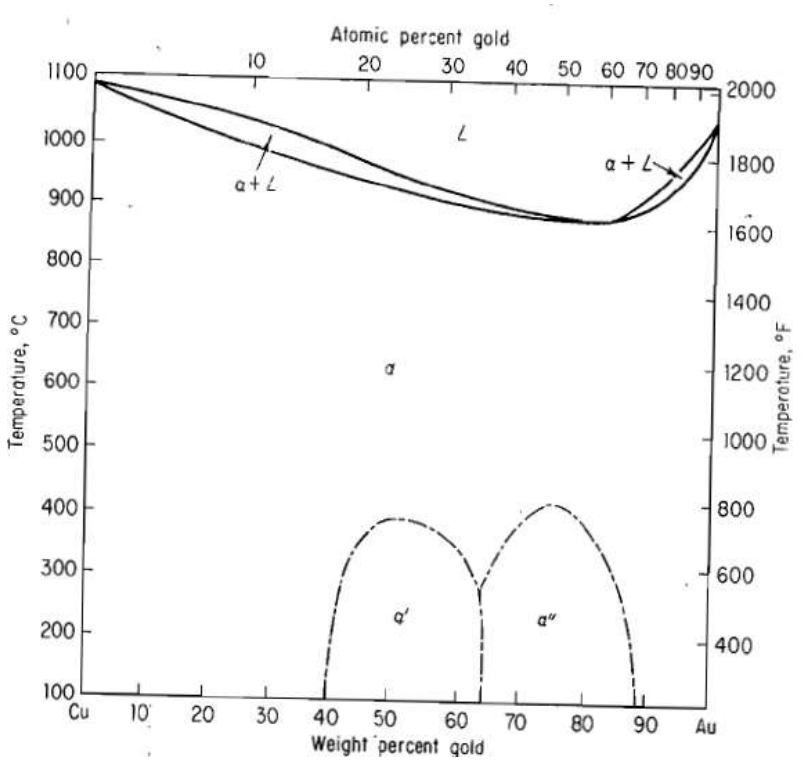


شکل ۴۱-۱ نمودار تعادلی فرضی این نمودار نشان می دهند که فلز A دو تغییر آلوتروپی را تجربه می کند.

بسیاری از نمودارهای تعادلی شامل آهن مانند Fe-Cr, Fe-Mo, Fe-Si این حوزه حلقه محلول جامد را نشان می دهند.

دگرگونی منظم – نامنظم و فوق شبکه

معمولا در تشکیل یک نوع محلول جامد جانشینی، اتم های عنصر محلول جای مشخصی را در شبکه حلال اشغال نمی کنند و به صورت اتفاقی در ساختار شبکه عنصر حلال توزیع می شوندکه به آن محلول جامد نامنظم می گویند. با وجود این ، برخی از این محلول های جامد اتفاقی ، اگر به آرامی سرد شوند ، اتم های آنها با نظم و ترتیب خاصی می توانند در شبکه قرار گیرند. در این حالت اتم های محلول در مکان های معینی در شبکه قرار می گیرند. این ساختار، محلول جامد منظم یا فوق شبکه نامیده می شود. منظم شدن در فلزاتی که به طور کامل در حالت جامد در یکدیگر محلول هستند معمول است. در نمودار های تعادلی ، محلول های جامد منظم اغلب به شکل $\acute{\alpha}$, $\beta'\beta'$, α'' نشان داده می شوند.ماکزیمم میزان منظم شدن، معمولا در یک نسبت ساده اتمی از دو عنصر ایجاد می شود. بدین علت فاز منظم با یک فرمول شیمیایی برای مثال $AuCu_3$, AuCu در سیستم آلیاژی Au-Cu (طلا- مس) نشان داده می شود. نمودار تعادلی سیستم Au-Cu در شکل ۴۲-۱ مشاهده می شود.



شکل ۴۲-۱ نمودار فازی مس – طلا

فاصله های عدم اختلاط

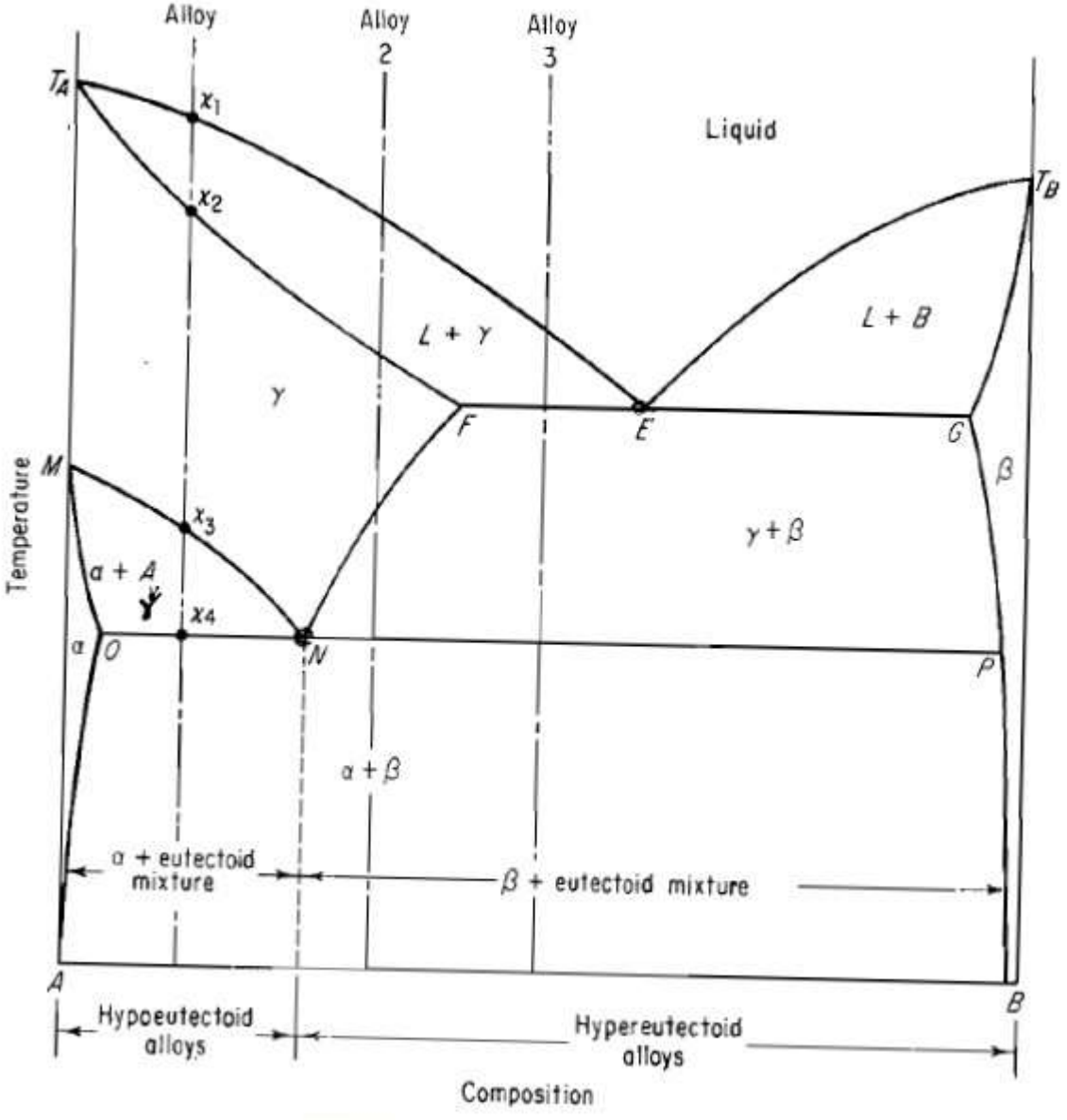
طلاو نیکل یک سیستم آلیاژی تشکیل می دهند که همه ترکیبات آن به شکل محلول های جامد منجمد می شوند. نمودار فازی این سیستم در شکل ۴۳-۱ نشان داده شده است. این سیستم مثالی از یک سیستم با حلالیت کامل است که با کاهش دما سازنده های آن تمایل به تجمع دارند. خط منحنی گونه در قسمت مرکزی و پایینی نمودار فاز را در نظر بگیرید. در تمام دماهای زیر ۸۱۰ درجه سانتی گراد و در داخل خط منحنی گونه، دو فاز α_1 و α_2 پایدار هستند . در فاز α_1 ، طلا اتم حلال و نیکل اتم محلول است، در حالی که در فاز α_2 ، نیکل اتم حلال و طلا اتم محلول است . هر دو فاز دارای ساختار بلوری FCC هستند ولی پارامتر شبکه ، چگالی و خواص فیزیکی آنها متفاوت است. ناحیه دو فازی که در آن α_1 و α_2 پایدار هستند، فاصله عدم اختلاط نامیده می شود.

واکنش یوتکتوئید

یک واکنش معمول در حالت جامد است که بسیار شبیه به واکنش یوتکتیک است. لیکن در این واکنش فاز مذاب وجود ندارد. در این حالت یک فاز جامد در هنگام سرد شدن به دو فاز جامد جدید تبدیل می شود. واکنش یوتکتیوئید به صورت زیر می تواند نوشته شود:

$$\text{Solid}_1 \underset{\text{heating}}{\overset{\text{cooling}}{\rightleftharpoons}} \underbrace{\text{solid}_2 + \text{solid}_3}_{\text{eutectoid mixture}}$$

مخلوط یوتکتوئید حاصل بسیار ریز است (شبیه مخلوط یوتکتیک) و در زیر میکروسکوپ هر دو مخلوط معمولا به یک شکل ظاهر می شوند. یک نمودار تعادلی که نشان دهنده واکنش یوتکتوئید است که در شکل ۴۴-۱ نشان داده شده است.



شکل ۴۴-۱ : نمودار فازی شامل واکنش یوتکتوئید

خط لیکوئیدوس ، TAETB و خط سالیدوس ، TAFGTB است. مخلوط یوتکتیک شامل فازهایی است که در دو انتهای خط دمای بوتکتیک وجود دارند، که محلول های جامد γ (نقطه F) و β (نقطه G)هستند . نقطه M یک تغییر آلوتروپی را برای فلز خالص A نشان می دهد.اهمیت خط انحلال جامد MN این است که با افزایش مقدار B آلیاژ ، دمایی که در آن تغییر آلوتروپی صورت می گیرد کم می شودو به حداقل در نقطه N می رسد. خط انحلال جامد FN ، کاهش در حلالیت B در γ را با کاهش دما نشان می دهد. نقطه N نقطه یوتکتوئید است. ترکیب آن ترکیب یوتکتوئید و خط OP خط دمای یوتکتوئید است. همانند نمودار تعادلی یوتکتیک ، تمام آلیاژهایی که در سمت چپ ترکیب یوتکتوئید قرار دارند، آلیاژهای هیپو یوتکتوئید و آلیاژهایی که در سمت راست ترکیب یوتکتوئید قرار دارند آلیاژهای هایپر یوتکتوئید نامیده می شوند.

هنگامی که آلیاژ ۱ به آرامی سرد شود. خط لیکوئیدوس را در X_1 قطع می کندو محلول جامدγ تشکیل می شود. به تدریج به مقدار γ افزوده می شود تا زمانی که خط سالیدوس در X_2 قطع شود. سپس آلیاژ یک تا X_3 به صورت محلول جامد همگن باقی می ماند. در این دما فلز خالص A باید یک تغییر آلوتروپی را تجربه کند و تشکیل محلول جامد αبدهد . برای این منظور بعضی از اتم های B در نواحی که تغییر آلوتروپی صورت می گیرد باید به خارج از این نواحی نفوذ کنند. هنگامی که نفوذ قابل ملاحظه اتم های B صورت گرفت، باقی مانده اتم های A به شکل ساختار بلوری جدید مرتب می شوند و محلول جامد α را تشکیل می دهند. اتم های اضافی B در محلول جامد γ باقی مانده حل می شوند و γ از B غنی می شود. با کاهش دما محلول جامد γ از B غنی تر می شود. ترکیب γ باقی مانده به تدریج به سمت پایین در امتداد خط انحلال جامد MN حرکت می کند. هنگامی که آلیاژ به دمای یوتکتوئید رسید، γ باقی مانده نیز به نقطه یوتکتوئید رسیده است. اهمیت خط یوتکتوئید این است که این دمای پایان تغییر ساختار بلوری است که در X_2 شروع شده است . حال γ باقی مانده به وسیله واکنش یوتکتوئید دگرگون می شود و لایه های متناوب α وβ را به صورت یک مخلوط بسیار ریز تشکیل می دهد. واکنش را به صورت زیر می توان نوشت :

$$\gamma \underset{\text{heating}}{\overset{\text{cooling}}{\rightleftharpoons}} \underbrace{\alpha + \beta}_{\text{eutectoid mixture}}$$

ساختار میکروسکوپی در دمای محیط شامل α اولیه و مخلوط یوتکتوئید (α+β) است.