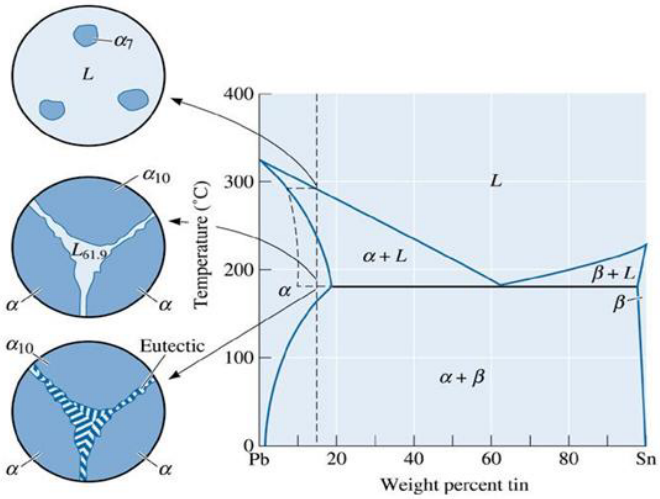
۵-۱۳-انجماد غیرتعادلی در سیستم‌های یوتکتیکی:

سرد شدن غیرتعادلی آلیاژهایی که در شرایط تعادلی استحالهٔ یوتکنیکی را پشت سر نمی‌گذارند می‌تواند منجر به پشت سر گذاشتن این استحاله حین انجماد شود.

برای مثال آلیاژ $Pb-15\%Sn$ که در حالت عادی به صورت یک آلیاژ محلول جامد منجمد می‌شود را در نظر بگیرید. آخرین مذاب باید در دمای حدود $230^\circ C$ (بالاتر از دمای یوتکتیک) منجمد شود. با این وجود، اگر آلیاژ سریعاً سرد شود یک منحنی سالیدوس تولید می‌شود (شکل ۲۶) فاز α اولیه تا بالای دمای $183^\circ C$ رشد می‌کند و در این دما مذاب غیر تعادلی باقیمانده حاوی $61.9\%Sn$ خواهد بود.



شکل۲۶- تحولات ریزساختاری حین انجماد غیرتعادلی آلیاژ Pb-15%Sn

بنابراین این مذاب به ساختار یوتکتیکی منجمد می‌شود. با توجه به شکل، مقدار یوتکتیک غیرتعادلی در این شرایط برابر است با:

$$\text{٪ یوتکتیک} = \frac{15-10}{61.9-10}\ 100 = 9.6\%$$

تذکر: در انجماد غیرتعادلی در این شرایط

۱) $(\Delta T)_s$ افزیش می‌یابد.

۲) دمای سالیدوس آلیاژ به دمای یوتکتیک کاهش می‌یابد؛ بنابراین دمای عملیات حرارتی حالت جامد کاهش می‌یابد.

۳) مذاب انتهایی به ساختار یوتکنیکی تبدیل می‌شود. بنابراین ساختار یوتکتیکی در مرز دانه به صورت پیوسته تشکیل می‌شود. بنابراین در صورتی که یوتکتیک حاصله ترد باشد با آلیاژ ترد خواهد شد.

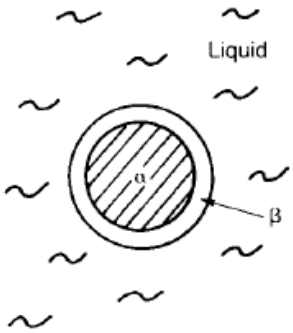
۵-۱۴-استحالهٔ پریتکتیک

در استحاله پریتکتیک یک فاز جامد با یک فاز مذاب واکنش داده و یک فاز جامد تولید می‌شود.

$$L + \alpha \rightarrow \beta$$

استحاله با تشکیل لایه فاز β به دوره فاز α آغاز می‌شود (شکل). بنابراین دو فازی که باید با هم واکنش دهند (α, L) بوسیله یک لایه β از هم جدا می‌شوند. برای پیشروی واکنش پریتکتیک با اتم‌ها باید از میان یک لایه جامد β به درون فاز مذاب نفوذ کنند. اما سرعت نفوذ در جامدات بسیار کمتر از سرعت نفوذ در مایعات است. از طرف دیگر هر چه ضخامت فاز β بیشتر شود با سرعت واکنش

بیشتر کمتر می‌شود. بنابراین معمولاً آلیاژهای پریتکتیک، ساختار تعادلی تک فاز ندارند و مقداری فاز منجمد شده اولیه نیز در ساختار آنها دیده می‌شود.



شکل۲۷-سرعت رشد لایه β در استحاله‌ی پریتکتیکی بوسیله‌ی لایه‌ی جامد فاز α محدود می شود.

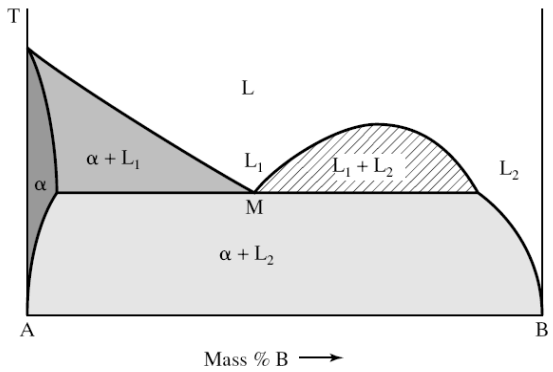
تذکر:

۱ـ سرعت واکنش تعادلی یوتکیتک بیشتر از سرعت واکنش پرتیکتیک است.

۲ـ آلیاژهای ریختگی پرتیکتیک، معمولاً ساختار غیرتعادلی دارند.

۵-۱۵-استحاله مونوتکتیک

برخی از فلزات مشابه با برخی مایعات در یک محدودهٔ دمایی و ترکیب شیمیایی در حالت مذاب حلالیت ندارند و به عبارتی دارای «منطقه نقص در حلالیت» هستند. وجود این منطقه یک مشخصهٔ دیاگرام فازی آلیاژهایی است که واکنش مونوتکتیک را پشت سر می‌گذارند(شکل ۲۸).



شکل۲۸- استحاله‌ی مونتکتیک

۵-۱۶-استحالهٔ یوتکتوئید

$$\alpha \rightarrow \beta + \gamma$$

این استحاله مسئول استحکام‌دهی بسیاری از سیستم‌های آلیاژی می‌باشد از جمله سیستم آهن ـ کربن سیستم‌های آلیاژی که استحالهٔ یوتکتوئیدی دارند، عملیات حرارتی پذیر هستند.

۵-۱۷-استحاله پریتکیتوئید

$$\alpha + \beta \rightarrow \gamma$$

۱. ویژگی این استحاله غیر تعادلی بودن ساختار نهایی این آلیاژها است.
۲. مشابه با واکنش پرتیکتیک با آغاز استحاله با سرعت واکنش بوسیله نفوذ حالت جامد از یک لایهٔ جامد کنترل می‌شود.
۳. از آنجا که این استحاله حالت جامد است. سرعت استحاله پریتکتیوئید کمتر از سرعت استحاله پرتیکتیک است.

۵-۱۸-فازهای میانی:

بجز محلول‌های‌جامد که هیچ گونه نظم اتمی در قرارگیری اتم‌های حلال در شبکه‌ی اتم‌های محلول رعایت نمی‌شود، فازهای دیگری وجود دارد که به طور کلی فازهای میانی نامیده می‌شوند. این فازها را می‌توان به چند دسته تقسیم کرد:

۱-ترکیبات بین‌فلزی:

در این ترکیبات قوانین ظرفیت شیمیایی رعایت می‌شود. برای مثال در Mg_2Sn، Mg_2Pb، Mg_3Bi_2 و ... این ترکیبات ظرفیتی معمولا بین یک عنصر با خواص فلزی قوی (مثل Mg) و یک عنصر فلزی دیگر که داری خواص فلزی ضعیف است (مانند Sn، Bi یا Sb)، تشکیل می‌شود. معمولا این ترکیبات دمای ذوبی بالاتر از عناصر سازنده‌ی خود دارد. پیوند اتمی حاکم در این مواد، یونی است. به همین علت این ترکیبات اغلب ترد و شکننده هستند.

۲- ترکیبات الکترونی:

در ترکیبات الکترونی قوانین والانس معمول رعایت نمی‌شود، در عوض یک نسبت ثابت بین تعداد کل الکترون‌های والانسی که در پیوند شرکت می‌کنند به تعداد کل اتم‌های درگیر در ترکیب وجود دارد.

برای مثال در ترکیب $Cu_{31}Sn_8$، ظرفیت مس ۱ و ظرفیت قلع ۴ است. بنابراین تعداد کل الکترون‌های والانسی شرکت کننده در پیوند برابر خواهد بود با ۸=۶۳ ۴ +۳۱ ۱. همچنین در مجموع ۳۹ = ۸+۳۱ اتم در فرمول تجربی این ترکیب وجود دارد. بنابراین "نسبت الکترون به اتم" در این ترکیب برابر است با $\frac{63}{39}$ یا $\frac{21}{13}$.

به طورکلی ۳ نسبت از این نسبت‌ها وجود دارد که به نسبت‌های هیوم روتاری معروف هستند:

الف- نسبت $\frac{3}{2}(\frac{21}{14})$: ساختاری β، برای مثال: CuZn، Cu_3Al، Cu_5Sn، Ag_3Al و غیره.

ب-نسبت $\frac{21}{13}$ -ساختارهای γ، برای مثال Cu_5Zn_8، $Cu_{31}Sn_8$، Cu_9Al_4 و غیره.

پ- نسبت $\frac{7}{4}(\frac{21}{12})$-ساختارهای ε، برای مثال $CuZn_3$، Cu_3Sn، $AgCd_3$ و غیره.

۳-ترکیبات فاکتور اندازه:

این دسته از فازهای میانی، نرکیباتی هستند که ترکیب شیمیایی و ساختارهای کریستالی آنها به گونه‌ی است که به اتم‌های سازنده‌ی آنها اجازه می‌دهد که به طور فشرده در کنار هم قرار بگیرند. دو گروه از مهمترین ترکیبات این دسته عبارتند از:

- فازهای لاوه با فرمول کلی AB_2 (برای مثال $MgNi_2$، $MgCu_2$،$TiCr_2$ و غیره)

-ترکیبات بین‌نشین که بین برخی فلزات انتقالی و برخی عناصر غیر فلزی کوچک تشکیل می‌شود. وقتی مقدار عنصر شونده‌ی بین نشین در زمینه از حد حلالیت تجاوز می‌کند، یک ترکیب در زمیه رسوب می‌کند. در این حالت هنوز هم عنصر غیرفلزی بین نشین

مکان‌های بین نشین را اشغال می‌کند اما ساختار کریستالی با ساختار کریستالی محلول جامد بین نشین اولیه متفاوت است. این ترکیبات خواص فلزی از خود نشان می‌دهند و شامل هیدریدها، نیتریدها، بورایدها و کاربیدها می‌باشد. برای مثال TiH_2، TiN، TaC، WC، Fe_3C. این ترکیبات به شدت سخت هستند. بسیاری از این کاربیدها به شدت دیرگداز هستند و دمای ذوبی بالاتر از ۳۰۰۰ درجه سانتیگراد دارند.

تذکر: در صورتی ترکیب میانی بدون تغییر در ترکیب شیمیایی ذوب و یا منجمد شود، به این نوع ذوب شدن، کانگروینت (Congruent) گفته می‌شود، در غیر این صورت ذوب غیرکانگروینت گفته میشود.

تذکر: با داشتن فرمول شیمیایی یک ترکیب بین فلزی، می‌توان درصد عناصر سازنده‌ی آنرا محاسبه کرد و بالعکس.

اگر فرمول کلی ترکیبی به صورت A_nB_m باشد، درصد اتمی و درصد وزنی عنصر B در این ترکیب به صورت زیر خواهد بود:

$$(\%at)_B = \frac{m}{m+n} \quad 100$$

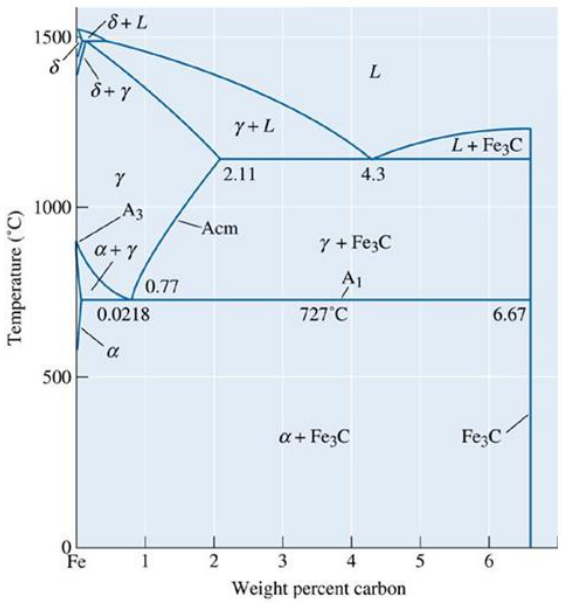
$$(\%Wt)_B = \frac{m \quad M_B}{m \quad M_B + n \quad M_A} \quad 100$$

که در آن M_A و M_B جرم اتمی عناصر A و B است.

۵-۱۹-دیاگرام فازی آهن-کربن

الف- فولادها:

تحولات ریزساختاری حین سرد شدن تعادلی فولادها از دیاگرام تعادلی $Fe-Fe_3C$ پیروی می‌کند.



شکل۲۹- دیاگرام تعادلی آهن-سمنتیت

۱- فازهای موجود در دیاگرام آهن-کربن

الف- فاز α (فریت): محلول جامد بین نشین کربن در آهن با ساختار BCC که ماکزیمم حد حلالیت آن ۰/۰۲ است. این فاز، فازی نرم و شکل پذیر است.