

باسمه تعالی

معمولاً آنالیز ترکیب شیمیایی آلیاژها بعد از انجماد نشان می‌دهد که عناصر آلیاژی به صورت غیریکنواخت توزیع شده‌اند. گاهی برای مشاهده این غیریکنواختی باید از بزرگ‌نمایی بالا استفاده کرد چراکه جدایش بین شاخه‌های دندریت اتفاق می‌افتد. حتی گاه بین شاخه‌های دندریت ساختار یوتکتیکی مشاهده می‌شود در حالی که مذاب اولیه ترکیبی متفاوت از ترکیب یوتکتیک دارد. گاهی نیز جدایش در مقیاس بزرگ‌تری قابل مشاهده است، برای مثال غلظت عنصر آلیاژی نزدیک به دیواره بوته و در مرکز آن متفاوت است. نحوه رشد فصل مشترک جامد/مذاب نقشی تعیین‌کننده در توزیع عناصر آلیاژی دارد. تمرین ذیل را برای انجماد یک آلیاژ دوجزئی تک‌فازی با ترکیب C_0 حل نمایید (فرض کنید $k < 1$).

تمرین پنجم: فرض کنید انجماد با سرعت بسیار آهسته اتفاق می‌افتد، به طوری که تعادل ترمودینامیکی برقرار باشد. در این حالت، عنصر آلیاژی فرصت کافی برای نفوذ دارند، در نتیجه در هر لحظه غلظت در جامد یکنواخت است. مسلماً غلظت مذاب نیز در هر لحظه یکنواخت خواهد بود. اگر f_L و f_S به ترتیب کسر حجمی جامد و مذاب در هر لحظه باشد، ثابت کنید:

$$f_S = \frac{C_L - C_0}{C_L - C_S}$$

$$f_L = \frac{C_0 - C_S}{C_L - C_S}$$

در روابط بالا، تمامی غلظت‌ها را با کمک k و m به برحسب دما (T_S و T^* ، T_L) بنویسید. فرض کنید k و m ثابت است (راهنمایی: تمرین اول، $C_S = C_S^*$ ، $C_L = C_L^*$).

تمرین ششم: معمولاً سرعت سرد کردن مذاب بیش‌تر از سرعت تعادلی است. بنابراین توزیع عنصر در جامد و مذاب بستگی به سرعت نفوذ آن دارد. از نفوذ در جامد صرف نظر می‌کنیم. ثابت کنید غلظت مذاب (C_L) در هر فاصله مشخص از فصل مشترک (x) از رابطه ذیل به دست می‌آید. این رابطه در مرحله پایستگی برقرار است یعنی زمانی که غلظت جامد در فصل مشترک برابر ترکیب اولیه مذاب است ($C_S^* = C_0$).

$$C_L = C_0 \left[1 + \left(\frac{1}{k} - 1 \right) \exp \left(-\frac{Rx}{D} \right) \right]$$

که در آن D ضریب نفوذ و R سرعت پیشروی فصل مشترک است.

تمرین هفتم: در تمرین ششم فرض کنید مذاب کامل هم می‌خورد به طوری که غلظت مذاب در هر لحظه یکنواخت است. ثابت کنید غلظت جامد در فصل مشترک (C_S^*) از رابطه ذیل به دست می‌آید.

$$C_S^* = kC_0(1 - f_S)^{k-1}$$

غلظت مذاب در هر لحظه چقدر خواهد بود؟ (راهنمایی: غلظت مذاب در فصل مشترک و توده آن برابر است $(C_L = C_L^*)$)