



قلقلک

(در باب شکل رسوبها)

متفاوت است در نتیجه یک تنش یا کرنش ایجاد می‌شود و این باعث به وجود آمدن انرژی کرنشی می‌گردد. استاد: البته تنها تفاوت در حجم مخصوص نیست که باعث ایجاد انرژی کرنشی می‌شود. حالا سعی کنید بگویید که شکل رسوب تحت تأثیر این عامل جدید به چه صورتی در می‌آید؟

دانشجوی (۲): ممکن است به شکلهای صفحه‌ای یا سوزنی درآید تا انرژی کرنشی را به حداقل برساند.

استاد: البته این شکلهایی که گفتید هم در رسوبها مشاهده می‌شوند. اما توجه داشته باشید که بعضی از مدل‌های قدیمی که برای محاسبه انرژی کرنشی ارائه شده‌اند، آنچنان مسأله را ساده انگاری می‌کنند که به نتایجشان نمی‌توان اعتماد چندانی کرد. هر چند که در مواردی به خصوص از نظر کیفی پاسخگو باشند.

دانشجوی (۲): پیش‌بینی من بر اساس مدلی بود که انرژی کرنشی را متناسب با تابعی بصورت $f(c/a)$...

سطوحی حداقل به آرایش و صفحه کریستالوگرافی سطح مشترک وابسته است، پس کره انرژی سطحی را (در حجم ثابت) حداقل نمی‌کند و به همین ترتیب آن عدسی نیز.

استاد: همینطور است که می‌گویید. در چنین حالتی شکل دارای حداقل انرژی سطحی، معمولاً یک چندوجهی است که وجوهش دارای انرژی سطحی پایینی هستند. برای یافتن چنین شکلی می‌توان از روش هندسی به نام (wulff construction) استفاده کرد.

و با تعمیم همین روش شکل رسوبهای مرز دانه‌ای را هم می‌توان پیش‌بینی کرد. فراموش نکنید که انرژی سطحی به عوامل زیادی بستگی دارد. سعی کنید تأثیر کیفی این عوامل را بر شکل رسوب بررسی نمایید.

بگذریم. آیا هیچ عامل دیگری جز انرژی سطحی بر شکل رسوب تأثیر نمی‌گذارد؟

دانشجوی (۲): انرژی کرنشی نیز مهم است. از آنجا که حجم مخصوص دو فاز با یکدیگر

یکی از این روزها - دانشگاه ترانسیلوانیا - برمودا

استاد: همانطور که وعده کرده بودیم امروز راجع به شکل رسوب و عوامل مؤثر بر آن گفتگو می‌کنیم. البته بحثمان احتمالاً بیشتر روی دگرگونی‌های نفوذی (diffusional transformation) تمرکز خواهد داشت.

می‌دانیم که یکی از عوامل مؤثر بر شکل رسوب انرژی سطحی (interfacial energy) است. پرسش این است که این انرژی چگونه بر شکل رسوب تأثیر می‌گذارد؟

دانشجوی (۱): رسوبها به شکلی در می‌آیند که انرژی سطحی را به حداقل برسانند. مثلاً اگر درون دانه باشند به شکل کره و اگر در مرز دانه باشند به شکل عدسی در می‌آیند که شکلش تابعی از انرژی سطحی رسوب - زمینه و انرژی سطحی مرز دانه است.

استاد: کسی نمی‌خواهد چیزی اضافه کند؟

دانشجوی (۲): من فکر می‌کنم که چون در مورد سطح مشترک جامد-حرف می‌زنیم و انرژی چنین

استاد: می‌دانم کدام مدل را می‌گوید. این مدل حدود ۶۰ سال پیش ارائه شده است. البته قدیمی بودن چیزی به هیچ وجه بد بودن آن را ثابت نمی‌کند اما در این مدل فرضیه‌هایی مانند ایزوتروپیک بودن فاز زمینه، ناهمبسته (incoherent) بودن سطح مشترک و ذخیره شدن انرژی کرنشی تنها در زمینه (یا به عبارتی دیگر زمینه بسیار سفت‌تر از رسوب) وجود دارد که ضعفهای بزرگی برای آن به حساب می‌آیند به خصوص دو فرض آخر.

دانشجوی (۱): شاید مسأله خیلی مشکل است که مجبوریم چنین فرضیه‌هایی را مبنای کار قرار دهیم. استاد: نه خیلی هم مشکل نیست. اکنون مدل‌هایی هستند که ضعفهای کمتری دارند. علاوه بر این هنوز

جنبه‌های مشکل ساز قضیه مانده‌اند.

دانشجوی (۱): خدا رحم کند. دیگر چه مشکلاتی وجود دارد؟ لطفاً طوری بگویند که بشود فهمید.

استاد: تا آنجا که لازم باشد و بتوانم سعی می‌کنم ساده صحبت کنم. یکی از مشکلات این است که تمام استدلال‌هایی که کردیم مربوط به حالتی بود که انرژی آزاد شیمیایی

ثابت باشد. به عنوان مثال اگر میزان رسوب در حال افزایش و یا رسوب در حال رشد (growth) باشد باید تغییر انرژی آزاد شیمیایی را نیز به حساب آوریم.

دانشجوی (۱): ولی ما همه آن چیزهایی را که قبلاً گفته شد برای حالتی که میزان رسوب ثابت نیست، مثلاً در مرحله هسته گذاری، خوانده‌ایم.

استاد: در مرحله هسته‌گذاری هم شاید به این دلیل که در اندازه‌های بسیار ریز رسوب اثر سطح به حجم غلبه می‌کند، تأثیر غالب انرژی سطحی را بر شکل رسوب قبول کرده‌ایم و نه عدم تأثیر سایر انرژی‌ها را. بعداً حین رشد مسائلی مانند اینکه چه سطح مشترکی می‌تواند با چه سرعتی حرکت کند

نیز در انتخاب سطح مشترک و شکل رسوب تأثیر می‌گذارند. به عبارت دیگر اینجا با یک مسأله "دینامیک" مواجهیم و گاهی مجبور می‌شویم برای پیش‌بینی شکل یا مورفولوژی محصول، از شرطهایی اضافه مانند: "رشد با حداکثر

سرعت" (در یک دمای خاصی) استفاده کنیم. البته در بسیاری از موارد، استفاده از چنین شرطی هنوز زیر سؤال یا مردود است. در مورد درستی چنین معیارهایی در بحث روی انجماد بیشتر توضیح خواهم داد. فعلاً بهتر است سراغ مسأله دیگری برویم و آن تأثیر متقابل سه انرژی یاد شده بر یکدیگر است. منتظر شنیدن نظرهای شما هستم.

دانشجوی (۲): ببخشید. اگر اشکال ندارد قبل از این بحث، اشاره‌ای به اهمیت نسبی انرژی سطحی و انرژی کرنشی داشته باشید.

استاد: اهمیت نسبی این دو انرژی به اندازه رسوب، دما، نوع سطح مشترک و چیزهای دیگر وابسته است.

دانشجوی (۱): چرا به پرسش جواب

کامل نمی‌دهید؟

استاد: به نظر من پاسخ دادن به بعضی پرسشها کار اشتباهی است و گاهی مثل خیانت به

استاد: به نظر من پاسخ دادن به بعضی پرسشها کار اشتباهی است و گاهی مثل خیانت به دانشجو است. فکر می‌کنم خیلی از ما «دانش» و در نتیجه «دانشجویی» را بد تعبیر کرده‌ایم. اگر اجازه بدهید این بحث را برای وقت دیگری بگذاریم و برگردیم به مسأله تأثیر متقابل انرژیها بر یکدیگر.

دانشجو است. فکر می‌کنم خیلی از ما «دانش» و در نتیجه «دانشجویی» را بد تعبیر کرده‌ایم. اگر اجازه بدهید این بحث را برای وقت دیگری بگذاریم و برگردیم به مسأله تأثیر متقابل انرژیها بر یکدیگر.

دانشجوی (۲): می دانیم که انرژی سطحی و انرژی کرنشی بر انتخاب نوع سطح مشترک مؤثرند و نوع سطح مشترک نیز بر انرژی سطحی و انرژی کرنشی، پس این دو انرژی از این طریق اثر متقابل دارند. در مورد تأثیر انرژی سطحی بر انرژی آزاد شیمیایی نیز جلسه پیش صحبت شد؛ انحنای می تواند پتانسیل شیمیایی را تحت تأثیر قرار دهد و در نتیجه غلظت های تعادلی دو فاز و دمای تعادل را دگرگون سازد.

استاد: نظرتان در مورد تأثیر انرژی سطحی و انرژی کرنشی بر یکدیگر جالب است اما سعی کنید به اثرهای مستقیم تر نیز فکر کنید. مثلاً به اینکه وجود یک کرنش الاستیک در سطح چه تأثیری بر انرژی سطحی می گذارد. البته می دانم که بلافاصله خواهید پرسید که فرق و مرز بین انرژی سطحی و انرژی کرنشی چیست؟ اگر حدسم درست بود بعد به سراغم بیایید تا مراجعی را در این مورد به شما معرفی کنم.

استاد: حتماً از درس ترمودینامیک به خاطر دارید که غلظت تعادلی دو فاز در حال تعادل با استفاده از رسم مماس مشترکی به منحنی های

انرژی آزاد آنها به دست می آمد و در ناحیه دو فازی انرژی کل با مقدار نسبی فازها (X) بصورت خطی تغییر می کرد؛ چون G هر یک از فازها (در محل تماس مماس مشترک) ثابت و مستقل از X بود. اما واقعیت این است که در حالتی که انرژی کرنشی وجود داشته باشد، چنین آنالیزی دیگر معتبر نیست و می دانیم که در بسیاری از تعادلهای فازی در حالت جامد، انرژی کرنشی مقدار قابل ملاحظه ای دارد. در چنین وضعی انرژی آزاد هر فاز در ناحیه دو فازی با تغییر شکل آن فاز، تغییر نوع سطح مشترک و خصوصاً تغییر X، تغییر خواهد کرد به عبارت دیگر دو سر مماس مشترک (که دیگر خطی راست نیست) ثابت نخواهند بود و در نهایت همانطور که می شد پیش بینی کرد، ناحیه دو فازی، نسبت به وقتی که انرژی کرنشی نداشته باشیم، کوچکتر خواهد شد. اهمیت بررسی اثر تنش بر کینتیک و ترمودینامیک دگرگونیها تنها به تنشهای حاصل از دگرگونی محدود نمی شود بلکه بسیاری از اوقات برای ما وجود تنشهای اعمالی از خارج مهم اند. مثلاً وقتی که می خواهیم تأثیر شرایط ترمومکانیکی خزش را بر دگرگونی های ساختاری در قطعه،

مورد مطالعه قرار دهیم، یا وقتی که به خوردگی تحت تنش یا تردی هیدروژنی می پردازیم.

به خاطر داشته باشید وجود اثر انحنای و نیز انرژی کرنشی علاوه بر تأثیر بر ترمودینامیک دگرگونی، بر کینتیک آن هم تأثیر می گذارد مثلاً از طریق تغییر شرایط مرزی نفوذ و تغییر این شرایط مرزی با تغییر شکل یا میزان رسوب.

حالا اگر حالش را دارید آخرین مشکل را هم بررسی کنیم.

دانشجوی (۱): فرقی نمی کند که حالش را داشته باشیم یا نه. در هر صورت چیزی نمی فهمیم. شوخی کردم شما بگویید.

استاد: خوب. سعی می کنم خلاصه کنم. یافتن شکل تعادلی با تمام این تیزبینی ها هم هنوز می تواند بی فایده یا کم فایده باشد؛ چون معلوم نکرده ایم که چه مدت زمانی طول می کشد یا چه شرایط کینتیکی باید فراهم شود تا شکل پیش بینی شده ایجاد شود. به عبارت دیگر در مدت زمانهای مورد نظر در عمل یا آزمایش ممکن است یک یا چند شکل میانی نسبتاً پایدار داشته باشیم. در واقع ما چیزی از مسیر رسیدن به شکل پیش بینی شده نمی دانیم یا درست تر بگوییم، کمتر چنین موضوعی را بررسی کرده ایم. خسته نباشید.



شکلهای صفحه ای یا سوزنی نزدیک می شود و همچنین اینکه هر چه ذره ای بزرگتر شود، اهمیت انرژی کرنشی نسبت به انرژی سطحی بیشتر می شود.

استاد: چندان هم کم نمی دانید خصوصاً اگر بتوانید از آنچه گفتید درست استفاده کنید. شاید برایتان جالب باشد اگر بدانید وجود اهمیت انرژی کرنشی گاهی باعث می شود که علی رغم میل جسم به کاهش انرژی سطحی، یک ذره ریز ذره درشتی را بخورد یا اینکه یک ذره درشت به چند ذره ریز تبدیل شود. مثل اینکه خیلی گیج شده اید. عیبی ندارد. حالا تنها انرژی سطحی را به عنوان نیروی محرکه در نظر بگیرید و سعی کنید به این سوال جواب دهید: در شکل (۱) درشت شدن توسط حرکت آنها از طرف ذره کوچکتر به سمت ذره بزرگتر انجام می گیرد. می خواهیم بدانیم که آنها از کجا می فهمند که اگر مثلاً هشتصد برابر فاصله اتمی حرکت کنند و به ذره درشت ملحق شوند، انرژی سطحی کاهش می یابد؟

دانشجوی (۱) و (۲):؟؟

استاد: چه شد؟!

دانشجوی (۲): من یکی که آنقدر به فکر به خاطر سپردن چیزهایی که قبلاً گفته اید هستم که نمی توانم روی سوال جدیدتان تمرکز داشته باشم.

استاد: نگران نباشید. کتابها و فکر کردن را که هنوز از شما نگرفته اند. علاوه بر این ظاهراً قرار است مجله فلز هم بحثی که امروز داریم را چاپ کند. در مورد پرسش ما باید بگوییم که چندان هم انتظار شنیدن پاسخی را نداشتیم. چون می دانم برخی مبادی لازم برای پاسخ گویی را ندارید. فقط هدفم این بود که یاد بگیرید هر وقت چنین فرایندهای اتمی را مطالعه می کنید، از خودتان پرسید: آنها از کجا می فهمند؟ و اما پاسخ: واقعیت این است که به دلایل ترمودینامیکی، غلظت α

شدن نگاه کنیم و شکلهای ذرات را مشابه فرض نکنیم، گاهی اوقات حتی می توان ریز شدن را انتظار داشت. به عنوان مثال در عملیات کروی کردن (spheroidizing) فولادها، هر ذره کاربید، که در ابتدا شکلی صفحه ای دارد، به تعدادی ذره ریز (تقریباً کروی) تبدیل می شود و مساحت نیز کاهش می یابد. با توجه به این مثال می توانید یک ذره را تصور کنید که به علت داشتن شکلی متفاوت و مناسب ذره ای بزرگتر را بخورد.

دانشجوی (۱): من می خواهم سؤالی مشابه با مثال شما مطرح کنم، اما این بار در مورد انرژی سطحی. چه دلیلی دارد که وقتی مساحت سطح مشترک $\beta-\alpha$ کاهش می یابد، انرژی سطحی کل هم کاهش یابد؟

استاد: هیچ دلیلی! شما نکته را درست تشخیص داده اید. در سیستم مورد مطالعه در شکل (۱)، مسأله حداقل ساختن انرژی سطحی کل تنها در صورتی به حداقل ساختن مساحت کل تبدیل می شود که انرژی بر واحد سطح (۲) دو ذره یکسان باشد و یکسان بماند ولی اگر ساختمان و انرژی سطوح به علل متفاوتی از جمله میزان همبستگی (coherency)، صفحه کریستالوگرافی، میزان جذب ناخالصی ها و...، متفاوت باشد، نمی توان از این روش استفاده کرد.

بگذریم. چرا هیچکدامتان راجع به اولین پرسش من نظری نمی دهید. آیا جز انرژی سطحی نباید تغییرات نوع دیگری از انرژی را نیز مورد بررسی قرار داد؟

دانشجوی (۱): شاید مقصودتان انرژی کرنشی (strain energy) است؟

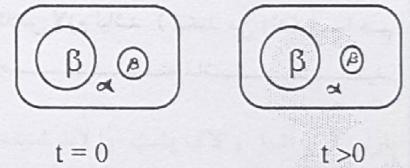
استاد: مقصودم این هم هست. خوب، انرژی کرنشی چگونه بر فرآیند درشت شدن تاثیر می گذارد؟

دانشجوی (۱): نمی توانم جواب سؤالتان را به طور کامل بدهم. فقط اینقدر می دانم که معمولاً با دخالت انرژی کرنشی، ذره به

یکی از این روزها - دانشگاه ترانسیلوانیا - برمودا

استاد: همانطور که می دانید، بحث امروز ما درشت شدن (coarsening) است. مقصود از درشت شدن، رشد حجم هایی از یک فاز به خرج حجم های دیگری از همان فاز است. به عبارت دیگر، فرض بر این است که حین درشت شدن مقدار کلی فاز مورد نظر تغییری نمی کند. فاز درشت شونده می تواند جامد، مایع یا گاز باشد در عین حال ما اینجا بحثمان را روی جامدها متمرکز می کنیم، ولی با ذکر این نکته که بسیاری از نتایج قابل تعمیم به موارد گاز و مایع هم هستند.

آیاز خاصی از A و B در نظر بگیرید که در دما و فشار ثابت قرار دارد و دو فاز α و β با درصدهای تعادلی در آن موجودند. می خواهیم درشت شدن فاز β را در زمینه فاز α مطالعه کنیم (شکل ۱). فکر می کنید نیروی محرکه (driving force) برای چنین فرایندی چه باشد؟



شکل ۱

دانشجوی (۱): حجم کلی β که ثابت است؛ بنابراین در ظاهر تنها اتفاقی که افتاده این است که مساحت کلی سطح مشترک $\beta-\alpha$ کاهش یافته است. پس نیروی محرکه، کاهش انرژی سطحی است.

استاد: آیا اگر حجم ثابت مانده باشد، می توان نتیجه گرفت که انرژی آزاد حجمی نیز ثابت مانده است و تنها چیزی که باید بررسی کرد انرژی سطحی است؟

دانشجوی (۲): فکر نمی کنم که نتیجه درستی باشد. اما اگر اجازه بدهید، اول سؤال خودم را مطرح کنم. در شکل (۱) شما دو ذره β را کروی فرض کرده اید و ظاهراً تا آخر هم کروی مانده اند. اگر ذرات بتوانند دارای شکلهای متفاوتی باشند، آیا ممکن نیست رفتار دیگری مشاهده شود؟

استاد: پرسش خوبی است. در حقیقت اگر از دیدگاه مساحت سطوح به فرایند درشت

فلزی و مواد سرامیکی مهم و مورد استفاده مهندسی مشاهده شده است. از این میان خصوصاً مورد درشت شدن ذرات فاز γ در ابر آلیاژها (Super Alloys) بسیار جالب است. اتفاقی که در این آلیاژها می افتد...

دانشجوی (۱): خسته نباشید استاد!

استاد: نمی خواهید بدانید که شکل ذره، ساختمان سطح مشترک و تنش ایجاد شده مجاور ذره، چگونه در شیب غلظتی مجاور ذره یا حتی میزان تعادلی فازها تاثیر می گذارد؟ یا اگر انرژی آزاد شیمیایی نیز در حال تغییر باشد و مثلاً درصد حجمی β در حال افزایش باشد چه می شود؟ یا نمی خواهید بدانید در شرایط واقعی که یک ذره در اطراف خود هم ذرات کوچکتر از خود را می بیند و هم ذرات بزرگتر از خود را، سرانجام بزرگ میشود یا کوچک؟

دانشجوی (۱): نه!

دانشجوی (۲): چرا!!

استاد: شاید واقعاً هم آموختن همه چیز در کلاس لازم نباشد (لبخند می زند) شما هم خسته نباشید.

مرحله میانی (و لازم) در فرایند درشت شدن، انگیزه یا نیرو محرکه ای ندارد، پس نفوذ (Diffusion) آنها در زمینه انجام نمی گیرد. در واقع اینکه یک حالت از حالت دیگری کمتر باشد، برای گرفتن جواز ترمودینامیکی برای تبدیل به حالت کم انرژی کافی نیست.

دانشجوی (۱): اگر شکل ذره β مقعر باشد، غلظت α مجاورش چگونه است؟

استاد: اگر β تخت باشد، شعاع انحنایش بی نهایت و اگر مقعر باشد، شعاع انحنایش منفی است. تغییر شعاع انحنا از کوچک به بزرگ، به بی نهایت و سرانجام به منفی، همراه با کاهش در غلظت β مجاور α است. در نتیجه مثلاً یک ذره کوچک β که انحنا منفی داشته باشد، ذره ای بزرگ که انحنا مثبت دارد را می خورد.

دانشجوی (۱): آیا واقعاً این چیزها اتفاق می افتند یا فقط نتیجه هایی تئوریک است؟ شاید اگر هم اتفاق بیافتند، خیلی استثنایی باشند. این طور نیست؟

استاد: نه! اصلاً تمام این چیزهایی که به نظر شما استثنایی رسیده است، مثل تاثیر انحنا منفی یا اثر غالب انرژی کرنشی در آلیاژهای

مجاور با β ، علاوه بر فشار و دما، به انحنا β نیز وابسته است. بدین صورت که هرچه شعاع انحنا β کوچکتر باشد، α مجاورش از B غلیظ تر است. پس در شکل (۱) در واقع یک شیب غلظتی در α بین دوزره β وجود دارد که باعث حرکت اتمهای B از ذره کوچک به ذره بزرگ میشود و سبب درشت شدن ذره بزرگ می گردد.

دانشجوی (۲): طبق صحبت شما، اگر دو فاز غیر قابل حل در یکدیگر داشته باشیم، درشت شدن برای هیچ یک نمی تواند اتفاق بیفتد.

استاد: همین طور است. البته تا آنجا که فازها باعث جدایی ذرات یکدیگر شده باشند. دانستن این موضوع گاهی اوقات بسیار مفید واقع می شود. مثلاً در طراحی سرامیکهای دوفازی مناسب برای تغییر فرم سوپر پلاستیک که به ریز بودن و ریز ماندن دانه ها احتیاج داریم.

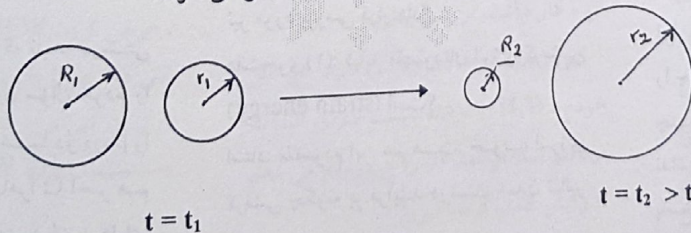
دانشجوی (۲): پس تکلیف کاهش انرژی سطحی چه می شود؟

استاد: وارد کردن عنصری غیر قابل حل در یک زمینه، انرژی آزاد شیمیایی (Chemical Free Energy) را افزایش می دهد و در نتیجه ماده برای انجام این

معمایی با جایزه

استاد پس از پایان کلاس، معمای زیر را در تابلو نصب کرد.

دو ذره کروی را در نظر بگیرید که در ابتدا شعاع یکی $1/2$ (یک و دو دهم) برابر دیگری باشد. می خواهیم ثابت کنیم که اگر ذره کوچک تر، ذره بزرگ تر را رفته رفته مصرف کند تا شعاعش به $2/3$ شعاع ابتدایی اش برسد، مساحت کل کاهش یافته است. شکل زیر وضعیت را قبل و پس از درشت شدن نشان می دهد (معمولاً مجموع حجم ذرات در طول فرایند درشت شدن، ثابت فرض می شود).



$$R_1 = 1.2r_1, \quad R_2 = 0.3R_1 = 0.36r_1$$

$$V_1 = 4\pi/3(R_1^3 + r_1^3) = 4\pi/3(2.728r_1^3)$$

سوال اول / شماره دوم / آذر - دی ۱۳۷۸

$$V_2 = 4\pi/3(R_2^3 + r_2^3) = 4\pi/3(0.0467r_1^3 + r_2^3)$$

$$V_2 = V_1 \Rightarrow r_2^3 = 2.6813r_1^3 \Rightarrow r_2 = 1.3893r_1$$

$$A_1 = 4\pi(R_1^2 + r_1^2) = 4\pi(2.44r_1^2) \cong 30.662r_1^2 \quad (1)$$

$$A_2 = 4\pi(R_2^2 + r_2^2) = 4\pi(0.1296r_1^2 + 1.9302r_1^2) \cong 25.884r_1^2 \quad (2)$$

$$(1), (2) \Rightarrow A_2 < A_1$$

بنابراین نتیجه می گیریم که خورده شدن ذره بزرگ توسط ذره کوچک (دست کم در مثال فوق)، می تواند همراه با کاهش مساحت باشد. و اگر انرژی بر واحد سطح (γ) ثابت باشد، می توان نتیجه گرفت که انرژی سطحی کل نیز در این فرایند می تواند کاهش یابد.

نظر شما در مورد این نتیجه گیری ها چیست؟

(جوابه) ای خـود را در صـندوق بـیـنـدازـید.

مسابقه علمی

پارادوکس آشیل و لاک پشت را لایب شنیده اید. ماجرا از این قرار است که آشیل و یک لاک پشت در یک مسابقه دو شرکت می کنند. اما با این شرط که لاک پشت در لحظه شروع مسابقه اندکی جلوتر از آشیل باشد. (مثلاً فرض کنید طول مسیر مسابقه یک کیلومتر است و لاک پشت ده متر جلوتر از آشیل قرار گرفته است) مدعی سفسطه گر می گوید:

((لاک پشت مسابقه را خواهد برد. چون آشیل برای رسیدن به مکان ابتدایی لاک پشت مدت زمانی را صرف می کند و در این مدت زمان لاک پشت به میزانی (هر چند اندک) جلوتر رفته است. اکنون آشیل باید برای رسیدن به مکان دوم لاک پشت زمانی را صرف کند که باز هم در این زمان لاک پشت جلوتر رفته است و با تکرار این استدلال سرانجام به این نتیجه میرسیم که آشیل هرگز به لاک پشت نخواهد رسید.))

در واقع این پارادوکس مقدمه ای برای طرح معمای اصلی مان بود. حالا به این عبارت توجه کنید:

((اگر دو قطعه A, B که در همه چیز، مگر اندازه دانه، با هم یکسانند، در یک دمای نسبتاً بالا نگه داریم مادام که در دو قطعه رشد دانه انجام می شود، هرگز اندازه دانه های قطعه ریز دانه، مثلاً A، به اندازه دانه های قطعه درشت دانه (B) نخواهد رسید.))

آیا به نظر شما این عبارت صحیح است؟ آیا استدلالی مشابه آنچه که سفسطه گر بیان کرد، در این مورد نتیجه درست می دهد؟ چرا؟

(جوابه) ای خـود را در صـندوق بـیـنـدازـید.



نقدی بر آزمون کارشناسی ارشد مواد ۷۸ (بخش نخست)

آزمونهای ورودی دوره های مختلف آموزشی نقش مرنوشت ساز و حساسی را در زندگی بسیاری از افراد جامعه ایفا می کنند. آزمون کارشناسی ارشد رشته ما نیز جدا از این قانون نیست اما با وجود اهمیت ویژه اش اغلب با سهل انگاری طرح شده است. این که یک آزمون دارای اشتباه باشد چندان حادثه بزرگی نیست اما اگر و تعداد این اشتباه ها نسبتاً زیاد باشد و هر سال همین وضعیت تکرار شود و اگر هیچ ارزیابی از این آزمونها انجام نگیرد و اگر هیچ کسی پاسخگوی آنچه که مسئول آن بوده است نباشد، آنگاه می شود گفت که فاجعه ای روی داده و بر سیستم حاکم شده است.

تلاش ما در این نوشته بر آن است که وجود چنین اشکالهایی را در آزمونها ثابت و روشن کنیم چون بر این باوریم که شرط لازم اصلاح، داشتن فهمی درست و شفاف از مشکل است. پر واضح است که نقد ما نیز الزاماً خالی از خطا یا سوء تعبیر نیست. به همین سبب فروتنانه از کلیه دانشجویان و اساتید صاحب نظر خواهشمندیم که با انتقادها و رهنمودهایشان ما را در پیشبرد این وظیفه یاری رسانند و همین منت خویش سازند.

خواص فیزیکی مواد
(پرسشهای ۹۰-۷۱)

۷۴- وقتی دو عنصر در حالت مایع کاملاً در هم حل شده و در حالت جامد اصلاً در هم حل نمی گردند

دمای شروع ذوب آلیاژ تشکیل شده از دو عنصر فوق همواره... .

۱- برابر با دمای ذوب عنصری است که درصد بیشتری دارد.

۲- کمتر از دمای ذوب هر یک از سازنده های آن است.

۳- ثابت است و تابع ترکیب شیمیایی نیست.

۴- بیشتر از دمای ذوب هر یک از سازنده های آن است.

گزینه های (۲) و (۳) هر دو صحیح هستند. ممکن است این شبهه ایجاد شود که گزینه (۳) به خاطر ثابت قید نشدن فشار نادرست است. اما

باتوجه بیشتر به این گزینه مشخص میشود که مقصود از "ثابت بودن"، به

احتمال قوی، مستقل بودن از ترکیب شیمیایی است که روشن است در هر

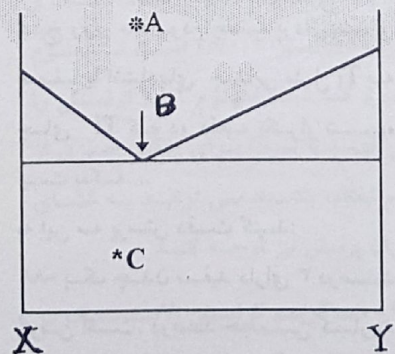
فشاری صادق است. اگر هدف طراح سوال از واژه "ثابت" بیان امری کلی

بود به افزودن قسمت دوم عبارت یعنی "و تابع ترکیب شیمیایی نیست"

نیازی نمی باشد.

۷۸- در شکل زیر درجه آزادی را در

نقاط A، B و C مشخص کنید. (در فشار ثابت)



(۱) در نقطه A، نقطه B، ۱، نقطه C، ۲

(۲) در نقطه A، ۱، نقطه B، ۳، نقطه C، ۲

(۳) در نقطه A، ۱، نقطه B صفر، نقطه C، ۲

(۴) در نقطه A، ۲، نقطه B صفر، نقطه C، ۱

نخست آنکه طرح نامناسب گزینه ها موجب شده است که تنها با دانستن

درجه آزادی نقطه C، گزینه درست (گزینه ۴) مشخص شود. و دوم آنکه

پرسش شماره ۸۰ هیچ چیزی بیشتر از پرسش ۷۸ ندارد و در نتیجه حداقل

یکی از این دو زائد است. مقایسه کنید) و توجه داشته باشید که هر دو

پرسش توسط یک گروه گزینش شده اند):

۸۰- در یک آلیاژ دوتایی در فشار ثابت کدام گزینه صحیح است؟

۱- در منطقه دو فاز هیچ درجه آزادی وجود ندارد.

۲- در منطقه یک فاز هیچ درجه آزادی وجود دارد.

۳- در نقطه یونکتیک هیچ درجه آزادی وجود ندارد.

۴- در نقطه پریکتیک دو درجه آزادی وجود دارد.

و اما پرسش ۸۴ که معرکه است. ببینید:

۸۴- یک ماده با شبکه کریستالی BCC دارای پارامتر شبکه ۴

آنگستروم میباشد. اندازه طول بردار برگر b صفحات (۲۲۲) آن چقدر می

باشد؟

$$\rho_{Fe} = 5/1 \text{ g/cm}^3$$

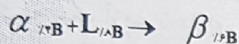
$$\rho_{\alpha} = 7/6 \text{ g/cm}^3$$

۸۹- نسبت ضخامت لایه فریت به سمیتیت در ساختار لایه ای شکل پرلیت در زیر خط یوتکتوئید تقریباً برابر چند است؟

- (۱) ۵ (۲) ۶
(۳) ۷ (۴) ۹

۷۵- واکنش تغییر ناپذیر زیر را در

سیستم آلیاژی A-B در نظر بگیرید:



کدامیک از آلیاژهای زیر درست

قبل از شروع واکنش فوق دارای

بیشترین مقدار فاز جامد می باشد؟

- (۱) A-۵B (۲) A-۶B
(۳) A-۷B (۴) A-۸B

چنان که می بینید پرشهای ۸۸ و ۸۹

هر دو توانایی دانشجوی در استفاده از

قانون اهرمها و تبدیل درصد جرمی به

درصد حجمی را محک می زنند و

دمت کم یکی از این دو پرش

اضافی است. پرش ۸۹ بیشتر در

کنکور کارشناسی ارشد آمده است و

چون اعداد سر راستی را در گزینه

هایش دارد پاسخش را به راحتی می

توان از حفظ کرد. در پرش ۷۵ نیز،

مخالف آنچه که در ابتدا به نظر می

رسد، فهم واکنش بریتکتیک لازم

نیست بلکه تنها فهم کیفی قانون

اهرمها در ناحیه دو فازی $\alpha + L$

پاسخ درست را نتیجه می دهد و

همانطور که دیدیم پرش ۹۰ نیز

چیزی جز به کار بردن قانون اهرمها

نداشت و پرشهای ۷۸ و ۸۰ نیز در

واقع یک پرش بودند. با توجه به این

حقیقت که معمولاً اجماعی از اساتید

دانشگاههای مختلف ایران در طراحی

و سپس انتخاب پرشهای هر درس

در همان نظر اول آشکار می شود

که گزینه های (۱)، (۳) و (۴)

نادرستند چون هیچ فولادی این قدر

کربن ندارد. البته شما خواهید گفت

که: دانشجوی دیگر باید آن قدر بفهمد

که اینها غلط چاپی است و باید هر سه

عدد را در ۰/۰۱ ضرب کند. بله البته

درست می گویند ولی با این کار نیز

پاسخ درست بدست نمی آید. پاسخ

درست پرش ۰/۲۵۴ است که اگر

گردش هم کنیم ۰/۲۵ می شود.

باز هم می برسید پس طراح پاسخ

درست را چگونه بدست آورده

است. حقیقت این است که اینجا نیز

طراح کلک مرغابی سوار کرده یعنی

در نوشتن قانون اهرمها، (۰/۰۲ -

۰/۸) را برابر با ۰/۸ فرض کرده و در

نتیجه به مقدار دقیق ۰/۲۴، یعنی

گزینه اصلاح شده (۳)، رسیده است.

در حالی که اگر قرار بود چنین کاری

انجام شود چه نیازی بود که در همان

ابتدای پرش حد حلالیت ۰/۰۲

تذکر داده شود؟! می بینید که در اینجا

نیز قرار نیست دانشجوی پرش را

پاسخ بدهد بلکه باید آنرا تصحیح

کند.

علاوه بر آنچه آمد این مجموعه بیست

پرشی مشکلی دیگر نیز دارد که هر

چند درظاهر کوچک است ولی ارزش

آن را باز هم پایین تر می آورد. نه به

هیچ روی مقصودم جمله پردازیهای

ضعیف با اشتباههای چاپی مثل T_1 به

جای T_i که دو دفعه تکرار شده

نیست بلکه....

به این سه پرش دقت کنید:

۸۸- یک چدن سفید دارای ۳ درصد

کربن است. درصد حجمی کاربید

موجود در این آلیاژ در دمای 721°C

چند درصد است؟

(۱) $1/42 \text{ \AA}$ (۲) $1/15 \text{ \AA}$

(۳) $4/2 \text{ \AA}$ (۴) $11/5 \text{ \AA}$

در ظاهر طراح، و البته متخصص

گزینش کنند، متوجه نبوده اند که روی

هر صفحه می توان بردارهای برگریزی

متعدد، با جهت ها و اندازه های

گوناگون، داشت. به عبارت دیگر

پرشی که طرح شده مانند این است

که پیرسیم: طول برداری که روی

فلان صفحه قرار گرفته چقدر است؟

و البته روشن است که طول بردار را

نمی توان بدست آورد. از این اشتباه

آشکار که بگذریم املاء و انشای فار

سی نیز در طرح پرش به خوبی

رعایت نشده است که گفته اند:

الاکرام بالاتمام. توجه کنید:

اندازه طول بردار، دارای پارامتر

شبكة ۴ آنگستروم و بردار برگریز (که

همان اشتباه معروف نشانه مالکیت

گرفتن s آخر نام Burgers است).

ممکن است حالا بگویید پس طراح،

طول بردار مورد نظر خود را، که لابد

در یکی از گزینه ها یافت می شود،

چگونه بدست آورده است؟! پاسخ این

است که انگار وی فاصله صفحه ها

(۲۲۲) را محاسبه کرده است می

گویند نه امتحان کنید!

۹۰- اگر حد حلالیت کربن در فریت

در دمای یوتکتوئید ۰/۰۲٪ باشد و

غلظت کربن نقطه یوتکتوئید را ۰/۸٪

فرض کنیم و چنانچه یک فولاد ساده

کربنی دارای ۳۰٪ پرلیت و مابقی

فریت باشد (پس از تجزیه یوتکتوئیدی

آستنیت) درصد کربن این فولاد چقدر

خواهد بود؟

(۱) ۱۸٪ (۲) ۰/۲۱٪

(۳) ۲۴٪ (۴) ۳۱٪

نقش دارند، این پرسش در ذهن مطرح می شود که چرا و چگونه پرسشهای دارای مضامین تکراری انتخاب شده اند؟ نظارتی نبوده است و نیست؟ یا اینکه متالورژی فیزیکی تا این حد فقیر است؟ و چگونه پرسشهایی چون پرسش ۸۴ که آشکارا غلط است طرح و انتخاب شده است؟ نظارتی نبوده است و نیست؟ یا اینکه فهم ما از متالورژی فیزیکی در همین سطح است؟

ببررسی برخی پرسشهای "خواص مکانیکی مواد" و به خصوص "استحاله فازها و نمودارهای تعادلی" خواهیم دید که چنین مواردی به هیچ روی استثنایی نیستند. پرسشهایی که وقتی آنها را می بینیم نمی دانیم بخندی یا گریه کنی.

خواص مکانیکی مواد

(پرسشهای ۱۱۰-۹۱)

۹۳- تنش شکست یک ماده ترد که دازای ترکی به طول ۵ میکرومتر می باشد چند مگا پاسکال است؟

$$(E=100\text{Gpa}, \nu=1/3, \gamma=1\text{J/m}^2)$$

- ۱ (۱) ۵۰
 ۲ (۲) ۱۰۰
 ۳ (۳) ۲۵۰
 ۴ (۴) ۵۰۰

هیچیک از گزینه ها صحیح نیست. پاسخ درست ۱۶۰ Mpa (برای شرایط plane stress) یا ۱۶۷ Mpa (برای شرایط plane strain) و با فرض $\nu=1/3$ می باشد. طراح می توانست دست کم از واژه "تقریباً" استفاده کند یا نزدیک ترین گزینه به پاسخ واقعی را بخواهد. هر چند باز پرسشی پیش می آید که مگر خدا عدد را از آدم گرفته است و نمی شود به جای ۱۰۰ مثلاً نوشت ۱۴۱۶۵

و اما پرسش ۱۰۱ گل سرسبد پرسشهای خواص مکانیکی است که در آن ثابت می شود که فقط با استفاده از طول یک قطعه می توان یک خاصیت متالورژیکی آن را نتیجه گرفت!

۱۰۱- اگر طول اولیه یک نمونه ۷۶ میلی متر باشد ماکزیمم طولی را که می توان بدون اینکه تغییر شکل پلاستیک در آن رخ دهد داشته باشد چند میلی متر است؟

- ۱ (۱) ۷۶/۰۰۲
 ۲ (۲) ۷۶/۱۲۵
 ۳ (۳) ۷۶/۱۵۲
 ۴ (۴) ۷۶/۵۲۱

در ظاهر طراح و انتخابگر پرسش متوجه نبوده اند که "یک نمونه" می تواند هر چیزی باشد و مواد مختلف می توانند تغییر شکل الاستیک متفاوتی را تحمل کنند. باز شما می پرسید "پس طراح پاسخی را که درست می داند چگونه بدست آورده است؟" نکته دوم همین جا است که طراح 0.2%offset را هم نفهمیده و فکر کرده که کل کرنش (مهندسی) الاستیک همه نمونه های عالم ۰/۲٪ است! بنابراین ۷۶ را در ۰/۰۰۲ ضرب کرده تا افزایش طول بدست آید و در نتیجه گزینه درست از نظر وی گزینه (۳) است (در گزینه های (۲) و (۴) هم با ارقام ۵۰۲، ۱ و ۵ بازی کرده تا در دل پاسخ دهند. شبهه ایجاد کند! و گزینه (۱) نیز ۷۶/۰۰۲ است تا معلوم شود که شما مفهوم ۰/۲٪ کرنش را می فهمید یا نه!) برای اینکه چیزی از قلم نیفتاده باشد می توانید به انشای روان پرسش نیز توجه کنید.

۹۸- ماکزیمم کرنش الاستیک در نمودار تنش - کرنش یک فولاد برابر است با ۰/۰۰۲. استحکام تسلیم این فولاد برابر است با: ($E=210 \times 10^3 \text{Mpa}$)

(۱) ۳۸۰ Mpa (۲) ۴۰۰ Mpa
 (۳) ۴۲۰ Mpa (۴) ۴۴۰ Mpa

هر چند این پرسش مشکلی ندارد اما باز با دیدن عدد ۰/۰۰۲ این شبهه ایجاد می شود که نکند طراح این پرسش نیز... گذشته از این چنین پرسشی برای درس متالورژی مکانیکی تا اندازه ای سبک و نامناسب است این پرسش به همراه پرسشهای ۱۰۱، ۱۰۰ (که تعریف چقرمگی به عنوان سطح زیر منحنی تنش - کرنش پاسخش است)، پرسش ۹۲ که پس از چهار مرحله تغییر نرم میزان تغییر فرم کل را می خواهد) و پرسش ۱۰۸ که مربوط به انرژی جذب شده در ناحیه الاستیک است) مربوط به تعریف های ابتدایی درس مقاومت مصالح یا خواص فیزیکی می شوند و شایسته نیست یک چهارم کل سؤالات متالورژی مکانیکی را به خود اختصاص دهند.

۱۰۹- برای شکست قطعات بصورت ترد تنها عامل بازدارنده رشد ترک... می باشد.

- (۱) انرژی لازم جهت ایجاد سطوح جدید
 (۲) انرژی لازم جهت حرکت نابجایی
 (۳) تمرکز موضعی تنش در قطعه
 (۴) استحکام بالای قطعه

گزینه های (۱) و (۳) هر دو می توانند از عوامل بازدارنده رشد ترک باشند. اثر انرژی سطحی که معروف تر است (و احتمالاً پاسخ مورد نظر بوده است) و اما تمرکز موضعی تنش فشاری نیز می تواند بر سر راه رشد ترک مانع ایجاد کند و یکی از مکانیزمهای کاملاً جا افتاده toughening است.

در پرسش ۱۰۴ هم این مشکل دیده می شود:

۱۰۴- یک نابجایی در اثر اعمال تنش کماتی شده و قفل شده است. اگر تنش اعمالی دو برابر شود شعاع انحنای چند برابر خواهد شد؟

جمله اول این پرسش باید به این ترتیب اصلاح شود که: یک نابجایی قفل شده، در اثر اعمال تنش کماتی شده است زیرا انحنای باید با محدودیت ایجاد شده توسط قفل خاصی به وجود آمده باشد تا بتوان بین تنش اعمالی و شعاع انحنای رابطه ای برقرار کرد. دبیر هندسه ای دانشم که می گفت: "هندسه یعنی درست صحبت کردن". ولی افسوس که فقط بر سر در آکادمی افلاطون نوشته شده بود: "کسی که هندسه نمی داند وارد نشود". و سرانجام پرسش نهایی این است که در چنین آزمونی این دانشجو است که محک می خورد یا استاد؟ نه اشتباه نکنید! من فکر نمی کنم که پاسخ درست این پرسش، "استاد" باشد. پاسخ درست، "هر دو" است چون تا دانشجو نخواهد چنین نخواهد شد و چنین نخواهد ماند.

احتمال زیاد مقصود طراح بوده است (به پیش می برد. چون بین تنشهای کششی، فشاری و خمشی، در این پرسش تفاوت ذاتی نیست و در نتیجه از آنجا که پرسش فقط یک جواب می تواند داشته باشد پس (۴) همان پاسخ درست است. (اگر مقصود از چقرمگی اندازه گیری شده K_{IC} حاصل از روشهای آزمایشی استاندارد باشد نیز، هم اعمال تنش خمشی در **three-point bend bar** مرسوم است و هم اعمال تنش کششی در **compact sample**)

در پرسش نامه اشکالهای کوچکتر ولی همچنان غیر قابل گذشت دیگری نیز وجود دارد. به طور مثال در پرسش ۹۹ گزینه (۱) تنها به این دلیل انتخاب می شود که کمتر از دیگر گزینه ها غلط است. یک منحنی کامل **hardness vs aging time** شده که سیر صعودی و سپس نزولی **hardness** را نمایش می دهد و ادعا شده که این منحنی معرف "فراپیری" (**over aging**) است، در حالی که تمام مراحل **aging** در آن مشاهده می شود.

۱۱۰- اگر چقرمگی شکست اندازه گیری شده بیش از K_{IC} پیش بینی شده باشد کدام گزینه صحیح است؟
 (۱) تنش کششی اعمال شده به قطعه کافی نبوده است.
 (۲) تنش خمشی اعمال شده به قطعه کافی نبوده است.
 (۳) تنش فشاری اعمال شده به قطعه کافی نبوده است.
 (۴) شعاع نوک ترک زیاد بوده است.
 صورت سؤال مبهم است اما مقصود از "اندازه گیری" چه اندازه گیری K_{IC} به روشهای استاندارد باشد و چه اندازه گیری K_{IC} یک قطعه هنگام سرویس و مقصود از "پیش بینی" چه پیش بینی تئوریک باشد و چه اندازه گیری K_{IC} به روشهای استاندارد، دست کم سه گزینه (۱)، (۲) و (۳) می توانند درست باشند. چون (چه در عمل چه در تئوری) کاهش میزان تنش وارد شده (یا سرعت کرنش اعمالی) و افزایش شعاع نوک ترک هر دو K_{IC} را بالا می برند.
 از طرف دیگر طرح گزینه ها به گونه ای انجام شده که هر کسی را به سادگی به انتخاب گزینه (۴) (که به

اگر عمری باشد) برای ما و مجله، در شماره بعدی به بررسی پرسشهای "استحاله های فازی و نمودارهای تعادلی" آزمون سال ۷۸ خواهیم پرداخت و نشان خواهیم داد که حداقل ۲۵٪ پرسشها کاملاً غلط است.



نقدی بر آزمون کارشناسی ارشد مواد ۷۸ (بخش پایانی)

آزمونهای ورودی دوره های مختلف آموزشی نقش سرنوشت ساز و حساسی را در زندگی بسیاری از افراد جامعه ایفا می کنند. آزمون کارشناسی ارشد رشته ما نیز از این قانون مستثنی نیست اما با وجود اهمیت ویژه اش اغلب با سهل انگاری طرح شده است. این که بک آزمون دارای اشتباه باشد چندان حادثه بزرگی نیست اما اگر تبع و تعداد این اشتباه ها نسبتاً زیاد باشد و هر سال همین وضعیت تکرار شود و اگر هیچ ارزیابی از این آزمونها انجام نگیرد و اگر هیچ کسی پاسخگوی آنچه که مسؤول آن بوده است، نباشد، آنگاه می شود گفت که جامعه ای روی داده ویر میستم حاکم شده است.

ن تلاش ما در این نوشته بر آن است که وجود چنین اشکالهایی را در آزمونها ثابت و روشن کنیم. چون بر این باوریم که شرط لازم اصلاح، داشتن فهمی درست و شفاف از مشکل است. پر واضح است که نقد ما نیز الزماً خالی از خطا یا سوء تعبیر نیست. به همین سبب فروتنانه از کلیه دانشجویان و اساتید صاحب نظر خواهشمندیم که با انتقادات و رهنمودهایشان ما را در پیشبرد این وظیفه یاری رسانند و رهین منت خویش سازند.

(۲) جوانه زنی همگن و غیر همگن

در تبدیل مذاب به جامد.

(۳) جوانه زنی غیر همگن وقتی که

زاویه خیس شوندگی (θ) کم باشد.

(۴) جوانه زنی همگن و غیر همگن

در حالت جامد وقتی که اثر تنش

قابل صرف نظر کردن باشد.

همانطور که می بینید گزینه های

(۱) و (۳) برای چنین پرسشی، ((بی

معنی)) هستند و نه ((نادرست)). به

عبارت دیگر بازخوانی پرسش برای

مثلاً "گزینه (۱) چنین می شود

که: ((آیا در جوانه زنی همگن ،

θ^* مستقل از نوع جوانه زنی

است؟))

باقی می ماند گزینه های (۲) و (۴)

که هر دو درست هستند.

افزون بر اشکالات یاد شده،

گزینه (۱) دارای تناقضی درونی نیز

هست ، زیرا معمولاً وقتی از زاویه

توجه به آنکه چیزی درباره

((بزرگ)) بودن پارامتر عدم انطباق

گفته نشده است) به احتمال قوی

پاسخ درست از دید طراح ، گزینه

(۴) بوده است. البته باید دقت کرد

که با توجه به ابعاد چندین

میکرومتری رسوب، بعید است که

در مرحله هسته گذاری باشیم و

همچنین صورت پرسش تنها گویای

((قرار گرفتن)) رسوب در مرز دانه

است و نه ((تشکیل شدن)) رسوب

در مرز دانه. ولی در هر حال

نمی توان یک گزینه را به طور قاطع

انتخاب کرد.

۱۲۰- در کدام یک از شرایط زیر

θ^* (شعاع بحرانی جوانه زنی)

مستقل از نوع جوانه زنی می باشد؟

(۱) جوانه زنی همگن وقتی که

زاویه خیس شوندگی (θ) کم باشد.

استحاله فازها و نمودارهای

تعادلی (پرسشهای ۱۳۰-۱۱۱)

۱۱۶- رسوبی با ابعاد چندین

میکرون در مرز بین دو دانه قرار

گرفته است. ($\delta \neq 0$) پارامترهای عدم

انطباق) کدام عبارت در مورد فصل

مشترک این ذره با دانه های دو

طرف می تواند صحیح باشد؟

(۱) با یکی از دانه ها کوهیرنت و با

دیگری نیمه کوهیرنت است.

(۲) با دانه های هر دو طرف نیمه

کوهیرنت است.

(۳) با دانه های هر دو طرف

کوهیرنت است.

(۴) با یکی از دانه ها نیمه

کوهیرنت و با دیگری غیر کوهیرنت

است.

گزینه های (۲) و (۴) هر دو می توانند

درست باشند هم چنین درستی

گزینه (۱) نیز خالی از قوت نیست (با

پاسخ مورد نظر طراح به احتمال زیاد گزینه (۱) بوده است. شاید این سوء تعبیر از پرسش پنجم فصل سوم کتاب Porter, Easterling (چاپ دوم) ایجاد شده باشد.

۱۳۰- اگر D_L ضریب نفوذ در داخل دانه و D_b ضریب نفوذ در مرز دانه و D_s ضریب نفوذ در سطح فلز باشد کدام گزینه درست می باشد؟ (برای هر درجه حرارتی)

$$D_b > D_s > D_L \quad (1)$$

$$D_b > D_L > D_s \quad (2)$$

$$D_L > D_s > D_b \quad (3)$$

$$D_s > D_b > D_L \quad (4)$$

هر چهار گزینه نادرست می باشند. گزینه (۴) برای دماهایی به اندازه کافی پایین درست است. اما با توجه به شرط گفته شده در صورت پرسش (برای هر درجه حرارتی) تنها می توان بین انرژی های اکتیواسیون نفوذ چنین رابطه ای را درست دانست که

$$Q_L > Q_b > Q_s$$

هر چند که تا همین جا هم دیده شد که ۲۵ درصد پرسشهای این بخش نادرست است اما هنوز اشکالات دیگری نیز وجود دارد. به دو پرسش زیر توجه کنید:

۱۲۱- در مورد تجزیه آستینیت به پرلیت و به هنگام سرد شدن، سرعت جوانه زنی...

کربن روی ضلع موازی آن نشسته است، انجام گیرد که هیچیک از گزینه ها چنین پاسخی را بیان نمی کند.

۱۲۹- در مورد تبلور مجدد و رشد دانه کدامیک صحیح است؟

(۱) در مرحله رشد دانه مرزدانه به طرف مرکز انحنا و در تبلور مجدد در خلاف جهت حرکت می کند.

(۲) در تبلور مجدد مرز دانه به طرف مرکز انحنا و در مرحله رشد دانه در خلاف جهت حرکت می کند.

(۳) در هر دو مرحله مرز دانه به طرف مرکز انحنا حرکت می کند.

(۴) در هر دو مرحله مرز دانه خلاف جهت نسبت به مرکز انحنا حرکت می کند.

باز هم هر چهار گزینه نادرست است. در رشد دانه حرکت مرزدانه به طرف مرکز انحنا و در تبلور مجدد در هر جهتی می تواند باشد.

زیرا نیرو محرکه حاصل از انحنا در رشد دانه است که می تواند سهم عمده ای از کل نیرو محرکه را داشته باشد اما در تبلور مجدد تنها یکی از چند عامل مؤثر بر حرکت مرز دانه (و معمولاً ضعیف ترین آنها) است و معمولاً انرژی کرنشی است که جهت حرکت مرزدانه را مشخص می کند.

θ سخنی گفته می شود که هسته گذاری غیر همگن باشد و نیز اگر زاویه خیس شونده مستقلاً تعریف شود آنگاه جوانه زنی همگن در حالتی که θ بزرگ باشد انجام پذیرتر است.

۱۲۶- تحول مارتنزیتی در فولاد کربنی، باعث تبدیلی FCC → BCT می شود. در اثر وقوع چنین تحولی انقباض ۲۰ درصدی در راستای ... رخ می دهد. (۱) Y و ۱۲ درصد در راستای محوره های Z و X با اتمهای کربن در محل $<100> \frac{1}{2}$

(۲) X و ۱۲ درصد در راستای محور Y با اتمهای کربن در محل $<111> \frac{1}{2}$

(۳) Z و ۱۲ درصد در راستای محوره های X و Y با اتمهای کربن در محل $<100> \frac{1}{2}$

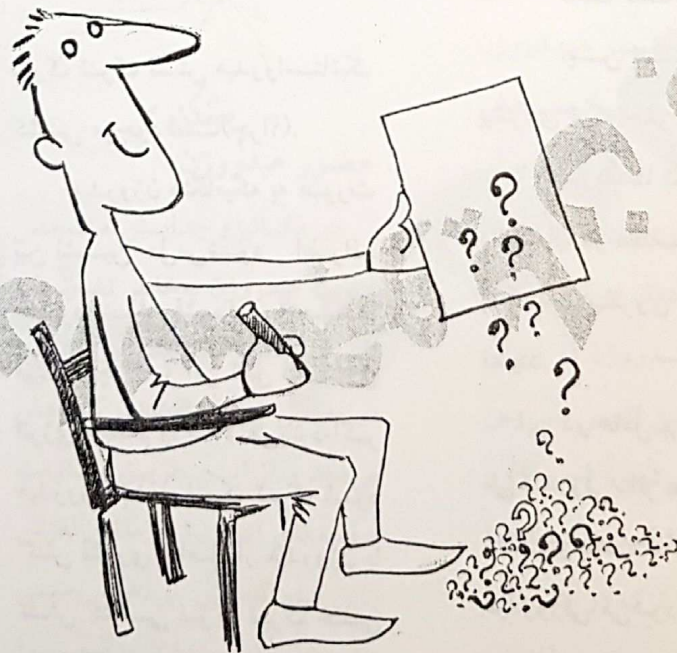
(۴) Z و ۱۲ درصد در راستای محور X با اتمهای کربن در محل $<111> \frac{1}{2}$

در تحول مارتنزیتی مورد نظر در یک جهت ۲۰ درصد انقباض و در دو جهت دیگر ۱۲ درصد "انبساط" رخ می دهد بنابراین هر چهار گزینه نادرست می باشند. اما حتی اگر واژه ((انبساط)) را به گزینه ها بیفزاییم باز هم هر چهار گزینه نادرستند زیرا انقباض باید در جهتی که

دیگر نیز به چشم می‌خورد و آن اینکه مشخص نشده است که رسوب با کاهش دما ایجاد می‌شود یا با افزایش دما. اگر رسوب گذاری یک دگرگونی نفوذی همراه با افزایش دما باشد آنگاه با افزایش ΔT (با قدر مطلق آن) نمی‌توان هیچ یک از گزینه ها را درست دانست. گزینه ۴، که به احتمال قوی پاسخ مورد نظر طراح بوده است، برای دگرگونی های نفوذی همراه با کاهش دما صادق است.

۱۲۵- در مطالعه سرعت رشد رسوب در یک زمینه با زیاد شدن ΔT ، سرعت رشد رسوب چگونه است؟ ($T_e - T = \Delta T$)
 (۱) کم می‌شود
 (۲) زیاد می‌شود
 (۳) تغییر نمی‌کند
 (۴) ابتدا زیاد و سپس کم می‌شود
 همانطور که می‌بینید پرسش دوم اضافی است و چیزی بیشتر از پرسش اول ندارد. علاوه بر این در طرح پرسش ۱۲۵ یک سهل انگاری

(۱) پرلیت با افزایش ΔT همواره افزایش و سرعت رشد آن همواره کاهش می‌یابد.
 (۲) و سرعت رشد پرلیت هر دو با افزایش ΔT ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌یابند.
 (۳) پرلیت تقریباً ثابت است. اما سرعت رشد آن با افزایش ΔT ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌یابد.
 (۴) پرلیت با افزایش ΔT ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌یابد اما سرعت رشد آن همواره افزایش می‌یابد.



معمای علمی

۱- معمولاً آلیاژهایی از Aluminium که رسوب‌سختی می‌شوند دوتایی نیستند. تصور می‌کنید که در عملیات رسوب‌سختی این آلیاژها (نسبت به آلیاژهای دوتایی) با چه مسأله‌ای ممکن است مواجه شویم؟ چه راه‌حلهایی برای این مسأله پیشنهاد می‌کنید.

۲- برخی از آلیاژهای رسوب‌سخت شونده آلومینیوم را به عمد over age می‌کنند. سه دلیل احتمالی برای این کار بنویسید.

جوابهای خود را در «صندوق سبز» بیاندازید.

معمای علمی

این بار پرسش ما بسیار پیش پا افتاده است. (در واقع پیش پا افتاده پیدا شده می شود.) چرا برای فولادهای ساده کربنی افزایش درصد کربن در هر دو ناحیه hyper و hypo باعث حرکت منحنی TTT

به سمت راست می شود؟ توجه داشته باشید که ضریب نفوذ کربن در آستنیت (D_c) با افزایش درصد کربن افزایش پیدا می کند. تحقیقی که دهها سال است که مشخص و معروف است چرا این توضیح را می دهیم؟

نمی دانم همینجوری گفتم اولی خدا و کیلی جالب نیست که این همه آدم دانشمند راجع به تأثیر پارامترهای مختلف بر کینتیک یک دگرگونی صحبت کنند ولی ندانند که مکانیزم انجام آن دگرگونی چیست؟

پاسخ های خود را در صندوق سبز ببندازید.

مسابقه علمی

میانظور که می دانید معمولاً برای توضیح دلیل به وجود آمدن انرژی سطحی به شکسته شدن تعدادی از پیوندهای اتمهای سطحی یا به گفته دیگر کاهش تعداد همسایگان اتمهای سطحی اشاره می شود.

حال دو فازخالص A و B با ساختمان مکعبی ساده (Simple cubic) و دارای پارامتر شبکه‌ای بسیار نزدیک به هم ($\delta \approx 0$) را تصور کنید که روی صفحه (100) خود یک سطح مشترک همبسته (coherent) تشکیل داده‌اند. (مطابق شکل زیر)

دانشجویی ادعا می‌کند که انرژی سطحی در چنین حالتی می‌تواند صفر یا حتی منفی باشد و برای توضیح این ادعا می‌گوید که در سمت راست که در سطح تعدادی پیوند A-A و B-B بریده شده‌اند اما به جای آنها تعدادی پیوند A-B ایجاد می‌شود و این جایگزینی می‌تواند با کاهش انرژی همراه باشد نظر شما درباره این ادعا چیست؟

پاسخهای خود را در صندوق سبز بیاورید.

