

تعریف : علمی است که به بررسی ساختار یا structure و خواص مواد را گویند.

ساختار فیزیکی، شیمیایی و قرارگیری اجزای و ذرات سازنده یک ماده سازه یا ساختار گویند.

برای مثال برای طراحی سپر خودرو در زمان های قدیم از یک توده ی توپر و حجیم و سنگین استفاده می شد.

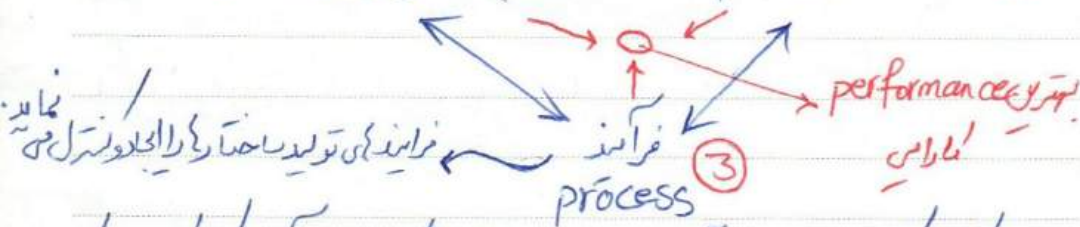
اگر بجای همان ساختار از ساختار فوم و یا لانه زنبوری honeycomb استفاده شود می تواند

مقاومت بالاتری ایجاد کند و سبک تر و ارزان تر هم می باشد.

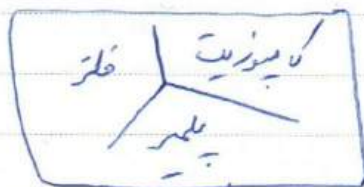
در علم مواد برای پیشرفت علوم در یک صورت می گیرند :

۱- ایجاد مواد جدید ۲- تغییر ساختار مواد قدیمی به منظور گرفتن خواص جدید از مواد

① ساختار مواد ← علم ← خواص مواد ②



مواد مهندسی : موادی که با کنترل ساختار آنها را ایجاد ساختار مشخص، از آنها یک کارایی مشخص



جامد

حاصل می گردد

فلز به یون فلزی من مواد خواص
مختصر فلزی را ایجاد می کند - مثل «الکلیت» - مثل «تیر»
غیر فلز مواد

فلزات از نظر رسانایی به گونه ای هستند برای انتقال الکتریسیته از لایه ای مرزی بیرون نیاز به انرژی زیادی ندارند و رسانایی خوبی هستند.

فراوان ترین عضو روی زمین آلومین است.

سرامیک ترکیباتی از عناصر مختلف با آلومین هستند فراوان و نسبتاً ارزان هستند.

بیمه ۱. عمدتاً پایه ای مصنوعی مثل نفت، پلاستیک (نشانده) هستند یا طبیعی از درخت ناگونی

پایه ای اصلی مهندسی فلزات. مثلاً فولاد در بسیاری از جاهای مثل ساختمان، کشتی و کاربرد دارد.

سیران صنعتی بودن یک کشور با توجه به میزان تولید و مصرف فولاد یک کشور ربط پیدا می کند.

پره های هواپیما از پایه ای نئیل و کربن ساخته شده است. باید در ۱۲۰ تا ۱۳۰ درجه کار کند.

سرامیک های شیشه ای کاربرد های گوناگونی دارد. ۱- لیزر (کاربرد نوری) ۲- عایق حرارتی

۳- پوشش چاقو و قطعات و...

کامپوزیت ماده ای با چگالی $\frac{1}{4}$ فولاد است و بسیار کاربرد دارد مثلاً در قطعات ورزشی

اهداف: مفاهیم اصلی علم مواد در این درس مطرح می گردد

ساختار مواد ← ساختار چگونگی خصوصیات ماده را در پیکه می کند ← فرایند چگونگی ساختار را تعیین

بعد از فراواندن درس علم مواد

۱- می توان از خواص مواد استفاده کرد ۲- فرصت های جدید طراحی مواد

خواص automotive و magnets

در داخل خود و خود 20 نوع فلز و خود دارد

مواد مورد استفاده در داخل بدن افراد باید biocompatibility داشته باشد یعنی در داخل بدن

واکنش شدید با بدن نهد. و باید bio functional باشد یعنی همان عملکرد خواص اصلی را دارا باشد

یعنی دچار ساییدگی و خستگی نشود

عمومی و اصلی پلی آمین

پلی سرامیک ، نایلون و ...

مهندسی

طبیعی

opaque مات

فرایند انتخاب یک ماده‌ی مورد نظر

۱- انتخاب کردن ← اندازه‌گیری خصوصیات مورد نیاز application

۲- با توجه خصوصیات ← فنرات / فایده‌ها را مشخص کنیم properties

۳- ماده ← فرایندهای مورد نیاز را مشخص می‌کنیم material

منظور از خواص ، حرارتی ، الکتریکی ، مقاومتی

اگر یک ماده این مثل Al_2O_3 یا آلومینا را به صورت متخلخل داشته باشیم این ماده نور را انعکاس

میده و این ماده کدر یا opaque است. اگر متخلخل را به صورت پراکنش تصویر مانی از زیر ماده

عبان می‌گردد و اگر یک بلور یکپارچه از آن را تولید کنیم کاملاً شفاف می‌گردد. این ماده در جلگه نوک

موتورهای حرارتی برای انتقال اشعه infrared به نوک موتور می‌گردد.

خاصیت ماده ۱ یا مسخ که یک ماده در برابر یک عامل خارجی از خوردنشان می‌دهد خاصیت

نامیده می‌شود.

فصل ۲: پیوند و ترکیب

Subject:

Year: Month: Date: ()

هر چه پیوند بین ذرات قوی تر باشد نقطه ذوب بالاتر می رود و انرژی بیشتری نیاز دارد تا ذوب گردد.

نوعی قرارگیری اجزای یک مجموعه کنار هم را ساختار پیوند

اتم: الکترون - پروتون - نوترون

عدده اتمی: مجموع تعداد پروتون در یک اتم

atomic mass unit: Amu

اتم کی لایه ی ظرفیت تعیین کننده ی نوع پیوند هستند.

اولین بار بور بود که یک تئوری در رابطه با نحوه ی قرارگیری ذرات یک اتم کنار هم ارائه داد.

الکترون کی ظرفیت: الکترون کی موجود در لایه ی پر نشده

Ionic Bond - metal + nonmetal

پیوند یونی

عناصر عمدتاً به صورت ترکیب در طبیعت هستند و واکنش می دهند تا با یکدیگر گردند مثلاً فلزات تنها یل دارند تا با اکسیژن که نزدیک آن حالت واکنش دهند. مثلاً سیلیکا، آلومینا و ...

Subject:

Year: Month: Date: ()

اگر میخواهیم رفتار یونی یک ماده را داشته باشیم که رفتار یونی آن صفر باشد. الکترونیکی

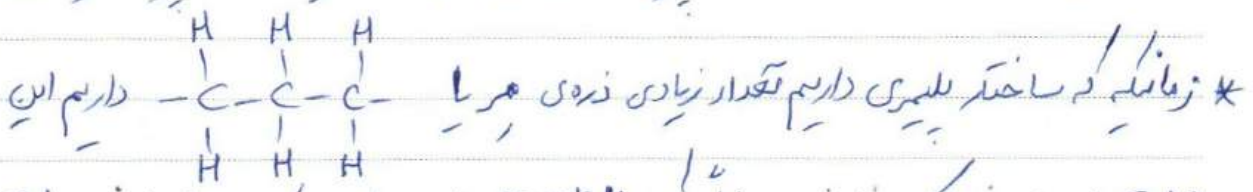
عناصر آن باید یکان باشد
$$= (1 - e^{-\frac{(x_A - x_B)^2}{4}}) \times 100$$
 رفتار یونی

مثلاً الماس که پیوند آن یونی نیست و کووالانس بسیار مستحکم است.

* زمانیکه دو عنصر الکترونیکی در کنار هم قرار گیرند برای اینکه با هم پیوند قوی داشته باشند از پیوند فلزی استفاده می شود.

* پیوند واندروالس زمانی رخ می دهد که تعادل ابر الکترونی وجود ندارد اگر این مانع آن بود که ابر

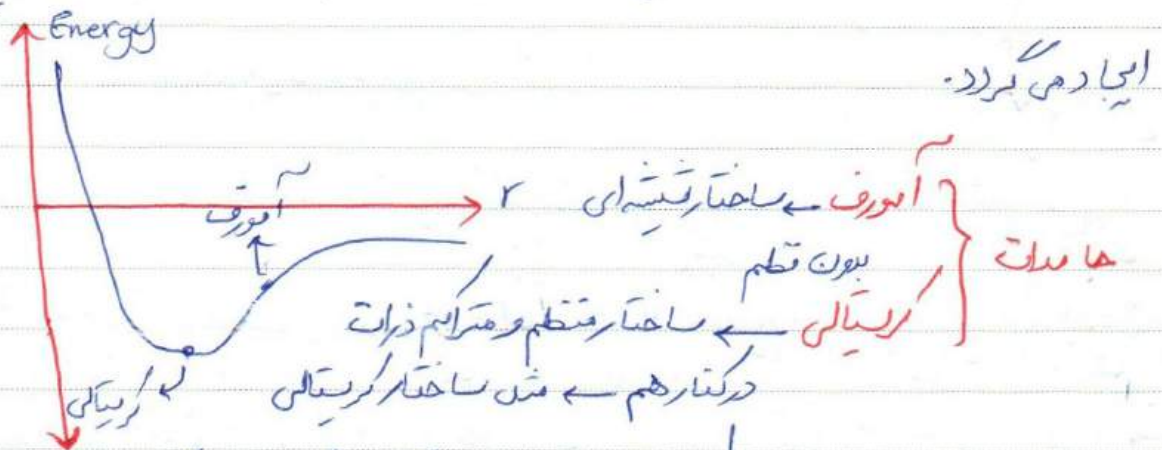
الکترونی داریم باشد مثلاً H_2O یا HCl که پیوند هیدروژنی است



ذرات با هم پیوند کمی ندارند و صرفاً یک crosslink پیوند غیر محکم می هم دارند و به راحتی با

وجود نیروی کم می توانند روی هم بلغزند. مثلاً لاستیک که با نیروی کششی به راحتی پاره می شود

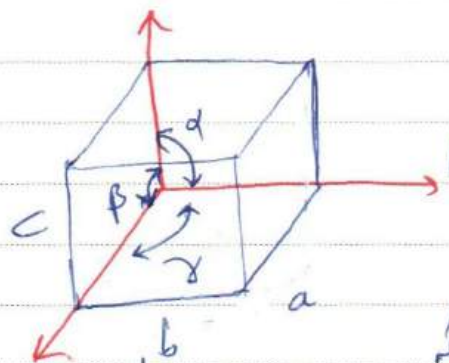
ساختار فلزات عمدتاً ساختار کریستالی است که از کنار هم قرار گرفتن اتم‌های فلز با هم پدید می‌آید.



همه تمایل مواد در طبیعت آن است که به حالت کریستالی بپردازند چون در این حالت رفتار پایداری بیشتری داریم و انرژی کمتری دارند.

مثال SiO_2 می‌تواند کریستالی باشد یعنی ساختار تتراهدرال و ۶ وجهی شکلی می‌گیرد و می‌تواند آمورف باشد که ساختار غیر منظمی دارد و Si‌ها در ساختار آن بی‌نظمی دارند و می‌تواند ناخالصی‌ها را جذب کند و مثلاً برخی عناصر مثل سدیم و راجب می‌کند و خواص ویژه‌ای متفاوت را ایجاد می‌کند.

برای رسیدن به ساختار کریستالی باید ساختار بلوری ذوب شده را با آرامی سرد کرد و فرایند سحبه‌ای دارد.



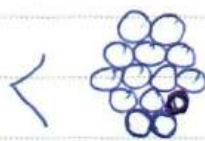
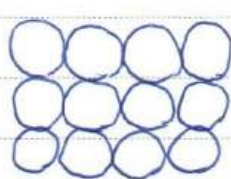
برای بررسی ساختار کریستالی، نیازمند ریاضیات هستیم.

محورهای a ، b و c می‌تواند با هم عمود باشند و آنگاه α ، β و γ

زاوای بین آنها هستند. با توجه به تغییرات آنها

7 سیستم کریستالی و 14 ساختار lattice داریم ← زیر سیستم یا قفسه می‌تواند
crystal systems crystal lattices
گیری صفحات اتمی روی هم

نمودی قرارگیری اتمی برای موجود آوردن حلال فضای خالی بین اتمی، ۳-۲ نوع شبکه‌ی صرف



برای فلزات را بوجود می‌آورد

ساختار متراکمتری دارد

فلزات دارای ویژگی هستند که بسبب می‌شود به راحتی کریستالی شوند.

Coordination number: تعداد اتمی که در همایلی یک اتم هستند و می‌تواند پیوند برقرار کنند.

در طبیعت فقط یک ماده به نام کوبالتم است که دارای چهار اتم در یک ساختار مکعبی است.

unit cell: کوچکترین واحد تکرار شونده‌ای که نظم شبکه‌ی فیزی را برای ما تبیین می‌کند.

اگر عدد کوبالتم ۶ را به حالت معمولی مکعبی است و به حالت فشرده‌تر که عدد کوبالتم ۸ است

آن ۸ است پس آنگاه ساختار BCC است که ساختار آن باید از ترو متراکم است
body centered cubic

در هندسه بلورین، APF نسبت تکرار عدد APF به تعداد اتم در یک حجم مشخص مثل مکعب a^3 می باشد.

جهت را انتخاب می کنند. عدد APF آن بالاترین رود.

ساختار FCC ساختاری است که عدد کوردیناسیونی آن ۱۲ است که ۴ اتم به صورت

آرایش خاص $face\ center\ cubic$ است.

خاصیت چگالش خاوری خاصیت است که هر چه ساختار متراکم تر باشد اتم ها نیرو را بهتر به هم منتقل می کنند و فلز نرم تر خواهد بود.

* $stacking$ نحوه تکرار تری صفحات روی هم برای ایجاد ساختار خاص مثل FCC و BCC .

* به کمک ساختار کریستالی و تعریف کردن یک $unit\ cell$ می توان چگالی یک فلز خاص را بدست آورد.

چگالی بلورین > چگالی سرامیک > چگالی فلزات

↓ ساختار بیار فشرده عمولاً عدد جرمی بیار بالایی اتم ها	↓ ساختار متراکم تر از فلزات وجود عناصر سنگین تر با ساختار سرامیکی مثل اکسیدین	↓ ساختار غیر متراکم وجود اتم های زنجیره و یا فضای خالی زیاد بین آنها
--	--	---

ساختارهای آمورف هم برای ما جذابیت‌هایی دارد مثلاً اگر لیست آمورف باشد نور را بهتر

عبور می‌دهد و واضح تر است .

در برخی از ساختارهای بخش‌های کریستالی و بخش‌های مرزی این قسمت‌ها آمورف است و اینها

از بخش‌های آمورف نگشته و ضعیف است به همین دلیل برخی از اجسام مثل تیغی پاره‌ای هوا می‌باید

باید یک بلور گردد تا مقاومت بالایی داشته باشد که کوچکترین ضربه یا لرزشی در حین شکل‌گیری

بلور سبب ایجاد یک جوانه‌ی جدید و بلور جدید می‌گردد .

بله کریستال‌ها ؛ ذرات هم‌انسان در سبزی از کوبالت ایجاد می‌کنند .

مثلاً ترکیب هم‌انسان‌های ریز با یک فلز جهت ایجاد متنی حفاری

مثلاً در حین خوشکاری ، در محل خوشکاری ، ساختار متفاوتی ایجاد می‌شود که در فرایندی

خوشکاری با اضافه کردن یک ماده یا مقاومت را بالا ببریم یا به نحوه‌ای در فرایندی سرگردن

از کریستال‌ها در ایجاد محقق استفاده می‌شود مثلاً یک کریستال در حد نانو متر در حافظه‌ای

کامپیوتری یا مثلاً در ایجاد بزرگ برای پاره‌ای هوا می‌استفاده می‌شود .

* خواص کریستال‌ها تابع جهت کریستال است مثلاً بیشتر استکلام در جهت قطری است

و خواص مختلفیتی در جهت یال است .

در single crystal خواص anisotropic است و در جهت مختلف متفاوت است .

در poly crystal خواص isotropic است و در جهات مختلف یکسان است .

الوتروپیسم ^{cello trophy / poly morphism} وجود دو یا چند نوع ساختار کریستالی مختلف برای یک ماده مثلاً فولاد با دو

ساختار متفاوت دارند و با تغییر دما می توان ساختار آن را تغییر داد .

* برای مشخص کردن محل قرارگیری یک اتم در داخل بلور یک لایه ، از یک دستگاه مختصات دارای

3 محورها استفاده می گردد که مثلاً طول ضلع یک مکعب را واحد فاصله می کنیم .

* در ساختار یک کریستالی خواص در جهات مختلف متفاوت است ، زیرا پیوندها و انرژی های پیوند

در جهات مختلف متفاوت است پس میزان سختی و استحکام در جهات مختلف متفاوت است .

ضریب انبساط حرارتی نیز به انرژی پیوند و بلور بستگی دارد یعنی کمترین ضریب انبساط حرارتی

در جهتی است که بیشترین انرژی پیوند را دارد و بیشترین تعداد اتم در آن جهت ساختار بلور موجودند .

unit cell ، کوچکترین واحد تکرار شونده ی یک ساختار بلوری

در مورد آنیم در کدام صفحه ی یک بلور بیشترین چگالی را داریم مثلاً در جهت قطر ، یال و ...

در کتاب و اسلاید مطالعه شود .

Subject:

Year: Month: Date: ()

طول موج نور مرئی در حد میکرون است بنابراین حد اکثر بزرگنمایی میکروسکوپ بی فوری در حد ۱۰۰۰ برابر است. از این بزرگتر چیزی دیده نمی شود. برای مطالعه در ابعاد اتمی و ساختار اتمی باید از طول موج استفاده کرد که در حد اتم و فاصلی بین اتم باشد و این طول موج X-Ray است. $10^{15} - 10^{21}$

علت اینکه امواج لا از لایه بی جز زمین عبور نمی کنند و زمین یک سیاره ی قابل سکونت است و در میان مغناطیسی سیاره قوی اطراف زمین به دلیل هستی مغناطیسی گرهی زمین است.

برای اشعه X:

زمانیکه یک اشعه X به یک سطح برخورد می کند، اشعه ی انبساط یافته زمانی موازی اشعه ی دوم می شود و دره او قله بی آن دواشته دقیقاً زیر هم هستند که اختلاف فاصلی طی شده ی دواشته ضریبی از λ یا طول موج باشد یا به عبارتی $n\lambda$ باشد

بر اساس اینکه اشعه X را به یک بلور از یک کریستال می تابانیم آنگاه می توان صفحات قرار داری اتم را تشخیص داد. (با توجه به نحوه ی پراش اشعه ی X و نمودار رسم شده ی اشعه ی بازتاب شده)

فصل ۴ : نواقص و عيوب در جامدات

Imperfections in solids

- * مایع دارای ساختار آمورف است و جامداتی را که ساختار آمورف دارند مایع منجمد شده گویند.
- * زمانی که دمای یک ماده از ذوب را کم کنیم جوانه ای بلوری بوجود می آید به مرور این جوانه ها در اثر $5t$ بزرگ شده و پایدار می گردند.

- * وجود ریزدانه های کریستالی یا نواقص همیشه عیب نیستند و در برخی جاها مثل دارخانه های فولاد کربن می کنند تا دانه ها از حوض بزرگتر نگردند.

- * در مزر دانه ها خاصیت مثل حالت آمورف است.

- در مزر دانه ها نفوذ پذیری بالاتری وجود دارد. میزان واکنش پذیری بالاتر است مثلا اکسیداسیون در این نواحی بیشتر رخ می دهد. میزان انتقال و جابجایی در این مزر بیشتر است.

انجماد و Solidification

- ابعاد کریستال های گوناگون خواص مختلفی را به ما می دهد مثل کریستال های نانو یا سایر کریستال ها متفاوت اند.

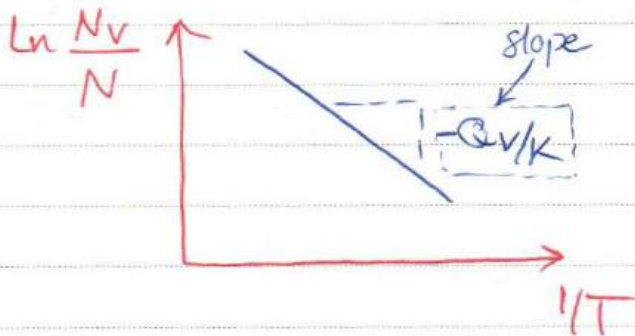
- | | |
|--|--|
| انجماد های خالی
یک سری انجماد های که باید در جایی باشند نیستند و سن نشین داریم.
~ ~ ~ ~ ~ و انجماد جانشین داریم. | { عيوب نقطه ای
خطی
سطحی } انواع عيوب |
|--|--|

ایتم زمان که از ساختار معروف می آیند می خواهند در جایی قرار گیرند، علاوه بر وجود فضای خالی، دارای اتم های پس نشین داریم که پس سائیر اتم ها نشسته اند.
برای محاسبه تعداد vacancy در یک ماده، رابطه مشخص وجود دارد.

$$\frac{N_v}{N} = \exp\left(\frac{-Q_v}{KT}\right)$$

تعداد vacancy تعداد سایت

در آزمایشگاه می توان انرژی پیوند یا Q_v را بدست آورد.



* وجود هرگونه حفره یا نقص یا ناخالصی

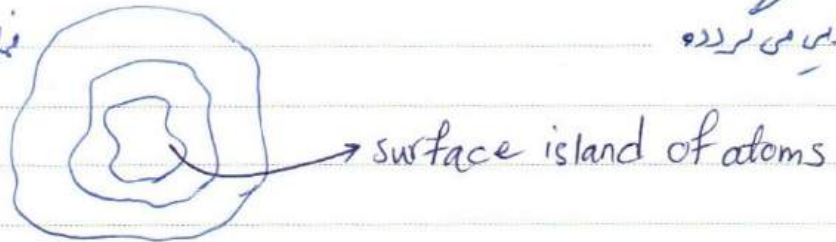
در ساختار یک فلز می تواند شدت میزان

رسانایی را کاهش دهد.

افزایش دما باعث جابجایی یک اتم از لایه ای به لایه ای دیگر و ایجاد vacancy در آن لایه و انتقال یک اتم به

سطح فلز می گردد و این صحنه ای جدید ایجاد شده در سطح فلز باعث ایجاد خطوط مرزی لایه ای

بالایی می گردد. نمای از بالا



* وقتی اختلاف شعاع اتم زیاد باشد، بین نشین راحت تر از جای نشین است

* اکسید در من بیش از 200 ppm حل نمی شود.

* نزدیک بودن عناصر در جدول تناوبی به هم و اختلاف الکترونگاتیویته کمتر سبب انحلال پذیری ↑

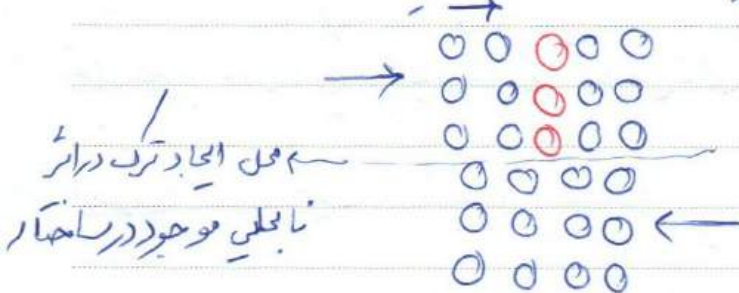
* وجود ساختاری مشابه مثلاً BCC و HCP در سبب ایجاد

* دلایل دیگر در اسلاید

بین Al و Ag در Zn ، Al بیشتر حل می شود چون شعاع لمحه ای دارد. اختلاف

الکترونگاتیویته کمتری داریم ولی از طرفی ظرفیت Ag از Al کمتر است و از این جهت به شعاع Ag است ولی در کل Al بهتر است.

شوری dislocation (ناهمبازی) burgers vector بردار برگر



نوع دیگری از ناهمبازی، ناهمبازی محلی است. نوع دیگر ناهمبازی به این است که باعث ایجاد شکست راحت تر می گردد.

Subject :

Year . Month . Date . ()

در جامه‌ای که نایبایی با هم گره من غورند و در هم من روند، در بر به راحتی از هم جدا نمی‌شوند با
مقدار افزایش تنش در این نقاط ایجاد می‌گردد و روی هم من لغزند.

یون های Cr^{3+} با این نشین در بلور Al_2O_3 یاقوت $Al_2O_3 + Cr^{3+} \rightarrow$ یاقوت من سازد.

لنبر $\rightarrow$ نور زنون + یاقوت

در هنگام کشیده شدن یک میله در جامه‌ای که نایبایی وجود دارند و حجم تحت کش در جامه necking
من شود و necking در اثر حرکت (mobility) این نایبایی است. اگر زمانی که در جامه necking

شد آن را در کوره حرارت دهیم این تمرکز نایبایی از بین می‌رود و بخش من شود. دوباره می‌توان

تحت بارگذاری در بین حرارت قرار داد و این کار را به صورت تئوری می‌توان تا به نهایت ادامه

داد و به اجسام با ضخافت بسیار نازکی رسید مثلاً اگر مقول $1 \mu m$ ای من را تحت این عملیات

قرار دهیم بدون این که در جامه شکست گردد می‌توان آن را بسیار نازک کرد.

بهترین قدرت حرکت در شبکه ای FCC داریم چون سیستم ای لغزش در آن زیاد است.

دلیل حرکت خوار یا ductility در فلزات به دلیل نایبایی ای است که به دلیل ساختاری

که فلزات دارند قابلیت حرکت یا mobility دارند که موادی مثل سرامیک این گونه نیستند.

(فرز)

grain boundary در مواد فلزی عیوب صفحه‌ای هستند که دارای انرژی متفاوتی نسبت به سایر مواد هستند.

نابجایی‌ها در جاهایی هستند که موجب قطع شدن (dislocation) می‌شود در این هم عیب و هم مزیت است. مثلاً در فولاد آتراین بزرگ بیشتر باشد مقاومت ماده نسبت به حالتی که فرزهای کمتری باشد مقاومت بالاتری دارد. این کار را با عملیات حرارتی و آلیاژی مختلف انجام می‌دهند. در برخی جگه‌های دیگر وجود این فرز عیب شکسته شدن سریع ماده می‌شود که باید این مواد بطور کلی دانسته باشند. مثلاً نیروی تورشن

* اگر در ساختار صفحات اتمی نظم آرایش صفحه‌ای بهم بریزد مثلاً ABC ABA BC

آنگاه این عیب باعث mirror شدن اتمی نسبت به این فرز است که این فرز مثل فرزهای قبلی نیست و صرفاً به خاطر وجود بی‌نظمی در صفحات بلوری است نه چیز دیگر. نابجایی‌های لبه‌ای عیوب خطی نابجایی‌های پهن

در هنگام سرد کردن یک ماده اگر آن را در یک قالب بریزیم در فرز ماده‌ای هذاب و قالب بلورهای ریز و کوچک اندوخته و در وسط ظرف بلورهای درشت تر و کشیده ترند و جهت شکلی آن در راستای

Subject :

Year . Month . Date . ()

حیث اسقال حرارت است.

: optical
microscopy

یک مایع ششخ از یک ماده را کاملاً صاف برش زده صقلی می کنند و polish می کنند به گونه ای که میزان انعکاس نور از آن در جهات مختلف متفاوت نباشد پس آن را در یک اسیدریق قرار می دهیم ، مزه ای ماده دچار خوردگی بیشتر می گردد پس آن را در برابر میکرو لکوپ ای نوری قرار می دهیم مزه قابلیت رؤیت خواهند داشت .

اما اگر نخواهیم هزینه ای را بپردازیم که با چشم عادی به هیچ وجه قابلیت رؤیت ندارند مثلاً اتم باید از میکرو لکوپ ای استفاده کرد به تواند طول موجی در ابعاد اتم (مثلاً آنکستوم) داشته باشد از اشعه ای X-ray استفاده می شود تا به ابعاد

elastic deformation : زمانی که یک ماده تحت تنش قرار گیرد فاصله بین اتم‌ها افزایش می‌یابد که بسبب افزایش طول می‌گردد مادی از تنش و فشار الاستیک خطرناک است از جایی به بعد افزایش تنش بسبب لغزش صفحات روی هم می‌گردد که همان نقطه پلاستیک است. با برداشتن

تنش / کرنش پس الاستیک به حالت خود بازمی‌گردند ولی لغزش صفحات باقی می‌ماند که همان

plastic deformation است.

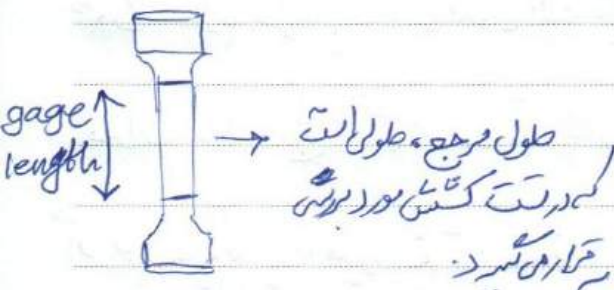
$$\sigma = \frac{F}{A}$$

عمودی

$$\tau = \frac{F}{A}$$

برشی (مماسی)

تنش



از تست کشش ۷ خاصیت مهم ماده بدست می‌آید :

۱- مدول الاستیسیته یا E : مثلاً در آل‌هوایم دینال E بالا هستیم -

۲- ضربه پیاپیون : نشان دهنده کرنش طولی و عرضی است

E برای موادی که استحکام پیوند بالایی دارند بیشتر است مثلاً بین مُرب و آلومینیم قطع رابطه
آلومینیم کم سرب کم قطع چون انرژی پیوند نقطه‌ای ذوب آلومینیم از سرب بالاتر است

Subject:

Year: Month: Date: ()

در جایی که ما با آنم سروکار داریم و نیروی آن که ما داریم مستقیماً به انرژی پیوندین آنم ارتباط دارد. مثل سرامیک و فلزات که این رابطه خطی است (linear elastic) ولی در مورد مواد پلیمری یا مرکبات یا حتی در هم گروه خورده‌ی مرکبات هم با نیروی کمی قرار دارند که با انرژی و نیروی کمی از هم جدا می‌گردند ولی به محض برآشت با این پیوندی و اندروالسی مجدداً تشکیل می‌گردان این رفتار غیر خطی و non-linear elastic است.

۳- G گشتی برشی

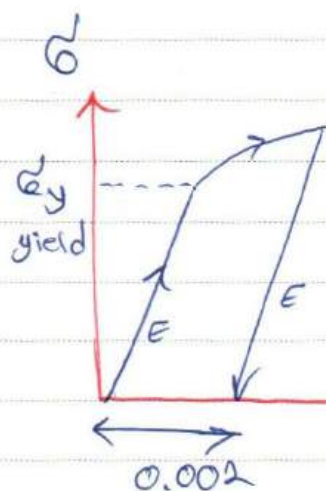
معمولاً مواد سرامیکی دارای مدول الاستیک بالایی هستند.

فلزات دارای رنج گشتی متوسط تا بالایی دارد. پلیمری ضعیف هستند.

اگر بخواهیم یک کامپوزیت قوی بسازیم، الیاف با بافت کربنی شبیه الیاف را در یک زمینه‌ی پلیمری مثل اپوکسی قرار می‌دهیم.

برای اینکه تعریف تنش تسلیم در تمام موارد یک‌گانه گردد

از آنست ۰.۰۰۲ استفاده می‌شود که خطی باشد E

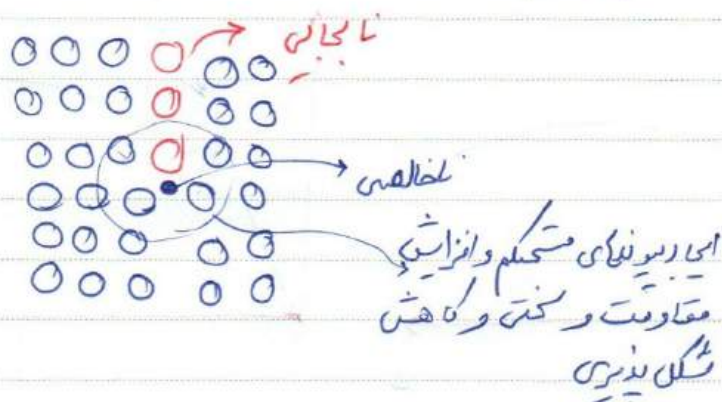


رسم می‌گردد تا نمودار را قطع کند به آن

نقطه‌ی yield گویند.

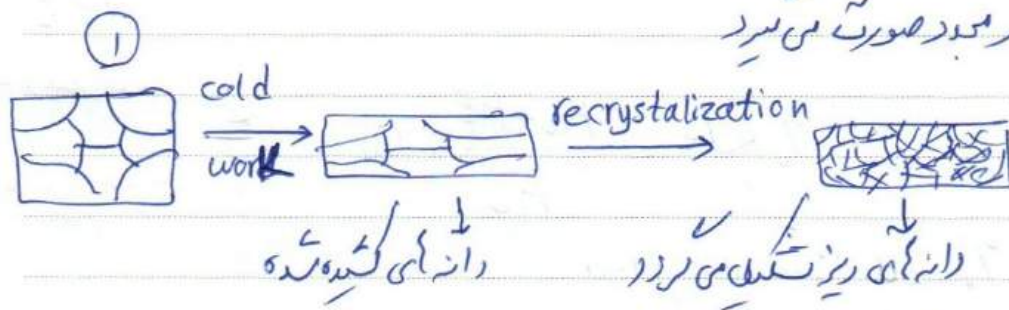
فولاد را اگر تحت عملیات حرارتی قرار دهیم تواند yield strength خود را که برابر مقاومت ایجاد می کند.

افزایش نخالعی در یک ماده باعث افزایش استحکام فلز می گردد چون با وجود نخالعی در محل وجود صغف و بی نظمی بیونیایی را برقرار می کند که مانع حرکت صفحات روی هم می گردد.



آیند کردن یعنی اینکه زمانیکه به میله را کشیدیم آن را در کوره تحت دمای نصف ذوب

آن قرار داده و در این صورت دانه های کشیده شده در اثر تغییر شکل مجدداً دانه های ریزشلی می دهد و تبلور مجدد صورت می گیرد

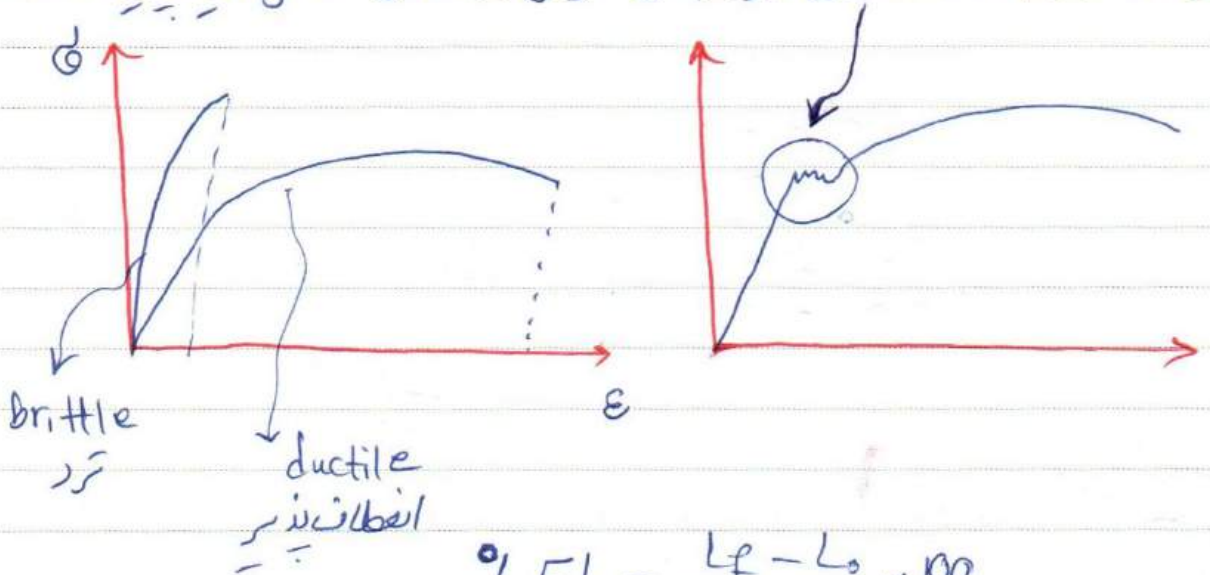


مرد کردن ← این تبلور دقیقاً رفتاری مشابه بولین خواهد داشت ①

Subject:

Year. Month. Date. ()

اگر بعد از آنکه یک ماده را کشیدیم آن را برای مدتی بگذاریم بماند، آنهم کی التیام و
 ترمیم می‌شود که در داخل بلور به صورت بین‌شینی یا interstitial هستند می‌توانند در جای
 مناسب هم جای بگیرند و به محل نابجایی منتقل گردند اما سرعت این انتقال پایین است
 و علت رخنه - رخنه شدن هم در اثر کشش در نقطه‌ی yield هم دیده است.



$$\% EL = \frac{L_f - L_0}{L_0} \times 100$$

elongation percent
 درصد افزایش طول نسبی

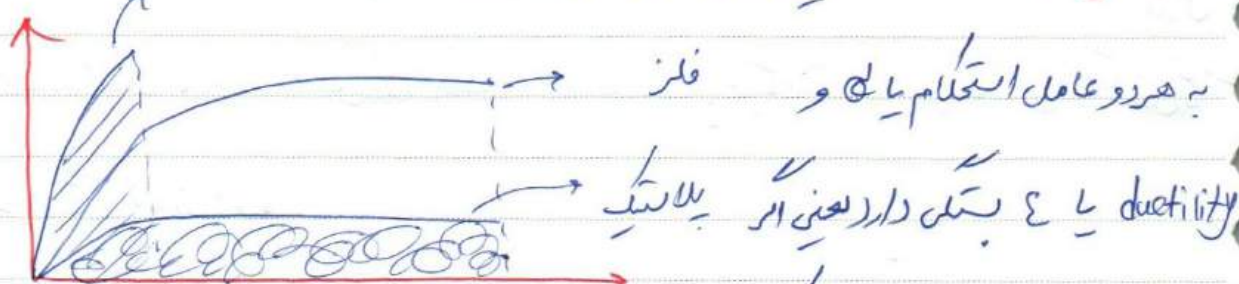
$$\% RA = \frac{A_0 - A_f}{A_0} \times 100$$

% reduction in area
 درصد کاهش سطح مقطع

این دو
 را با هم مقایسه
 کنید

Toughness

مقاومت زیر نمودار تنش کرنش است



به هر دو عامل استحکام یا σ و فلز
ductility یا ϵ بستگی دارد یعنی اگر پلاستیک
مهم ترین جاش این است که ماده هم استحکام بالا داشته باشد هم ductility بالا

7- resilience

مقاومت زیر نمودار تنش کرنش در ناحیه الاستیک است که ظاهر در

آن در damping است مثلاً در بالابازن یا تار موسیقی بهتر است باید ضربه مقاومت کند

نوسان نکند و پس در برخی جاهای نمی خواهیم ماده ارتعاش زیاد کند و به سرعت انرژی را در

مغور جذب می کند و لرزش را از بین ببرد مثلاً در صدا خفه کن تفنگ باید مقاومت ناچهار

الاستیک زیاد باشد یا مثلاً در دستگاه تراشکاری باید حداقل لرزش داشته باشیم

تأخیر برشکاری میکرونی را داشته باشیم.

8- hardness

مقاومت ماده در برابر تغییر فرم دائمی که روی سطح آن ایجاد می گردد

سختی گویند. اگر اثر یک نیروی مشخص روی سطح یک ماده زیاد باشد hardness کم است

و اگر اثر کم باشد سختی زیاد است.

Subject:

Year. Month. Date. ()

— برای تعیین سختی یک معیار غیر مهندسی به نام Moh و وجود دارد که از 1-10 scale
بندی

شده است و بر اساس آن است که چه ماده ای می تواند روی آن ماده ای نامشخص می تواند
فرایش بیاورد.

— اما در مقیاس مهندسی دستگاه های دیگری وجود دارد که که یک نوع نوک مشخص

دارد که روی سطح فشار می آورد و بر اساس ماحت هندسی سطح نفوذ در داخل جسم

است. مثلا روش های Vickers و Brinell و ... که مهم ترین آنها روش

Rockwell است که نیازی به سطح سازی جسم و آماده سازی سطح ندارد و خود دستگاه بر

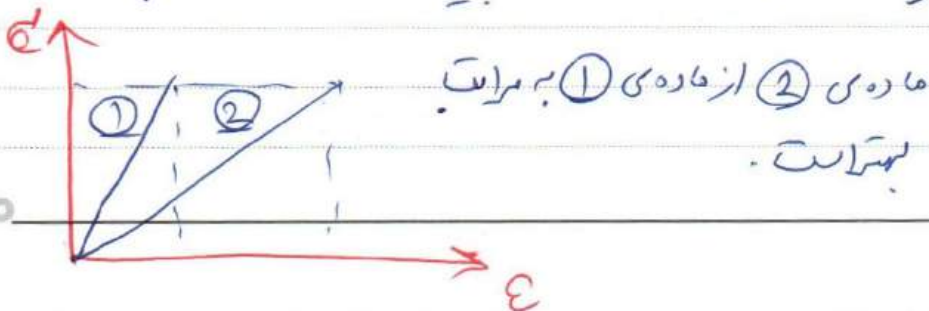
اساس عمق نفوذ ماحت را خورش به نام عدد و عدد نهایی خروجی P_A یا از جنس

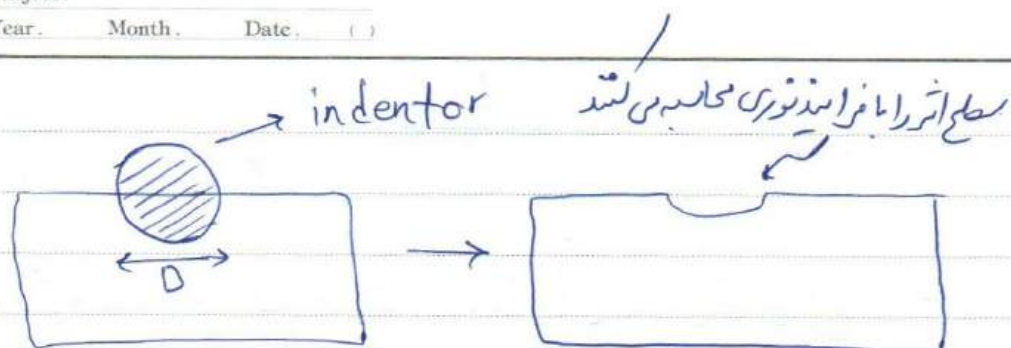
گشت است و این عدد را عدد Rockwell C می گویند.

۹۵، ۸، ۱۰

resilience خصوصیتی است که برای سیر خود را اهمیت بالایی دارد زیرا بر ماحت زیر

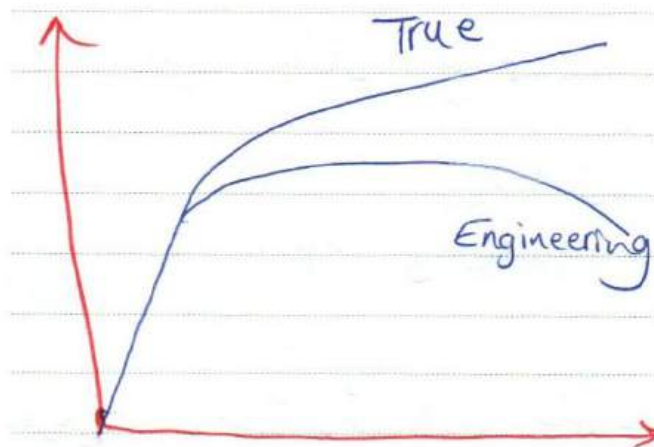
خاصیت الاستیک بالاتر باشد آنگاه انرژی بیشتری بیشتر جذب می گردد و بهتر است.





اثری که ضربه روی سطح یک ماده می گذارد نشان دهنده hardness است این نوع روش تست
تجربه را بر مبنای indentation گویند.

در مقایسه rockwell چند نوع rockwell (مشر ضربه زننده) وجود دارد که هر کدام
برای یک نوع ماده مورد استفاده است و ابتدا indenter باید نیرو روی سطح می آید و
زاویه ای روی سطح را از بین می برد و در مرحله دوم نیروی اصلی وارد می گردد به همین دلیل
این روش user friendly است و در صنعت کمتر مورد استفاده قرار می گیرد و نیاز به بار
سازی جابجایی نمی سطح ندارد.



تست مهندسی و واقعی
true engineering

$$\sigma_{True} = \frac{F}{A_{current}}$$

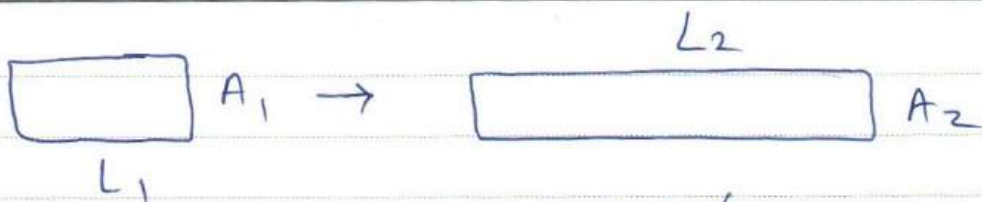
مقطع در هر لحظه

$$\sigma_e = \frac{F}{A_0}$$

البته این مسئله برای تست کشش مورد بررسی قرار می گیرد

Subject:

Year: Month: Date: ()



کرنش مهندسی جمع پذیر نیست ولی کرنش های حقیقی قابل جمع است و ϵ حقیقی را با

$$\epsilon_T = \left| \frac{L_3 - L_1}{L_1} \right| = \left| \frac{L_2 - L_1}{L_1} \right| + \left| \frac{L_3 - L_2}{L_2} \right|$$

تقریب می کنند

$$\ln \frac{L_3}{L_1} = \ln L_3 - \ln L_1 = \ln \left(\frac{L_3}{L_2} \right) + \ln \left(\frac{L_2}{L_1} \right)$$

↑ engineering

$$\sigma_T = \sigma (1 + \epsilon)$$

$$\epsilon_T = \ln(1 + \epsilon) \rightarrow \ln \frac{L_2}{L_1} = \ln \left(\frac{L_1 + \Delta L}{L_1} \right) = \ln(1 + \epsilon)$$

↓ true ↓ engineering

تفاوت تنش های مهندسی و اصلی در ϵ های بالا خود را نشان می دهد.

در ناحیه غیر خطی داریم:

$$\sigma_T = K (\epsilon_T)^n$$

true stress true strain

↓ ↓

توان کار سختی ماده ضریب استحکام را نشان می دهد

work hardening exponent

هرچه n بیشتر باشد دارای استحکام و toughness بالاتری دارد و جذب انرژی

سیستری دارد مثلاً بین مس و فولاد که σ_c میانی دارند چون فولاد k و n

بالا تر دارد، مقاوم تر است.

- برای اطمینان از اینکه مطمئن شویم ماده‌ی مدنظر ما دارای مقاومت فرض شده است

باید کارایی آمار روی ماده انجام شود مثل میانگین سیر و انحراف معیار و ...

لکه مراجعه شود به slide ۵

- نهایتاً برای طراحی باید از یک ضریب اطمینان استفاده گردد که بستگی به سیستم داشته

طراحی و سطح اطلاعات بستگی دارد.

$$\sigma_{working} = \frac{\sigma_y}{N}$$

loading rate یا سرعت اعمال نیرو تئوری σ_y & $\sigma_{plasticity}$ را دستخوش

تفسیر کند و دیگر نمودار تنش کرنش مثل حالات قبل نیست.

Subject:

Year: Month: Date: ()

فصل ۸: Mechanical Failure

مثلاً کشش یا پهن شدن به خاطر ضعف در اتصال مورت { در محل اتصال رخ داده است که در دمای سرد pin رفتار ترد از خود نشان نشان دادند.

مثلاً در یک CPU در اثر سرد و گرم شدن متوالی می تواند عامل شکست گردد.

مثلاً در امتحان کی implant شده ی hip که در اثر خستگی ممکن است ترک بردارد و فاجعه آور باشد.

عواملی مثل loading rate، دما و ... روی فرایند شکست تأثیر دارد.

انواع شکست:

ductile fracture: شکست با تغییر شکل plastic

brittle: شکست به صورت اجتناب ناپذیر و ناگهانی رخ می دهد

catastrophic است. ما سعی داریم تا از این نوع شکست اجتناب کنیم.

علت مطلوب نبودن شکست ترد

در حالت نرم یک ترک به وجود می آید مثلاً در لوله ی گاز و سبب شکست گاز می گردد ولی در حالت ترد، به صورت ناگهانی می شکند.

- در فلزات BCC و FCC رفتار معمولاً ductile است. و می توان با راهکارین ب ماده قبل از رسیدن به necking می توان آن را بزرگ کرد، بدون اینکه تغییری در رفتار صورت گیرد ولی وقتی به necking برسد، ترک های ریز ایجاد می شود، به هم می پیوندند و نهایتاً سب شکست در ماده می گردد.

- شکست معمولاً از نقاط خاص شروع می شوند که ماده در آن نقطه ضعف دارد. (Fractograph) مسئولیت بررسی مواد را دارند تا ببینند شکست از کجا شروع شده است و علت آن دقیقاً چه چیزی و ضعف در کجا بوده است.

- در شکست نرم یک حالت cup & cone وجود دارد که می توان از آن، آغاز شکست را مشخص داد. در مواد ترد این حالت وجود ندارد و ترکها مستقیماً شروع به تشکیل می دهند.

- در مواد ترد با توجه به نحوه ایجاد ترک یا میزدانه می توان راه حل کلی دار، مثلاً از آلیاژی جدید استفاده کرد یا از مواد خاص در میزدانه استفاده کرد تا در ترک بخیزد.

- استحکام مواد به حجم آنها مربوط است مثلاً دو تابل با طول متفاوت اگر تحت یک تنش کششی باشند، گاهی درازتر زودتر دچار پارگی می شود و مواد با حجم کمتری با همان سطح مقطع درازتر

Subject:

Year. Month. Date. ()

سختی می شود که این ضربه به عیوب موجود در ماده بستگی دارد.

اگر یک جسم تحت تنش فلزاخت باشد در موقیع تمرکز تنش بوجود می آید که باعث

ایجاد شکستگی می شود. هر چه ترک بزرگ تر و نوک تیز تر

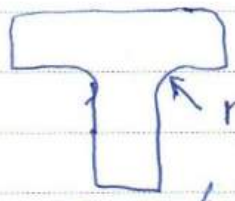
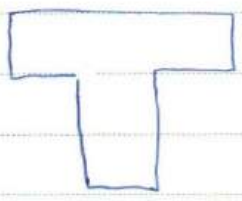
باشد باقیمانده تمرکز تنش بیشتر می شود.



$$\sigma_n = 2\sigma_0 \left(\frac{a}{\rho_t} \right)^{1/2} = K_t \sigma_0$$

ضریب تمرکز تنش

عواملی مثل نوک تری و لبه ها عامل ایجاد تمرکز تنش می گردد و باید لبه ها گرد کنیم



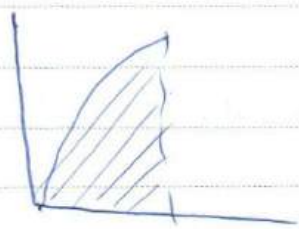
r Fillet radius



حتی در جوشکاری باید نوک تری جوشکاری شده را منحنی کرد

مواد که به صورت سرد می شکند، نسبت به موادی که نرم می شکند انرژی کمتری جذب

می کنند.



در مواد ترد انرژي شکست ، انرژي است که برای ایجاد سطح جديد لازم است . ولي در مواد

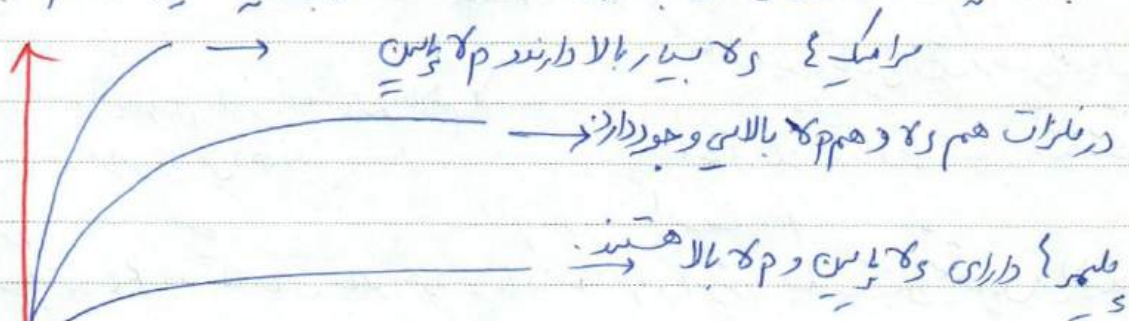
پلاستيک علاوه بر انرژي لازم برای ایجاد سطحی جديد لازم است تا انرژي لازم برای تغییر

شکل پلاستيک را تأمین کنیم . انرژي پلاستيک انرژي لازم صفحي جديد

For ductile $\sigma_y + \rho$

برای انتخاب ماده ای قوی باید دنبال ماده ای با σ_y باشیم که انرژي توب شاهد آن است

که برای مقایسه دو فلز می گردد و بعد از σ_y ، فکری که رفتار پلاستيک نیز دارد و ρ بالایی دارد



مقاوم ترین مواد نسبت به ضربه فلزات هستند هم جایش خورری بالا دارند و هم

نیای بالایی دارند . $K_t > K_c$

critical toughness coeff

هر چه K_c بالاتر باشد ، تنش بیشتری برای شکست لازم دارد و مقاومت به شکست

بالا می آید . K_c به خواص ذاتی ماده ربط دارد ، نه هندسه ی ترک و خواص عیب

$$\sigma_c = K_c \sigma_0$$

- وقتی بلیتر را باید ایستاد نشسته بقیه کنیم و باید بایم که بلیتری جمع می گردد و مقاومت را بالا می برد

$$K \geq K_c = \sigma \sqrt{\pi a} \quad * \text{ اگر}$$

آنکه ترک شروع به گسترش می کند که ترک با شعاع بزرگتر (a) داشته

شیر (a) زودتر رشد می کند. Fracture toughness

$$\sigma_{design} < \frac{K_c}{\sqrt{\pi a_{max}}}$$

$$a < \frac{1}{\pi} \left(\frac{K_c}{\sigma_{design}} \right)^2$$

ضرب ثابته آنکه تعیین کننده

ساختار ماده است و برای هر ماده مقدار مشخصی

برای طراحی، طریقی نامساوی را با هم برابر قرار می دهند.

- اندازه گیری K_c دستگاه های خاص خود را دارند با آنها، انرژی شکست را مشخص می دهند.

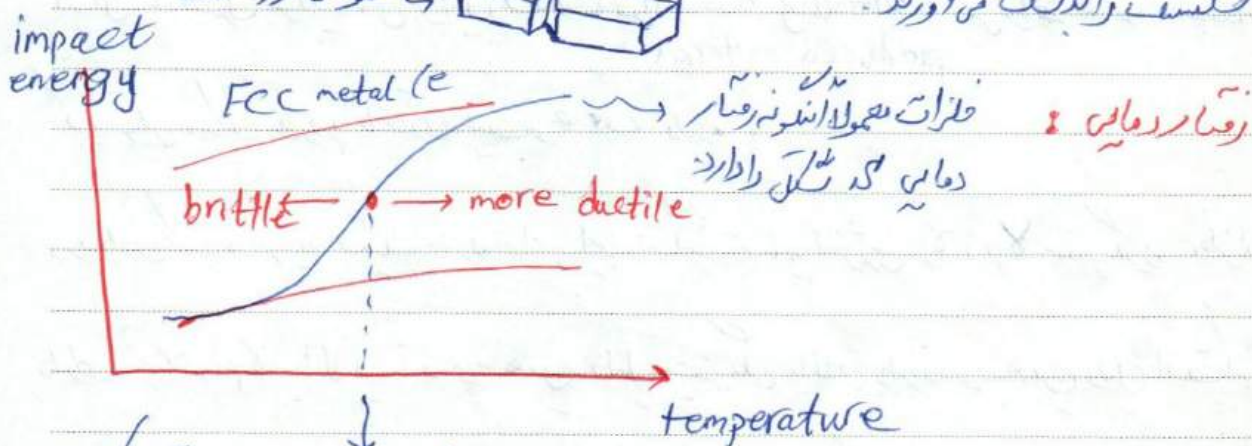
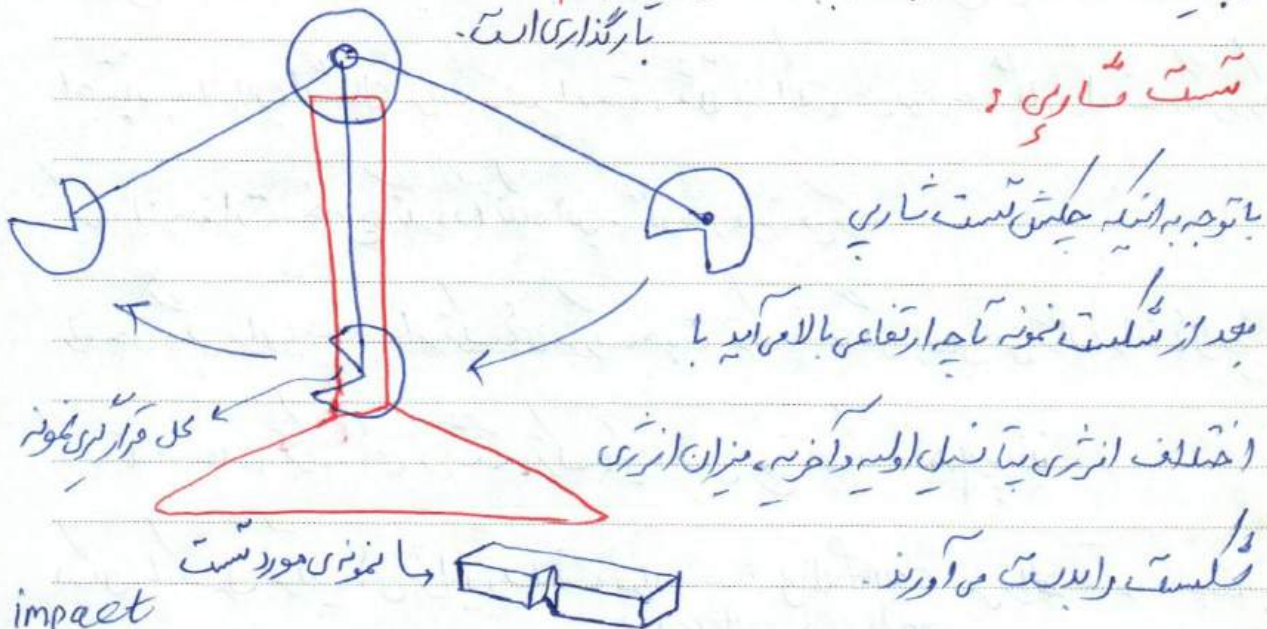
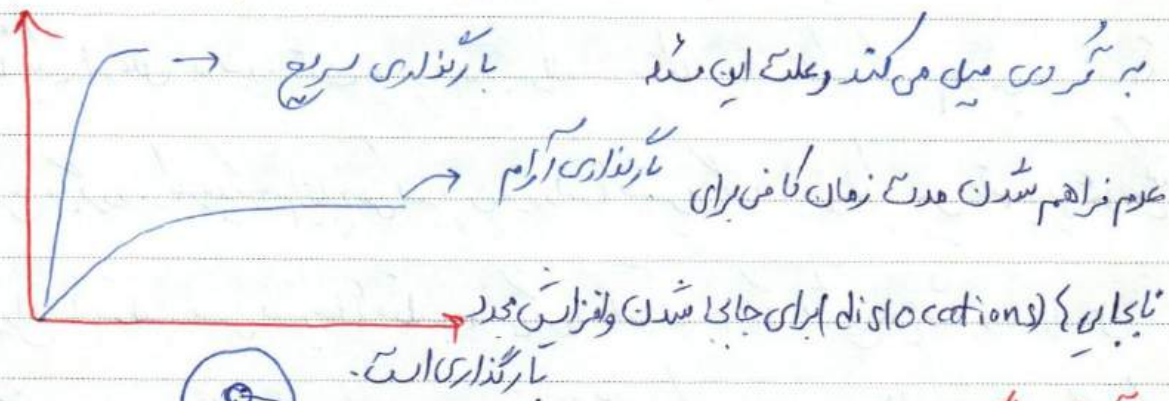
- در حالتی مثل بال هواپیما، کوچکترین ترک آن نیز نباید ایجاد شود و معمولاً در رشدی بال

هواپیما به محض ایجاد ترک آن را تست کرده و عوض می کنند.

- برای یک آب دلیل وجود Fracture toughness

استفاده قرار نمی گیرند.

نرخ اعمال روی رفتار ماده تأثیر گذار است و با افزایش نرخ اعمال نیرو، رفتار ماده از نرمی



دمای تبدیل فاز از نرم به ترد که برای
 حدوداً نزدیک صفر است که
 DBTT → Ductile to brittle transition temp
 انرژی فازات
 خطرناک است.

نسبت به معین پایان عمر هاده، در مهندسی همیشه به دنبال افزایش عمر هاده هستند.

مثلاً یکی از علل پوسیدگی بتن یا پوسیدگی فولاد جوشکاری است که کروم از بین می‌رود و هزینه‌های زیادی را برای تعمیر می‌برد و وقت زیادی را برای تعمیر عمل می‌کند.

موراجات قطب مغز به قطب جاذب + می‌گردد و از آنجا خوردگی شروع می‌شود. راه حل

اجتناب از این اشکال **فرایند تولید** است، مثلاً اثر الکترودس برای جوشکاری استفاده می‌گردد.

کروم از حفرات خارج می‌گردد و آنگاه این مشکل برطرف می‌گردد.

راه حل دیگر برای اجتناب از ترک‌های بزرگ جهت ترک خوردگی اصلی می‌توان دانست: داربتر

کردن تا به جای ترک‌های درشت، ترک‌های ریز رخ دهد که به هم نپیوندند.

درکن با کنترل فرآیند های تولید و ساخت مواد **carefully** می‌توان تا حدی اجتناب **produced material**

کرد و این درکن همواره تا حدی عیب و ضعف داریم.

در موادی که رفتار پلاستیک دارند برای ایجاد شکست باید انرژی و دما را جنب می‌گردد، فلزات

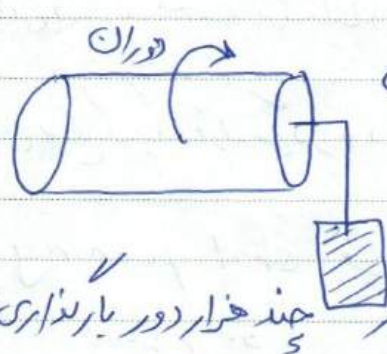
دارای دما بالا هستند و به همین دلیل حفره‌های بالایی دارند و به همین دلیل است که 90

درصد مواد مهندسی فلزات هستند که قیمت محدهای آن هم فولاد است.

یک از روش های بدست آوردن toughness همان تست ضربه است که به کمک آن چگالی بدست آورد.

یک عامل دیگر عاملیت به دما است، مثلاً فولادهاى ساختمانی باید به نحوی رفتار کنند که در دمای 10°C - 20°C رفتار تدریجاً از خودشان نشان ندهند.

خستگی Fatigue یک رفتار بسیار موزنی در برابر بارنداری cyclic است



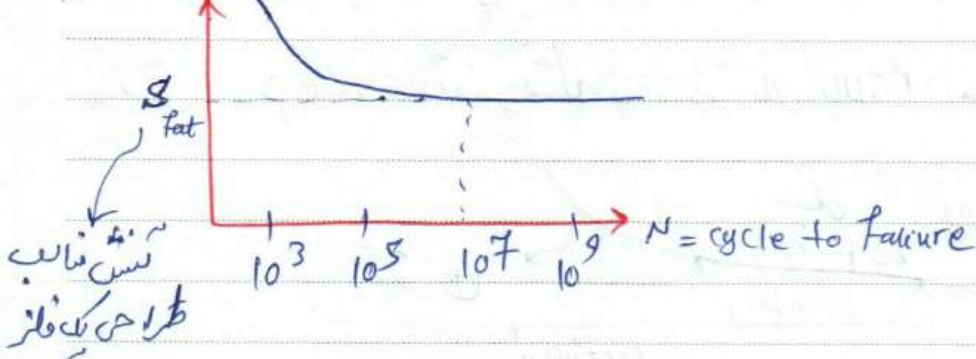
یک میل را به کمک به یک وزنه آویخته از انتهای آن تحت ج کش قرار می دهیم و هم زمان می چرخانیم، به این نحو بارنداری

فشاری و کششی مداوماً تغییر می کنند و نمونه بعد از چند هزار دور بارنداری نمونه

می شکند. این تست ساده است ولی زمان ببرد آن باعث پرهزینه شدن طولانی شدن

$\sigma = \text{stress amplitude}$

آن می گردد.



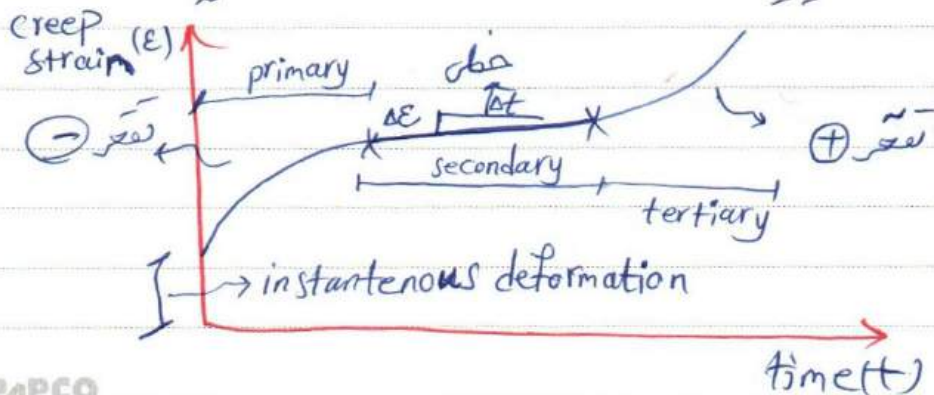
$$\frac{da}{dN} = \frac{\text{دفعه‌ای طول ترک}}{\text{دفعه‌ای تعداد بارگذاری}} = (\Delta K)^m \sim (\Delta \sigma) \sqrt{a}$$

شکل ترک خوردگی و شکست در بارگذاری cyclic شد. دوار مرکز می‌باشد. هر خط آن یک دور بارگذاری را نشان دهد و مرکز دوار مرکز می‌باشد. شکل گیری ترک است.

زمانی که در یک قسمت ترک ایجاد می‌شود علامت زیادی از رفتار از لایه‌های مختلف ترک بارگذاری روی سطح کوچکی قرار می‌گیرد و درختی در بافتی بسیار کمتری شکست صورت می‌گیرد.

- shot peening فرایندی بعد از تولید است که با گوی‌های روی سطح آن ضربه می‌زنند. یک سری تنش‌های فشاری ایجاد می‌کند در سطح ماده باقی می‌ماند که نهایی با تنش‌های کششی بارگذاری خنثی می‌گردد و ماده در سیکل‌های بسیار بالاتری Fail می‌کند.

خزش creep: تغییر شکل ماده در دمای بالاتر از دمای محیط



ماهیت شکست خزش شکست تردانست. در محدوده دوم شکست منطقه سرعت کرنش را نشان می دهد. هر قدر شکست محدوده دوم کمتر باشد مقاومت بالاتر می رود.
هر چه قدر دما افزایش یابد و تنش بیشتر باشد $\dot{\epsilon}$ در steady افزایش پیدا می کند. خزش در دمای بزرگتر از $0.4T_m$ رخ می دهد.

creep معمولاً در مولکول های کوچک و یک جنس و یک پارچه در دمای بالا رخ می دهد.

جنس رخ می دهد اثری فعال سازی خزش (ماهیت ماده) ماهیت ماده را دارد

$$\dot{\epsilon}_s = k_2 \sigma^n \exp\left(-\frac{Q_c}{RT}\right) = k_2' \exp\left(-\frac{Q_c}{RT}\right)$$

ثابت تنش $\dot{\epsilon}_s$ secondary 8.31 J/mol.K دما بر حسب کلوین

$$\ln \dot{\epsilon}_s = \ln k_2' - \frac{Q_c}{RT} \quad \text{یا} \quad \ln \dot{\epsilon}_s = \ln k_2 + n \ln \sigma - \frac{Q_c}{RT}$$

h واحد

$$Q_c = \frac{-R(\ln \dot{\epsilon}_{s1} - \ln \dot{\epsilon}_{s2})}{\left[\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}\right]}$$

$$T(20 + \log t_r) = L$$

دما (K) تابع سن دارد (از روی نمودار خوانده می شود) زمان گتتاری (hr)

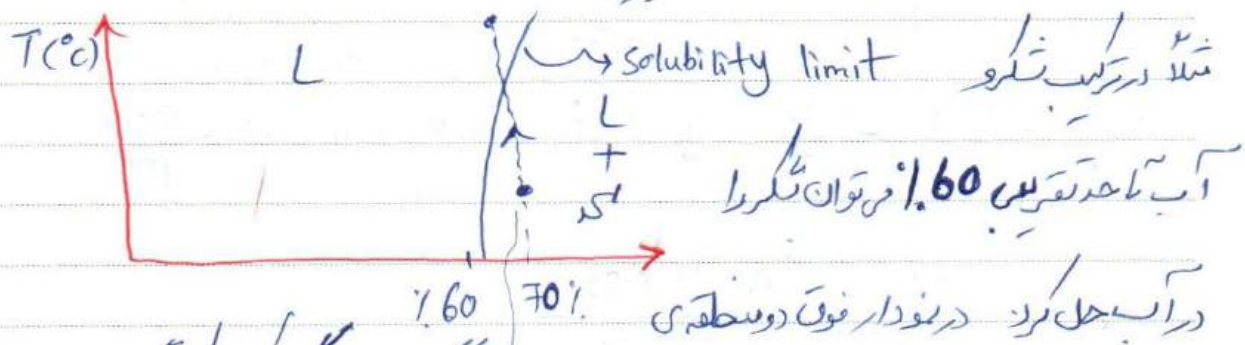
من خواهم بینیم زمانی که روزی را با هم ترکیب می کنیم چه ماده ای ایجاد می شود، بیشتر خواص اولی را دارد، دومی را دارد یا یک آلیاژ جدید است.

مثلاً در هم حل می شود → نیکل + مس

مکان است رسوب بدهد نیکل + آهن

نه رسوب می دهد نه حل می شود → آلومینوم + مس
مثلاً بین یک ترکیب روی دیگری شناور می شود و قرار می گیرد.

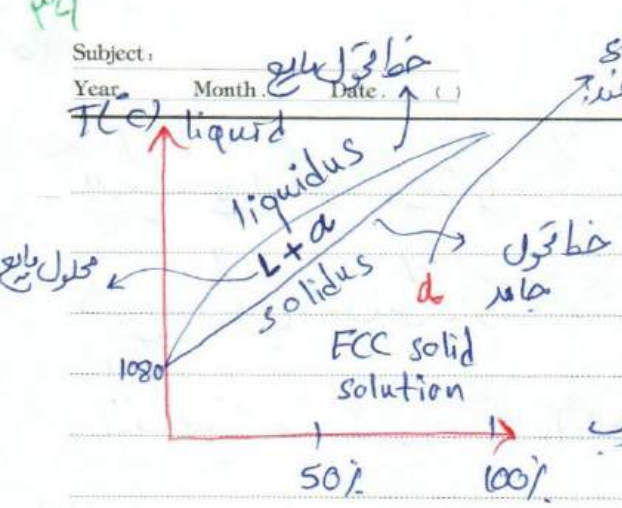
دایگرام فاز نقشه ای هستند که تغییرات ساختار مواد را در دماهای مختلف به ما می دهند.



آزمادهای دایگرام بینیم مثلاً دوباره به صورت مایع تبدیل می گردد، مثل شکر از یخ جدا

فازی داریم

مس و نیکل دارای شجاع آهنی نزدیک، آلومینوم و نیکل نزدیک و ساختار بلور FCC یکسان دارند به طور کامل در هم حل می گردند.

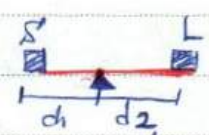


solid solution (محلول جامد)
 را با α نشان می دهند

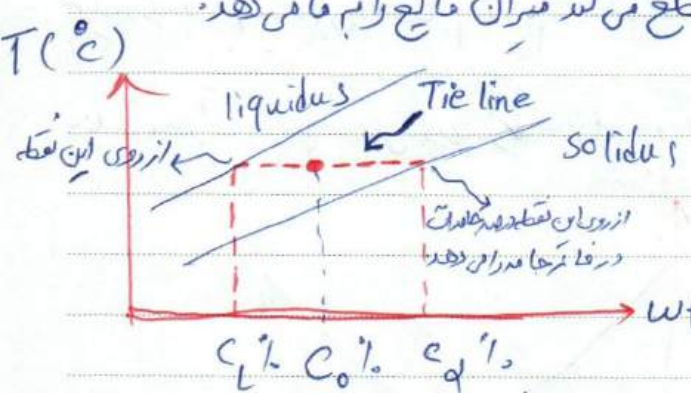
اگر آلیاژ دو نشان از یک نقطه شروع می کرد
 و در نقطه‌ی دیگر ذوب آنها خاتمه می یابد و
 مانند فلزات خلوص نیستند بلکه نقطه‌ی مشخص ذوب
 داشته باشند.

قانون ۱ - در هر دمای مشخص نوع فاز در دیاگرام فازی مشخص است.

قانون ۲ - در یک T و C خاص ساختار شیمیایی محلول مشخص است (در محدوده‌ی یک فاز این قانون را داریم و در دو فازی این مسئله برقرار نیست). در محدوده‌ی دو فازی باید



یک خط موازی محور افقی بکشیم. در جایی که solidus را قطع می کند درصد جامد آن ماده را می دهد و در جایی که liquidus را قطع می کند میزان مایع را می فامی دهد.



Copper Nickel
 مس نیکل

این قدر در دما از ماده‌ی جامد از عنصرها
 این قدر در دما از قسمت ماده

محلول مایع از عنصر اول است.

اگر یک مایع از آنجا که دوفلتر را سرد کنیم، هندل می‌کنیم به solidus می‌رسیم. جوانه‌های جامد شروع به تشکیل شدن می‌کنند و اگر در همین دما نگه داریم جوانه‌ها تشکیل می‌شوند و از بین می‌روند. زمانی که بیشتر سرد شود به solidus می‌رسد بلورهای جامد درست می‌شوند و فقط انرژی آنها به صورت شش منبسط می‌باشد و به زیر solidus که می‌رسیم لایه جامد می‌گردد.

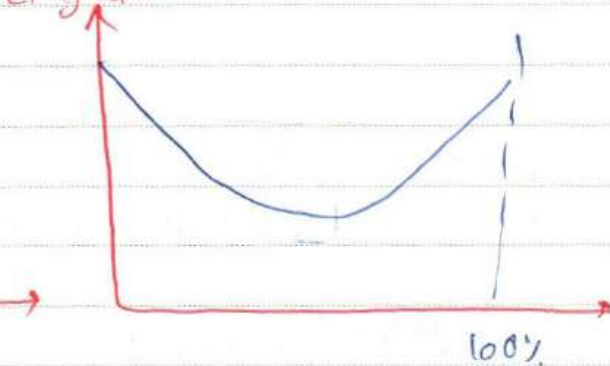
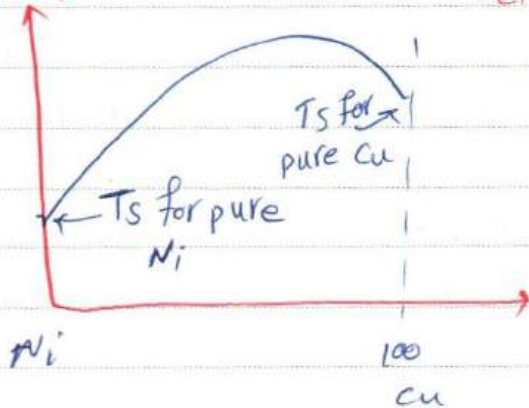
اگر آنجا که سرعت سرد کردن بدیده می‌شود پخته پخته شدن بلور جامد است که در مرکز آن جامد یک هسته ایجاد می‌گردد که در حد بالاتری از نیکل از عناصر دارد به همین دلیل سرد کردن باید به آرامی صورت گیرد.

زمانی که در صدی از نیکل را به من اضافه کنیم استحکام آجایی بالا می‌رود و پس از آن می‌رود به یک درصد بهینه برای استحکام داریم. اضافه کردن نیکل مقاومت را بالاتر می‌برد و میزان

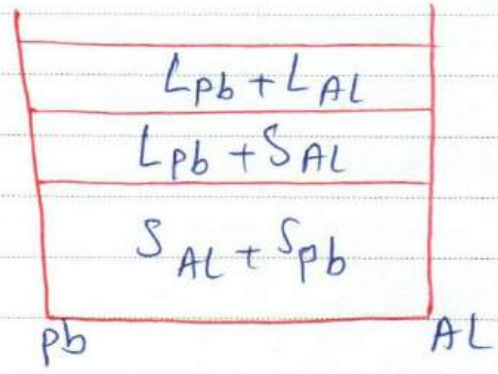
چسبندگی را پایین می‌آورد (elongation ↓)

Strength (MPa)

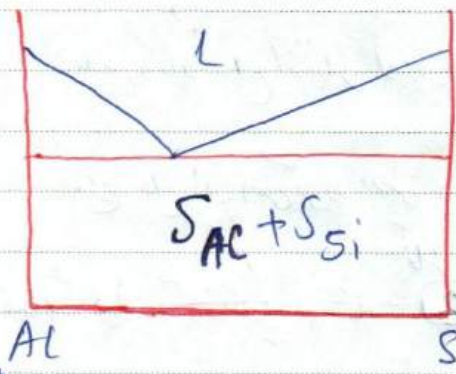
Elongation



- دو عنصری که هم در حالت مایع و هم در حالت جامد در هم حل نمی شوند سرب Pb و آلومینیوم Al می باشد.



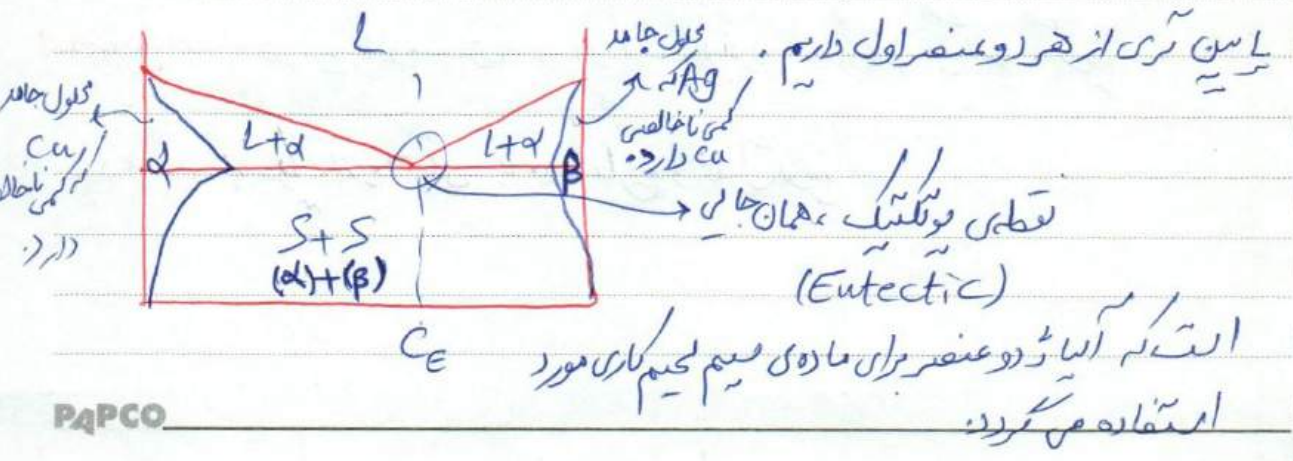
- آلومینیوم و سیلیسیم دو عنصر هستند که در حالت مایع در هم مخلوطند و در جامد محلول نمیشوند.



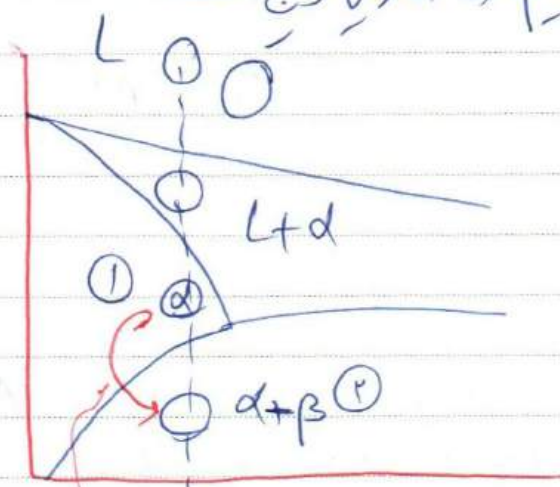
این ماده در حالت جامد دارای ساختار لایه - لایه است که یک قسمت سخت و یک قسمت نرم در کنار هم قرار می گیرند. بنابراین

قابلیت تراشکاری و شکل پذیری نسبتاً بالایی دارند و همزمان مقاومت نسبتاً بالایی دارند.

- برای لحیم کاری از محلول مایع استفاده می شود (نسبت آلومینیوم که دارای نقطه ذوب



آبشار sn و pb همان آبشار سیم لیم کاری الکترونیک را می باشد.



با سرد کردن سطح از فاز α به β این نا همگونی رسوبات در زمینه

فایه قلع ایجاد می گردد یعنی در قسمت (1) قلع بین سرب نامحلول شده است و

محلول جامد شده است زمانیکه به نقطه (2) برسد دیگر اتساع شده است قلع بین خود را می ریزد

می ریزد و این به صورت رسوب بین سرب تشکیل می گردد و این مسئله مرز دانسته را می بیند

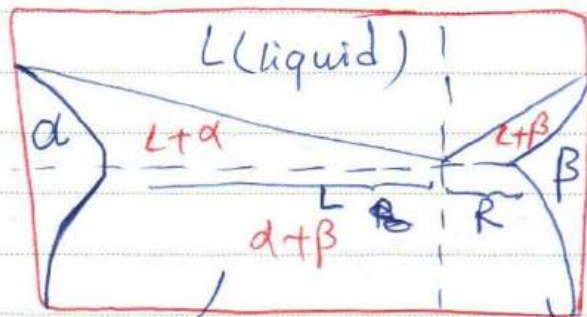
و عیوب را از بین می برد که باعث افزایش مقاومت می گردد

Component دو جزء یا دو عنصری به در دو طرف دیگر هم فازی قرار می گیرند، گویند.

phase به هر یک از فازهای جامد و مایع و محلول گویند.

زمانی که $L \rightleftharpoons S_1 + S_2$ یعنی یک مایع به دو جامد تبدیل می شود به صورت رفت و برگشت،

به آن Eutectic گویند.



hypoeutectic

100% پورتیت

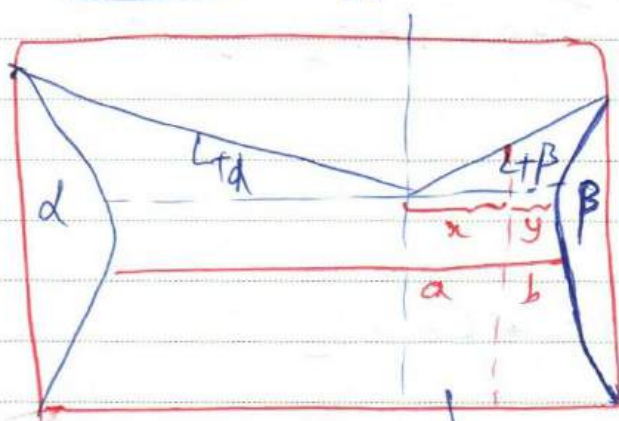
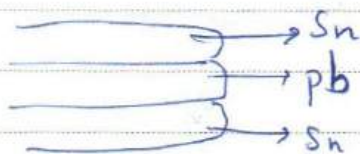
hyperutectic

$$\frac{L}{R+L} \% \rightarrow \beta \text{ مادی}$$

$$\frac{R}{L+R} \% \rightarrow \alpha \text{ مادی}$$

زمانی که جوامد جامد از یک مایع سرد می شود یا α است یا β و برای تشکیل ساختار مادی دیگر را از خود دفع می کند. بنابراین بلورهای جامد به صورت لایه لایه صورت می گیرند که هر لایه غنی

از یکی از مواد است.



$$\frac{x}{x+y} \% \rightarrow \text{مقدار لایه ای - ایجاد شده از جنس } \beta$$

$$\frac{a}{a+b} \% \rightarrow \text{درصد لایه } \alpha$$

$$\left(\frac{x}{x+y} - \frac{a}{a+b} \right) \% \rightarrow \text{درصد لایه } \alpha \text{ ایجاد شده از جنس } \beta$$

hyperutectic

β

وقتی یک عنصر به عنصری دیگر افزوده می‌شود، ۳ حالت مقصور است ① اولی در دوس حل

می‌شود ② ماده در فاز خالص اند ③

بسیار به کاربرد آهن Fe_3C

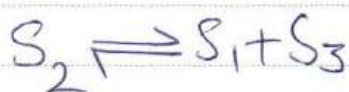
Mg_2Pb در نمودار $Mg-Pb$ با درجهت کلی در نمودار سرد کاربرد داریم، در سمت چپ همگی

مواد خالص هستند و در سمت راست Mg و Pb با هم در یک دوشخص و البته شیبانی

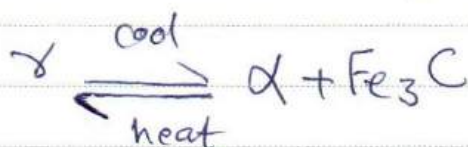
من هند و یک ترکیب شیبانی جدید Mg_2Pb را می‌سازند که یک ترکیب بسیار ترد شکسته است.

نسبت Pb به Mg آن ۸۰٪ به ۲۰٪ است.

یوتکتوئید شیبی یوتکتیک $Eutectoid \rightarrow$



زمانی است که یک جامد به دو جامد دیگر تجزیه می‌شود.



peritectic $\rightarrow S_1 + L \rightarrow S_2$

ترکیب $intermetallic$ ، خطی عمودی موجود در دیاگرام فازی هستند که یک ترکیب شیبانی

istic

ساخته است.

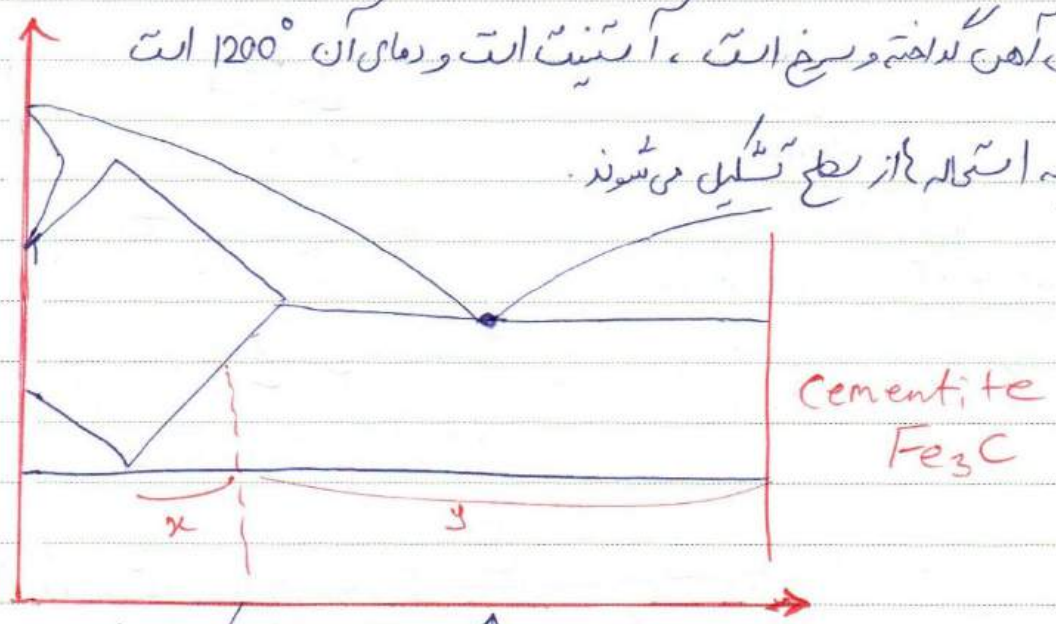
دیگرم فاز $Cu-Zn$ که دارای ۳ محلول

اگر ترکیب وجود در یک ناحیهی دیگرم فاز را به مانده من توان از ترکیبات ناحیهی مجاور آن، فاز ناحیهی مجهول را حدس زد.

چون که آلیاژی یوتکتیک آهن هستند → تعریف متالورژیک چگون

وقتی آهن گداخته و سیخ است، آستینیت است و دمای آن 1200° است

همیشه استیله از سطح تشکیل می شوند.



metectic ← $\frac{x}{x+y} \%$ متالورژیک Cementite

فولادهای نیمه دانه فوقانی و تحتانی hypereutectic و hypoeutectic باشد.

تمام چیزایی که تا الان خواندیم هیچ فایده ای ندارد زیرا در عمل هیچ ماده ای خالص در دسترس

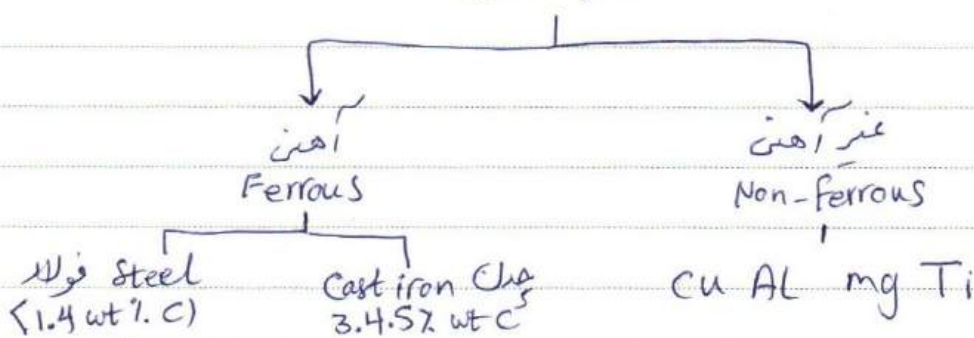
نداریم.

برای حالتی که ماده ناخالص است دمای $u e t e f i c$ آنها با حالت ترکیبی دمای، دما در

فروق می‌کند و در یک نمودار مجزا این اثر را می‌توان مورد بررسی کرد.

فصل ۱۱: کاربرد و فرایند آلیاژی فلزی

آلیاژی فلزی



آهن فلز بسیار فراوان در سطح زمین - در صنعت بسیار کاربرد دارد - انعطاف پذیری - کاربرد آهن در

آلیاژ سایر فلزات

① چدن: دارای نقطه ذوب پایین هستند، چدن: یونیتیک هستند و یک نقطه ذوب دارند

و برای ریخته گری جذاب هستند، ③ حدود نصف ساختار آن کاربید یا سمنتیت است.

④ فولاد: آلیاژی با انعطاف پذیری با مقاومت نسبتاً بالا هستند.

اگر در مواد اضافی حدود ۱٪ باشد، آلیاژ است پر آلیاژ High Alloy فولاد steel
کم آلیاژ Low Alloy

- برای فولاد های پر آلیاژ غنای بیشتری اضافه شده است که فولاد دارای یک خواص خاص باشد مثل فولادی که برای متدی بنور اخ باری استفاده گردد که خاصیت مقاومت بیشتری آن مهم ترین شاخص آن می باشد سایر ویژگی های برای این فولاد خاصیت فرعی است . قال دیگر فولاد زنگ نزن است .
- برای فولاد های کم آلیاژ درصد کربن است که تعیین کننده خواص آن است و بیشتر بعدی مقاومتی آن مدنظر است و اصطلاحاً به آن فولاد ساختمانی می گویند . فولاد کم آلیاژ علاوه بر بعد مقاومتی باید دارای خاصیت فرایند پذیری مثل چکش پذیری ، شکل دهی (مثلاً برای میلگرد) (۳) مواد ارزانی قیمت و در دسترس هستند . هر چه کربن فولاد بیشتر گردد روشن تولید آن پیچیده تر و دشوار تر است و قیمت بالایی دارد .

از فولاد کم کربن در ساخت فولاد ساختمانی ، تانکر های نگهداری مواد ، پل ، برج و ...
- متوسط در ساخت پیستون ، میل لنگ ، شاسی خودرو و ... استفاده می گردد .
پر کربن در ساخت ابزار آلات (خصوصاً ماشین های برش) استفاده می گردد .

تفاوت فولاد 4310 و 1010 در میزان آلیاژ است
فولاد راه راه و آلیاژی غیر راه
بدن خود را می خرد ، آلیاژی هستند و نرم پذیر نیستند و فرایند پذیری پایین دارند
ولری مقاومت و جذب انرژی بالایی دارند

Subject :

Year . Month . Date . ()

از فولاد 4310 برای ساخت مخازن با فشار بسیار بالا استفاده می گردد.

مثلاً برای چرخ دنده های صنایع غیر اهمیت مثل آرد سازی، همچنین ریش های می توان از آلیاژ ۱۵۴۱۰

استفاده کرد. ولی در جاهایی که اهمیت بالاست مثل میل لنگ خودرو باید از 4340 استفاده کرد.

جاهایی که عملکرد با است مثل وسایل برش کاری و ابر های معمولی چوب بری ۱۵۹۵ ابر های

برش فلز 4۱۹۰ برای ابزار های تند بر از در صد شش از ۵۱ برای تولید فولاد استفاده

می کنند و از فولاد 304 استفاده می کنند که چایش پذیری کم و مقاومت بسیار بالایی دارند.

تفاوت آلیاژی و ناخالصی

گاهی اوقات بدون ذوب فولاد با مجاورت قرار دادن گاز CO تحت فشار کم فولاد قرار

می دهند و آهن سفیدی تولید می گردد. (افزودن فیمبایی در املاید)

سلیسم
منگنز
سیسمن
نیتروژن
فولاد

روش دیگر، روش سنتی با استفاده از کوره های ذوب است

شرط این که چون با گرید آزاد داشته باشیم

۱- گرید به اندازه ای کافی بالا باشد

۲- برخی از عناصری که به این تجزیه کمک می کنند باید در ترکیب وجود داشته باشند

مثل سلیسم

۱- سرعت است. یعنی به اندازه‌ی کافی در مجاورت کربن قرار بگیرد و خیلی سریع نباشد.

۱) ^{آهن سفید} white Iron (۱۱٪) سیسیدم با رنگ روشن، یک فلز ارزان با ریزش کمی ساده ولی

بسیار سخت با چگالی بالا، مقاومت به کشتن سایش بالا مثال: در غلتک راه سازی

به عنوان ابزار این نوع چدن بسیار ترد و شکننده است. مقطع شکست آن سفید است. (۲)

چدن چکش خوار در دماهای بالا حرارت می‌دهند که از چدن سفید (۷-۸٪) ^{۸۰۰-۹۰۰°C} Malleable Iron

با نگهداری آن در دمای بالا تولید می‌گردد که بسیار پر هزینه است. elongation حدود ۱۰-۱۲٪

اگر نخواهیم فلز چکش خوار بایزیم باید از همان اول نگذاریم کربن در آن قرار بگیرد

نوعی آهن به نام Gray Iron (۳) بوجود می‌آید که کربن به صورت خطوط تریبوجود می‌آید این Flake

Flake های نوک تریب باعث تمرکز تنش و شکننده بودن است. پر مصرف ترین نوع چدن است. کربن به صورت لایه-لایه هستند.

البته این Flake خاصیت damping انرژی و لرزش هستند و در ساخت دستگاه‌های

تراشکاری استفاده می‌شود. کربن کمی آن دارای الکترون آزاد است که در بین آلیاژی آهن سیسید

هدایت الکتریکی را دارد به همین دلیل در موتور خودرو برای انتقال حرارت از داخل موتور به بیرون

و کاهش لرزش در بدنه‌ی خودرو استفاده می‌گردد ولی عیب آن تنگ شدن خودرو است.

گرافیت میزان انتقال حرارت در فولاد را افزایش می‌دهد

سرم
↑
سرم
↑

اگر عناصر خاص و کم یاب خالص مثل Ce و Mg به فولاد خالصتری اضافه گردد که کمی نتر

گردد به صورت دایره ای در سطح آنجا در گردد که به آن $ductile$ گویند که میزان

شکستگی آن بسیار کم است. این چرا (عنصر فوق) $Iron$ بیشترین را گروی می کند و کاهش انرژی

سطحی (فصل مشترک) بین آنم کمی کمین است که باعث می شود گوی گردند.

X محدودیت های آلیاژی آهنی X مهم

در اینجا برای آلیاژی که یک می رویم.

۱- چگالی نسبی بالای آلیاژی آهنی مثل بدنی خود رو

۲- هدایت نسبی پایین برای الکتریسیته و حرارت (boiler) (رادیاتور) (تابه های)

۳- مقاومت پوسیدگی پایین به سارگی ترنگ می زنند
مثلا مس و آلومینیم و سایر بهتر دارند

چون مقاومت خوردگی بالاتری نسبت به آهنی معمولی هستند. چون در عین ارزان بودن

می تواند با آلیاژی مقاوم گران قیمت رقابت کند. انواع تجهیزات و لوازم کثوری مثل خنک و

و انواع لوازم صنعتی از جنس چدن است.

مزیت ۱: ۱- فراوان ۲- ارزان ۳- استحکام نسبی بالایی دارد

آلیاژی غیر آهنی : این فلز را به عنوان فلزات با چگالی پایین در نظر می گیرند .

الومینیم و سن ^① پرکاربردترین آلیاژ بعد از فولاد می باشد . ^③ تیتانیوم و ^④ منیزیم

در صنایع transportation مثل حمل و نقل هوایی و زمینی و ریلی و ... وجود آلیاژی الومینیمی باعث

ایجاد کمبود در این صنعت شده .

در صنعت ساختمان و structure ، انواع سازه های ساختمانی ، نمای های شهری و ...

در صنعت containers & packing و در صنایع غذایی ، بسته بندی ، وجود الومینیم نقش خیلی

مهمی دارد .

در صنعت لوازم شیر آلات و لوازم بهداشتی اکثر آلیاژی برنج با آلومینیم هستند

الومینیم با توجه به عناصر آلیاژی آن 4 دسته دارد :

۱- با عدد یک شروع شود	خالص	برنز $\leftarrow \text{Si} - \text{Ni} - \text{Sn} - \text{Al}$
۲	من	به من اضافه کنیم مقاومت بالاتری
۳	مسیسیم	نسبت به من دارد
۴	منگنز	
۵	منیزیم	
۶	روی	
۷		

با ساختن آلیاژی جدید از الومینیم می توان با وزن ثابت مقاومتی در حدود ۵ برابر وقت

در صنایع مثل لوازم ورزشی ، موارد نظامی از این آلیاژ استفاده می شود .

آکونیوم در حالتی که می خواهیم رسانایی حرارتی یا الکتریکی بالا هم داشته باشیم می توانیم از آن

استفاده کنیم . $\leftarrow$ رسانا - نرم - قابلیت ماشین کاری دارد .

* منبسط در صنایع الکتریکی استفاده می گردد . هم چنین به دلیل وجود عوامل بهداشتی در

شرکات بهداشتی با یک روش بهتر در استفاده قرار می گیرد .

$40\% - Zn$ در مس ، آلیاژ را به برنج تبدیل می کند که رنگ آن با مس تغییر می کند Zn در برنج

می گردد . اگر $1.35 Zn$ حل کنیم به آن برنج می گویند . بیش از 35 درصد Zn گویند

* آلیاژ $Cu-Be$ یک آلیاژ بسیار مستحکم است که کم یاب است و مصارف نظامی در پوشه های فولاد

دارد .

* آلیاژهای Mg به دلیل پایین بودن جلالی آن در حالتی که وزن کم می خواهیم مورد

استفاده هستند مثل کیف با مسونت و موتور خودرو که هم چنین این فلز میزان والنتی

بسیار کمی با اکسیژن دارد ولی فرایند تولید آن به دلیل آتش گرفتن نیاز به کنترل زیادی دارد

* برخی فلزات گران قیمت مثل طلا ، پلاتینوم و ... برای مصارف خاص با توجه به ویژگی

مختصر نظر آنها مورد استفاده هستند.

فرایندهای تولید فلزات (ساخت)

- ۱- **rolling** با عبور فلزات از بین دو غلتک یک صفحه نازک ورق تولید می گردد که در ورق به فلز فشار می آورند و خلل و فرج آن برمی شود و مستحکم می گردد.
- ۲- **forging** یک قطعه ای اولیه را در داخل قالب قرار می دهیم و با ضربه تولید می گردد.

با فشردن به ساختار مورد نظری رسیدن دلیل فشار بالا ساختار بسیار محکم و فشرده دارد و فلزات باور آن نیز می شود.

- ۳- **extrusion** با فشار از داخل یک قالب عبور می دهند و به مقطع مورد نظری رسم محدودیت ابجاری نداریم و با هر ضخامتی می توان تولید کرد.

- ۴- **drawing** عضو را از بین دو دندان می کشند و قطعه تولید می شود تفاوت آن با extrude کردن محدودیت ابجاری آن است که اگر زیاد بکشیم پاره می شود.

Casting « ریخته گری »

یک روش **sand casting** است که فلز را در یک قالب ماسه ای می ریزند و برای قطعات بسیار

بزرگ از آن استفاده می شود در دانشگاهی موارد یک آزمایشگاه ماسه داریم و باید نوع

وقتی ماسه انتخاب کنیم که ناخالصی ایجاد نکند و خود مستحکم گردد.

ماده‌ای مورد نظر را در داخل یک قالب سرامیکی که قبلاً از نمونه‌ی اصلی قالب‌گیری شده است می‌ریزند.

فرایند ریخته‌گری investment casting فلز ذوب شده را در قالب فلزی می‌ریزند.

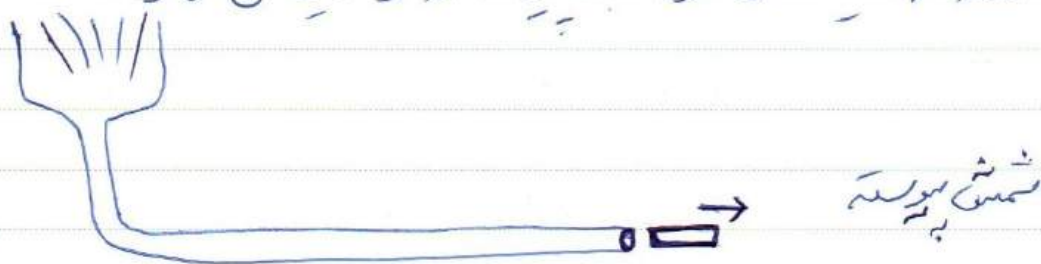
die casting و با فشار بسیار بالا آلیاژ ذوب شده را به داخل قالب فشار می‌دهند.

و سریع به دلیل فشار بالا سرد می‌شود و کیفیت محصول تولیدی بسیار بالا است و

بکاربرد است.

continuous casting از یک طرف مواد اولیه را می‌ریزند و ذوب می‌کند از یک طرف دیگر عبور

می‌کند و در انتها یک شمش سرد شده‌ی پیوسته از طرف دیگر خارج می‌گردد.



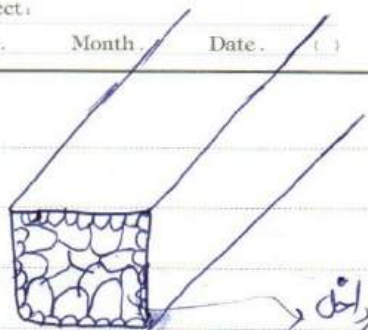
Hot working

شکل دهی به فلزات

cold working

دوروش شکل دهی گرم و سرد دارای تفاوت‌های اساسی از نظر مقاومتی دارند در سردیم

یک اتفاقی که می‌افتد تبلور مجدد است.



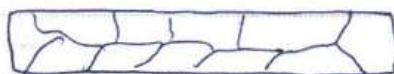
در نور سرد تعداد

دانه تغییر نمی کند فقط

Texture یا

دانه های بلور در داخل آن درشت و بیرون آب ریز است - من گردد

cold work



Hot work



اگر زیاد از حد ماده را بکشیم دانه های کشیده می گردد و بعد از مدتی اگر زیاد از حد این عمل صورت گیرد

ماده کشیده می گردد ولی در نور گرم مجدداً به شکل صورت می گیرد و دانه بندی جدید ایجاد می گردد و

مرز دانه های جدید تشکیل می گردد و مقاومت بالا تر می رود در نور گرم فلز را به صورت گرم و یا

حرارت بالا از داخل دستگاه عبور می دهند و مثلاً forging صورت می گیرد.

از نظر خواص مکانیکی در cold work جهت کشیدگی دانه ها مشخص است که به این نوعی قرارگیری

دانه Texture یا بافت گویند که جهت تغییر شکل پلاستیک را به مایه طور دقیق نشان

می دهد و از روی آن می توانیم بفهمیم چه بلایی سر ما ده آمده است.

Hot work ← مقاومت کمتر به دلیل تسلیم بالا

cold work ← مقاومت نهایی بالا

Casting

- ۱- باید دمای زوب را دقیق بدانیم ۲- باید میزان و انش پذیرنده ماده (ردمای بالارا بدانیم زیرا برخی مواد در حالت مذاب به شدت واکنش پذیر هستند و نمی توانیم راحتاً آنها را قالب گیری کنیم. ۳- مسئله دیگری قالب مورد استفاده است که باید بدین شکل جسم مورد نیاز خودمان را چگونه می توانیم در داخل قالب ایجاد کنیم.

روشنی Joining :

۳. روش fastening داریم ،

1- mechanical

۲۔ chemical : چسبہ ، میوڈائی تسمیائی کہ باعث اتصال میں شود و قطع
مورد نظر دجہار تفسیر شکل یا ذوب شدن نمی گردد۔

۳- metallurgy : دوش powder welding : دوشطه را محکم روی هم فشار می دهند

کتاب به هم متصل گردد. روش دیگر Filler welding
 یک ماده بین دو قطعه ذوب می گردد و سپس آنها را

بر می کند.

- * برای جوئیکاری اتمسفر باید کنترل شده باشد، مثلاً جوئیکاری آلومینیوم در هوای معمولی صورت نمی گیرد. برای جوئیکاری باید سطح جوش را shield کنیم که مثلاً زیر گاز آرگون است.
- * الکترود جوئیکاری نباید به هیچ وجه مرطوب باشد یا نباید قطعات مرطوب باشند و باید کاملاً خشک باشد و قطعه باید پیش گرمایش شود.

Annealing: نوعی از عملیات حرارتی است که معمولاً برای برگشت ساختار به حالت اولیه و recovery کردن در ماده است مثلاً تبلا روی ماده فرایند صورت گرفته و ساختار آن کمی تغییر کرده است.

حالات مختلف آنیلینگ:

- 1) stress relief برداشتن تنش موجود روی ماده در اثر فرایند من قبلی
- 2) process Annealing مثلاً بردن دما تا نصف دمای ذوب تا ساختار تغییر کند
- 3) Spheroidizing در دمای بالاتر از پاست ترین فاز چند ساعت نگه می دارند تا کمپست های ورقه ای را به حالت کروی در می آورند
- 4) Full Anneal بردن به بالاترین دمای فلز مثلاً در فاز د تا تک فاز است

و سپس سرد کردن به آهسته ای که میزبان شکل پذیری و ماشین کاری آن را بالا می برد

Subject:

Year: Month: Date: ()

5) normalize

به صورت گرم نوردهی شوند و سپس در گداز سرد در دمای طبیعی

ما در سرد سرد

روشن ای hardening

در اثر سرد کردن یک فلز در ۳ حالت مختلف و در ۳ محیط مختلف ۳ میزان سختی بدست می آید

	severity of quench	hardness
air	low	low
oil	moderate	moderate
water	high	high

البته فرایند سرد کردن باید کنترل شده باشد یعنی بعد از tempering باید فرایند Quench

سختی را Tuning می کنند.

یک حالت دیگر افزایش سختی با رسوب گذاری است که یک ماده در مذاب مثل آلومینیم یا Al که دارای مقداری ناخالصی است پسند ساعت آرام خنک می کنیم بلورهای رسوب که تشکیل می شود سریع سرد می کنند و چون این بلورهای کوچک رسوب باعث می شود که سختی آلومینیم Al ۵ برابر افزایش یابد.

فاز
درصد قریب ۷۰ پرلیت در فولاد ...

سرامیک چیست؟ عمدتاً یونی است و بعضی اوقات کووالانت می باشد.

سرامیک { مواد غیر فلزی، غیر آلی هستند. سرامیک { base معدنی دارند ولی پلیمری ساختار

آلی دارند. فلزات به دلیل تکرار گری در وسط جدول تناوبی توانایی پیوند یونی ندارند و بیشتر تمایل به

اشتراک گذاری الکترون دارند که معمولاً ترکیب با آلومین و یا کربن به صورت کاربید می دهند.

* فقط ۴ سرامیک تک عنصری داریم C، Si، Ge، B
کربن سیلیسیم ژرمانیم بور
عضو بالا شبه فلز هستند.

* سرامیک ها عمدتاً ساختار کریستالی دارند و بعضی اوقات آمورف هستند نمونه ای از حالت آمورف

آنها شیشه است. فلزات در حالتی که با نرخ خنثی بالا سرد شوند مثلاً یک میلیون درجه برآینه

آنها آمورف می شوند.

* آئینون { اتم های بزرگ هستند (چون الکترون می گیرند) در ساختار تترامر می پیوند می یابند و

بین نشین آنها تترامر می گیرند.

site selection

۱- اندازهی شعاع کاتیون روی محل تکرار گری آن تأثیر گذار است در واقع نسبت شعاع کاتیون به آنیون

Subject:

Year:

Month:

Date:

تاریخ

درصد یونی بودن
یونی بودن

$$\text{Ionic character} = 100(1 - \exp[-0.25(X_{\text{Si}} - X_{\text{C}})^2])$$

۲- استوکیومتری و نحوه و منش تمییزی بین عناصر (نسبت یون کلسیم و پتاسیم به نسبت کلسیم)

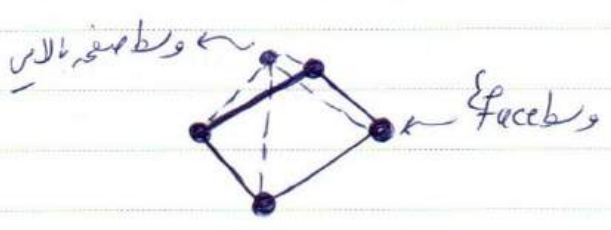
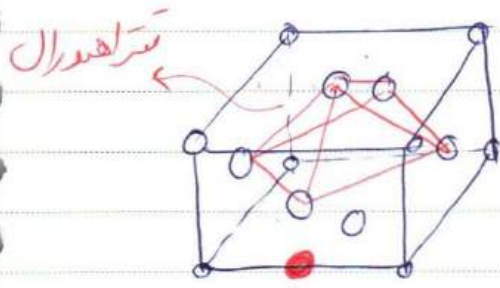
۳- ۷ هیدروکسید آلومینا که با زوایای خاصی در کنار هم قرار می گیرند مثلاً یک آلومینا با ۴ آلومینا

کربن فقط از یک زاویه ی خاص با هم و منش می دهند.

عدد کوردیناسیونی و شعاع یونی

۴- مسائل این گونه به صورت هندسی با توجه به شعاع کاتیون و آنیون و یا رافرتیو به حل می شود

FCC unit cell $4 \text{ OH} = \text{octahedral}$ & $8 \text{ T}_D = \text{tetrahedral}$



۵- آلومینا از طرفین محصور شده است
octahedral

۶- ملتهای NaCl هر دو شرط اول و دوم رعایت شده است به همین دلیل ساختار NaCl

۷- پایداری دارند FeO یعنی هم منش تمییزی و هم اندرزه شعاع آنها متناسب است.

۸- AX type یعنی نسبت تعداد کاتیون و آنیون برابر است یعنی یک مول Na و یک مول Cl

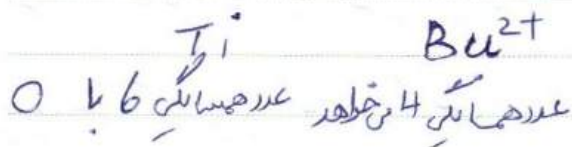
ساختار Zinc blend ← در این ساختار وند های پیوند کووالانسی با هم اشتراک می کنند

پدید می آید و پس قانون دوم هیز استوکبری نقص نمی گردد.

ساختار AX_2 crystal برای هر رد unit cell یک کاتیون بین آنها می کشند.

ساختار ABX_3 ساختاری است که حافظه دار است و با توجه به میدان مغناطیس اعمال شده

به آن در آن اطلاعات را می توان ذخیره کرد و به آن ساختار پیزوالکتریکی گویند مثل $BaTiO_3$



در یک ساختار باید به گونه ای باشد که packed و densd باشند و این مسئله ساختار قانون هندی را ایجاد می کند.

بررسی خصوصیات مکانیکی و

در ساختار سرامیک {slippage بسیار سخت است زیرا انرژی مورد نیاز برای عبور یک

آنیون از روی آنیون دیگر بسیار بالاست و این انرژی از انرژی ساختار هاله نزدیکتر است به همین

دلیل سرامیک {تردد شکسته است و پیکای عبور صفحات از هم و لغزش، ساختار خرد می شود.

Subject:

Year:

Month:

Date:

()

Ceramic density

unit cell

تعداد ذرات مولی در داخل یک یونیت است.

$$\rho = \frac{n(\sum A_c + \sum A_A)}{V_c N_A}$$

unit cell

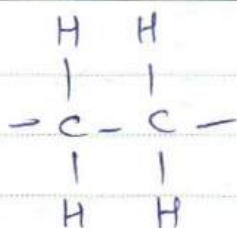
حجم

این فرمول برای پیدا کردن چگالی سرامیک کریستالین است مثلاً اگر می‌خواهیم چگالی منظم به صورت لایه لایه روی هم قرار می‌گیرند (با پیوند ضعیف)

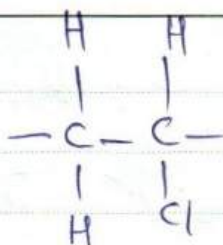
مثلاً C_{60} که یک توپ فوتبال از 60 تا کریستالین است و به صورت معماری شده کنار هم چیده می‌شوند و یا گلوله‌ای کریستالین ---

defect در سرامیک با فلزات متفاوت است مثلاً vacancy در سرامیک به این صورت

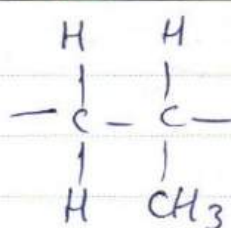
است که اگر یک آنیون نباشد حتماً باید یک کاتیون هم نباشد یعنی به صورت زوج خالی است. که به این عیب فراوان گویند.



پلی اتیلن



پلی وینیل کلراید



پلی پروپیلن

این ۳ پلیمر فوقی قیمت بسیار بزرگی از پلیمر را تشکیل می دهند

مواد مثل چوب - کتان، ابریشم و...

۱- طبیعی

۲- مصنوعی

پلیمر

* یکی از پلیمرهای طبیعی که در ساخت الیاف لاستیک از آنها استفاده می گردد.

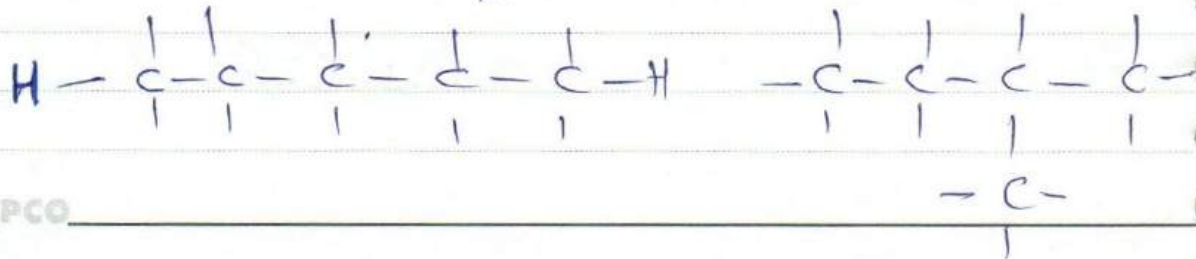
منابع تأمین آنها ارزان و فراوان است.

* کربن می تواند با یک یا تعداد بیشتری کربن پیوند برقرار کند و ساختار پلیمری بازند. $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$

* هر چه با پلیمری کربن تعداد بیشتری C یا کربن را کنار هم بنشانیم نقطه ذوب ماده را بالا می بریم

و به این وسیله می توان ساختار را کنترل کرد و به نقطه ذوب و تجزیه دلخواه رسید.

* ساختار آمیزه می ساختارهای با فرمول شیمیایی یکسان ولی ساختار متفاوت هستند.



پلیمر نایلون: فرایندی است که در آن طول یک شاخه پلیمری را افزایش می دهند و زمانی

متوقف می گردد که یک پایه مثلاً به خوردش انتهای آن را بندد

* پلی استیر که ما آن را به عنوان نایلون می شناسیم در واقع نایلون نیست و پلی استیر است

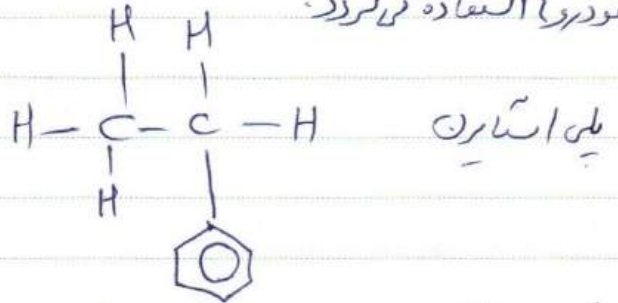
و نقطه می ضعف آن خواص مکانیکی و مقاومتی پایین است.

* PTFE پلی تترا فلورو اتیلن یک پلی استیک سخت و پر مقاومت است که در دسته پلی کربنی

استفاده می گردد.

PP پلی پروپیلن پلیمری هستند که مقاومت به سایش و خراشیدگی بالایی دارند و در دایر

خودرو استفاده می گردد.



رایجی این آزاد مواد بسیار کمی است که در ساختار مواد پلیمری هستند مثلاً با حرارت زیاد، پلی

زیاد، چند بار مصرف کردن از ماده، قرار دادن مواد شیمیایی مثل آب و آلودگی در داخل ساختار

پلیمری این رایجی آزاد می گردند.

زیرین به پلیمرهای مایعی گویند که به صورت مایع عرضی در درونی در حین استفاده به عنوان یک

ماده‌ی بسیار لغت و سخت مورد استفاده قرار می‌گیرند. مثال: چسب دو قلو

* مهم‌ترین نقص پلیمر $\bar{M}_n$ شکست در اثر پدیده‌ی خستگی است.

* پلی آمین آترافلایک $\rightarrow$ دارای مقاومت بسیار بالا و مقاومت حرارتی بسیار بالا هستند مثلاً

در کلاه ایمنه آتش نشانی

* پلی کربنات $\rightarrow$ پلیمرهای بسیار مقاوم و گاهی می‌توانند شفاف باشند مثلاً در شیشه‌ی عینک

وزن مولکولی پلیمر $\bar{M}_n$

$$\bar{M}_n = \sum x_i m_i$$

دو نوع متوسط داریم یا بر مبنای تعداد نمرات میانه

$$\bar{M}_w = \sum w_i m_i$$

می‌گیریم یا بر مبنای وزن هر کدام. (مثال در اسلاید)

$$\bar{n}_m \quad \bar{n}_n = \frac{\sum x_i m_i}{\bar{m}}$$

درجه‌ی پلیمریزاسیون $\bar{n}_n$

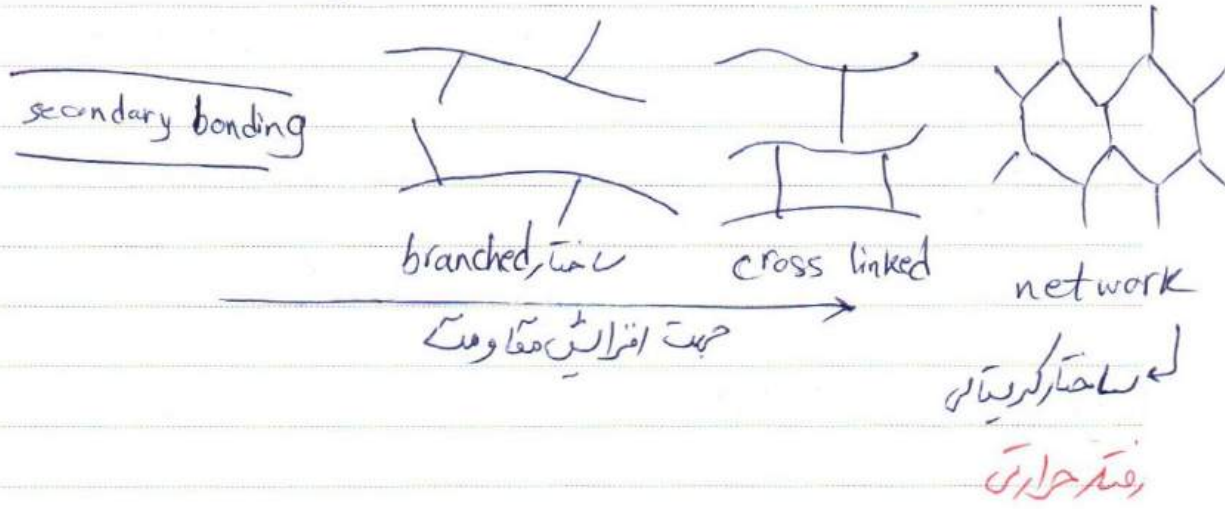
* پارامتری به نام start to end distance داریم که فاصله‌ی ابتدای مولکول تا انتهای مولکول است

و نشان دهنده‌ی خواص الاستیک ماده است. یعنی هر چه $\bar{n}_n$ وزن مولکولی بیشتر و کوچکتر

باشد خاصیت الاستیک بهتری دارد و الاستومر $\bar{n}_n$ اینگونه ایجاد می‌شوند.

* مواردی که انعطاف ساختاری بیشتری دارند یعنی یا این تغییر سخت می شوند، نرم می شوند، قابلیت

تراشیداری آنها عوض می شوند مواد فوق تری هستند که ساختار پلیمری آنگونه است.



تغویلات پلیمری که با افزایش حرارت پلاستیسیته زیادی پیدا می کنند و نهایتاً ذوب می شوند.

تغویلات " " وقتی حرارت می بینند سخت می شوند علت اصلی آن این است که برخی از

پلیمرها هنوز واکنش نداده اند که سخت گردند و با حرارت این اتفاق می افتد

تاکتیسیته Tacticity نحوه تکرارگیری مواد مثل R در ساختار در کدام طرف زنجیری

پلی کربنات تکرار می گیرد این مسئله روی خواص تأثیر گذار است.

Copolymers بی شمار ساختار مختلف پلیمری وجود دارد که می توان با تغییرات بسیار متنوع خواص

مقاومتی ایجاد کرد.

Subject :

Year . Month . Date . ()

* وقتی که یک پلیمراز حالت آمورف به حالت کریستالی تغییر ساختار می دهد حالت تیری زند

cloudy و milky می دامن کند ولی خواص مقاومتی آنها افزایش می یابد.

* درجه کریستالیزاسیون نیز روی خواص تأثیر گذار است یعنی تا چه حد دچار کریستالیزاسیون

شده است.

کامپوزیت؟ ترکیبی از مواد هستند با هدف اینکه ترکیبی از خواص از آنها گرفته شود.

مثلاً فایبرگلاس: الیاف سرامیکی در بایستی پلیمری

مخلوطی که ایجاد می کنیم خواص آن مخلوطی از خواص مواد اولیه است.

* فاز ماتریس، فاز اصلی است. * فاز dispersed فاز می است که به صورت پراکنده در فاز Matrix قرار می گیرد و یک خاصیت جدید در آن ایجاد می کند.

بازرات تقویت شده اند.

الیاف پیوسته ← مثل پارچه بافت
الیاف غیر پیوسته

بالیاف تقویت شده اند.

composite

بازرات هستند که فازهای مختلف به صورت لایه - لایه روی هم قرار می گیرد مثل ظرف تترایک ظرف غذا که یک کامپوزیت ۳ لایه است.

* مثلاً با پخش کردن ذرات الیاف آکسید آلومینوم در داخل آکسید آلومینوم به یک ماده ای می رسمیم که استخدام بالستری دارد.

* مثلاً مرغوب که می تواند فلز را منبسط کند ذرات ریزه های را در داخل بستری از کوبالت ریخته اند.

که اصطلاحاً آن metal cement گویند.

* تأییدی اتومریدها؟ گاهی اوقات با الیاف فلزی تقویت می شوند و گاهی با دردی کریستال تقویت

می کنند.

* اضافه کردن ذرات روی استحکام و الاستیکه تأثیر گذار است هر چه ذرات بیشتری اضافه کنیم استحکام بالا می رود و الاستیکه پایین می آید.

* گاهی از ذراتی به مادی کامپوزیت اضافه می کنند که باعث رسانا شدن ماده می شود.

* جهت قرار گیری فیبرهای داخل کامپوزیت می توانند خواص آن تأثیر گذار باشد. نحوه قرار گیری منظم یا aligned می تواند در یک - دو - یا سه جهت باشد.

* طول الیاف می توان روی استحکام مادی بتن تأثیر گذار باشد مثلاً از الیاف با طول 15 mm بیشتر یا کمتر استفاده کرد روی مقاومت مادی بتن تأثیر گذار است.

* در جهت طول و عرض الیاف قرار گیر خواص را به روشی گوناگون تغییر می دهد و این مسئله با روش‌های مختلف بدست می آید.

* استحکام را می توان با تغییر در درصد الیاف یا نحوه قرار گیری آنها تغییر داد یعنی tuneable است.

* روش‌های مختلف تولید مواد کامپوزیتی در داخل السالید مطالعه شود.

* در کامپوزیت‌های لایه ای یا sandwich panel هر لایه نقش دارد مثلاً الیاف در آن به ما کمک می کند.

آن خواص مغناطیسی داشته باشیم باید از یک لایه با خواص مغناطیسی در سطح آن استفاده شود.

Subject :

Year . Month . Date . ()

(کاربرد)

... سمنتیت $\leftarrow Fe_3C$ (کربن آه 16.7)

شماره 0.022% کربن را در داخل ساختار خود حل می کند.

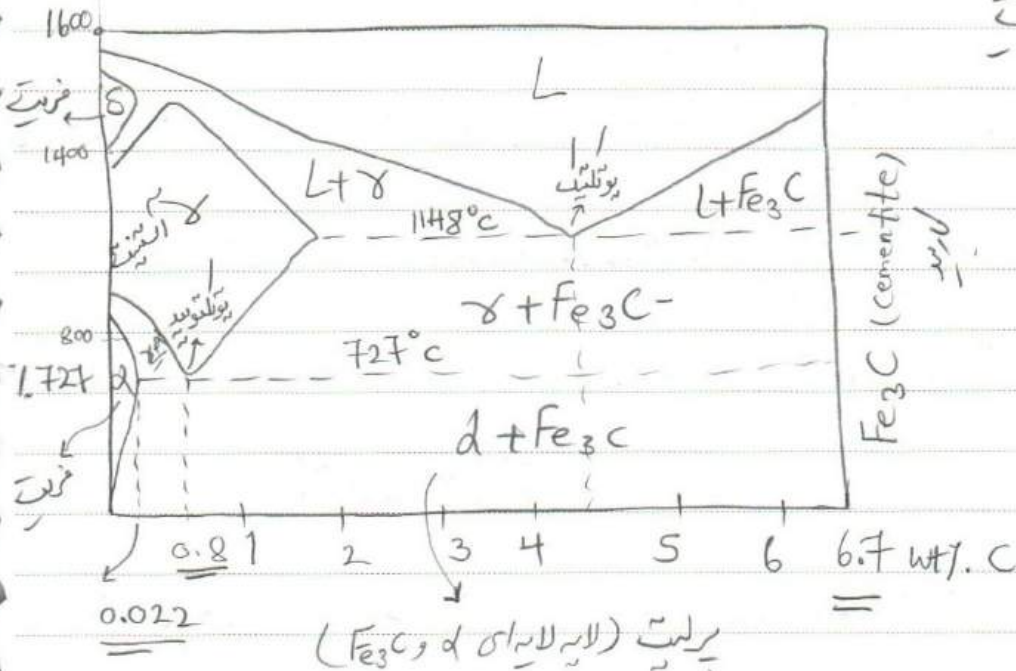
ferrite $\leftarrow$ فاز δ (آهن بدون کربن) (فریت)

δ و Fe_3C

pearlite $\leftarrow \delta + Fe_3C$ ساختار لایه لایه ای که نوارهای سمنتیت در داخل فاز فریت نرم قرار گرفته اند.

δ $\leftarrow$ آسیت

δ $\leftarrow$ فریت



تقسیم بندی مواد

فلزات $\rightarrow$ رسانای برق و حرارت، از نظر مکانیکی چکش خوارند - از نظر اتمی نور را عبور نمی دهند.

سرامیک $\rightarrow$ فلز و غیر فلز نداریم - عایق جریان برق - از نظر حرارتی عایق - از نظر اتمی حالت خاصی ندارند - از نظر مکانیکی ترد هستند و تغییر پلاستیک ندارند.

کامپوزیت $\rightarrow$ مثل فایبرگلاس $\rightarrow$ برای بهبود خواص استفاده می شوند مثلاً تشدید در برابر

مواد

مواد شیشه

مواد فلز (هوشمند) $\rightarrow$ مواد که مثلاً نسبت به دما هوشمندند.

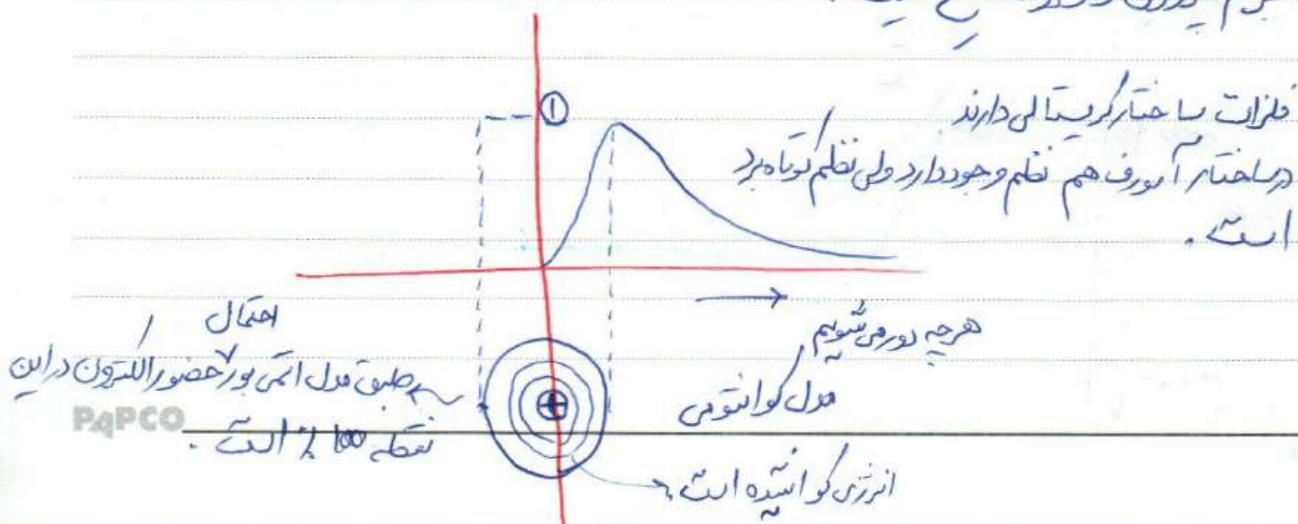
و رفتار یونانی و درهای مختلف می دهند.

خواص الکتریکی - اتمی - مکانیکی -

دلیلی $\rightarrow$ مواد انعطاف پذیر - چگالی کم -

علت اینکه جرم اتمی یک عدد صحیح نیست آن است که تعداد اتمی را به صورت تقریبی بدست می آورند و

علت دیگر آن است که برای ذرات مثل الکترون و پروتون یک جرم غیر صحیح دارند به همین دلیل مجموع جرم پروتون و نوترون صحیح نیست.



Subject :

Year . Month . Date . ()

معادله شرودینگر

$$\frac{d^2 \psi}{dx^2} + \frac{2m}{\hbar^2} (E - V) \psi = 0$$

$$(e \cdot \text{آزار}) E = \bigcirc n$$

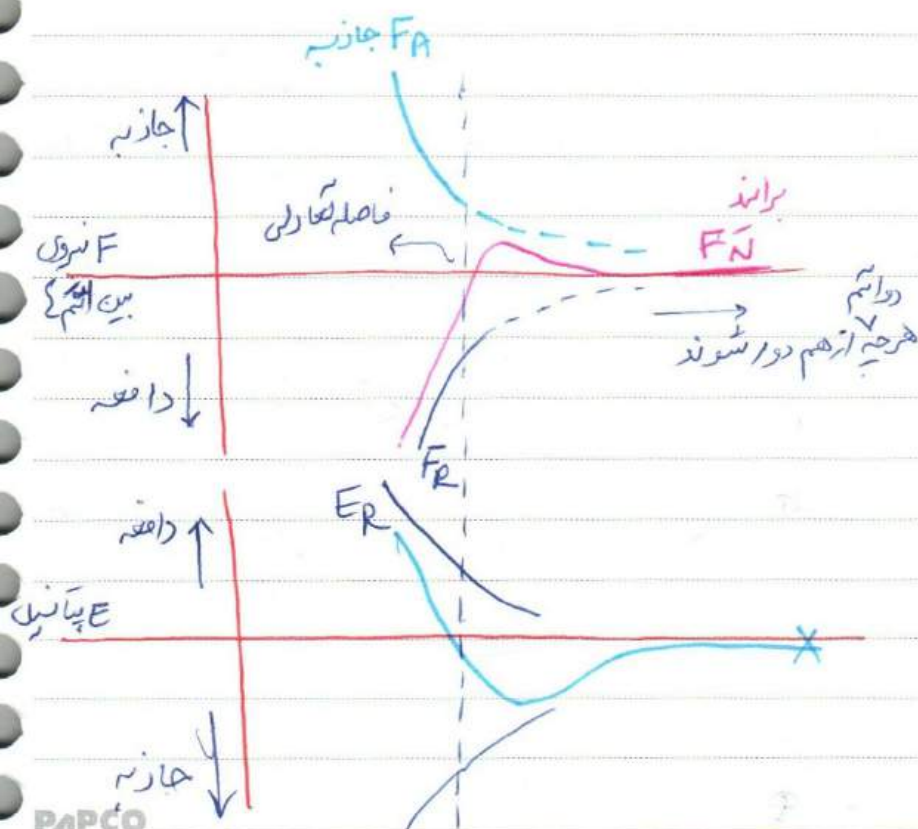
عدد کوانتومی

$n=1, 2, \dots$ عدد کوانتومی اصلی ← فاصله e از هسته

$l=1, 2, \dots, n-1$ عدد کوانتومی فرعی

$$-\frac{l}{2} \leq m_l \leq \frac{l}{2}$$

$$m_s = \pm \frac{1}{2}$$



سینڈ کی اصلی (بین) آہی ہے عائد ایجاد نقطہی زوب بالا یا پائین

نلری ہے با اشتراک گذاشتن ایرالکٹرون
کووالانس ہے از اشتراک گذاشتن الکترون باہم صورت میں سینڈ

سینڈ قوی کووالانس نقطہی زوب ہارہ را بالام برد مثل الماس ہے 3500°C
ولر بیٹھوت ہے 270°C

یون ہے سینڈ موجود در سرمایہ ہے باز ہم قوی است و دہای زوب بالام دارند

زمانہ اختلاف الکترونکائی سینٹی دو مادہ بیشتر باشد احتمال ایجاد سینڈیرتی بیشتر است

سینڈ کی مائزہ ہے سینڈ بین مولکولیں است و نقطہی جوش ہارہ تا بعد از آن است

ہیدروژنی ہے الکترون و ہیدروژن و نیٹروژن

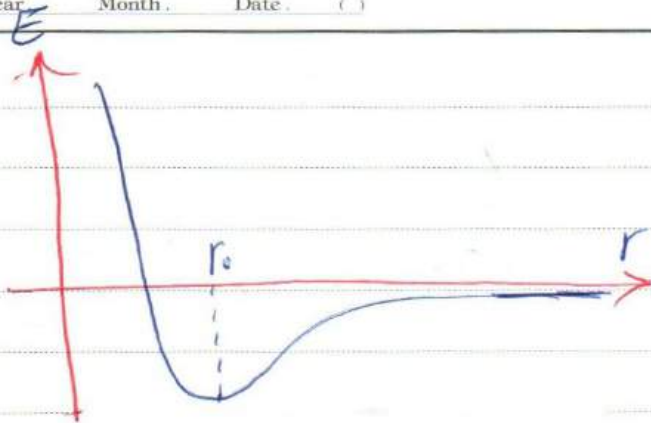
وانڈروالس ہے سینڈ ضغنی کہ بین مولکول کی دو قطبہ ایجاد می شود

صفحہ 2 ۱۵ ۱۹ ۲۲ ۲۳

Subject:

Year: Month: Date: ()

حلم 2

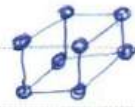


$$E_N = \frac{-A}{r} + \frac{B}{r^n}$$

$$E'_N = \frac{A}{r^2} - \frac{nB}{r^{n+1}}$$

$$\frac{A}{r^2} - \frac{nB}{r^{n+1}} = 0 \rightarrow r_0 \checkmark$$

$$8 \times \frac{1}{8} = 1 \checkmark$$



انواع بلور

ساد

ملعبی

$$8 \times \frac{1}{8} + 6 \times \frac{1}{2} = 4 \checkmark$$

تعداد اتم در unit cell

در وسط تمام وجه‌ها یک اتم می‌نشیند

FCC

عدد همسایگی 12

در وسط مکعب یک اتم می‌نشیند

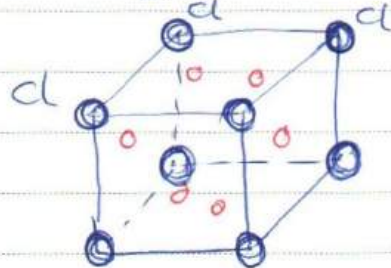
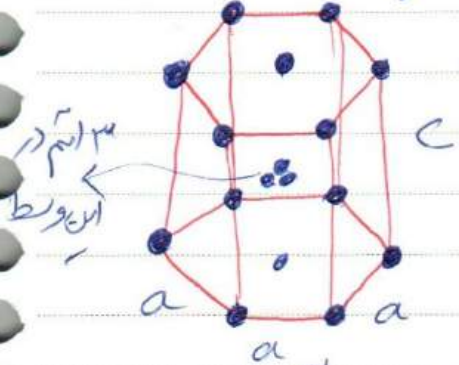
BCC

عدد همسایگی 8

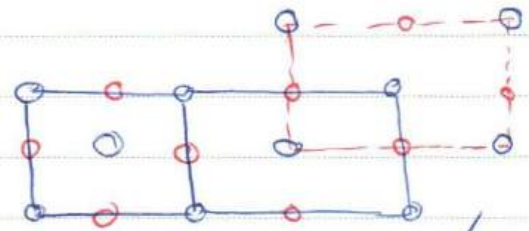
گسترش بلور HCP ← 12 ← برای FCC و HCP 12 اتم

$$\frac{c}{a} = 1.63$$

$$\rho = \frac{nA}{V \cdot N_A}$$



ساختار NaCl به صورت FCC است



بلور کربن - بلور کربن

آلوتروپی: متفاوت بودن خواص ماده در جهات مختلف در ساختار ملعبی ساده آلوتروپی نداریم

اگر ساختار HCP باشد مختصات میلر آن 4 تا بر است .

$$[h' k' l'] \quad i = -(h+k) \quad [h \ k \ i \ L]$$

$$\left\{ \begin{array}{l} h = \frac{1}{3}(2h' - k') \\ k = \frac{1}{3}(2k' - h') \\ i = -(h+k) \\ L = L' \end{array} \right.$$

$$k = \frac{1}{3}(2k' - h')$$

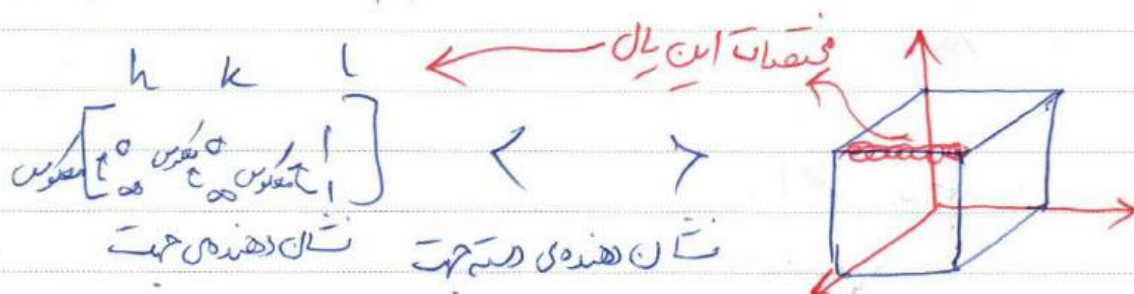
$$i = -(h+k)$$

$$L = L'$$

XRD : برای این برتو X ← ۱- نشان می دهد ساختار ماده چیست

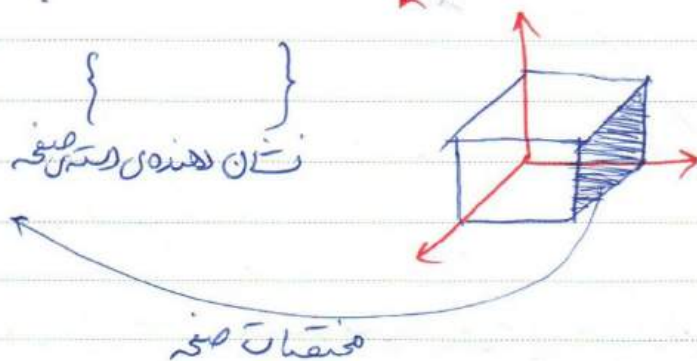
X-ray diffraction

۲- چه عناصری دارد
۳- حجم unit cell آن چقدر است



$\left\{ \begin{array}{l} (0 \ 1 \ 0) \\ (1 \ 0 \ 0) \end{array} \right\}$

نشان دهنده صفحه



Subject:

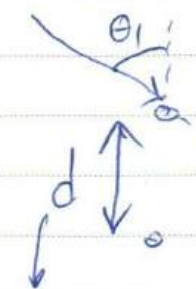
Year. Month. Date ()

فاصلی صفحات افقی

$$n\lambda = 2d \sin \theta$$

طول موج

زاوی کی پرتو تابیده شده به
صفحات خاص



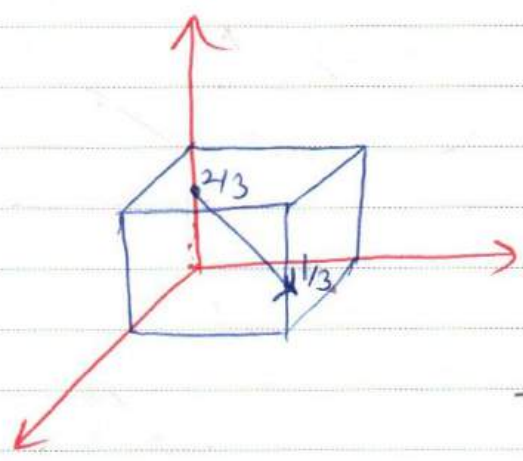
فاصلی دور شده صفحات
موازی

lattice dimension

$$d = \frac{a}{\sqrt{h^2 + k^2 + l^2}}$$

بر اساس آمار کریستال وجود دارد ولی به مقدار کم و نامنظم و دارای نظم نامنظم است.

فصل ۳ ، ۴



x	y	z
1	1	-1/3

$$\rightarrow (1 \quad 1 \quad \bar{3})$$

علامت منفی را بار نشان می دهند

برای بردار فقط گویا منیم ولی برای صفحات یکبار معکوس من کنیم و یکبار گویا کنیم

۹۴/۸/۳

صفحه‌ی لغزش باید فشرده‌ترین صفحه باشد. بردار بریز و بردار Δ نیز باید از آن عبور کند.

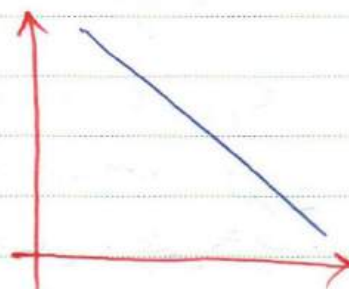
$$N_v = N \exp\left(\frac{-Q_v}{k_B T}\right)$$

مقدار انرژی لازم برای
کند اتم از آن

ثابت بولتزمن



$$\ln \frac{N_v}{N} = \frac{-Q_v}{k_B} \times \frac{1}{T}$$



$$e_{atm} = 2$$

$$e_{atm} = 1$$

زمانی که این عدد نزدیک باشد
بزرگتر به راحتی در محلول حل
می‌گردد.

- شعاع اتمی و پارامتر شبکه برای حل شدن یک ماده در دیگری در اولویت است.

البتة ساختار بلوری او ماده هم باید مشابه هم باشد.

مثال) در آبش از $AgCl$ که محلول 30٪ مس است رسوب تشکیل شده است

نتایج گوانومتری برای شده ولایت می‌کند که در رسوب فوق 50٪ مس وجود

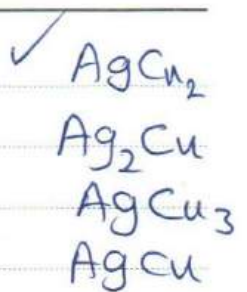
دارد، فرمول شیمیایی رسوب کدام است؟

Subject:

Year. Month. Date. ()

$$M_{Ag} = 107 \text{ gr/mol}$$

$$M_{Cu} = 63 \text{ gr/mol}$$



$$C_{Ag} = \frac{M_{Ag}}{M_{Ag} + M_{Cu}}$$

$$C_{Cu} = \frac{M_{Cu}}{M_{Ag} + M_{Cu}}$$

$$\frac{C_{Ag}}{C_{Cu}} = \frac{M_{Ag}}{M_{Cu}}$$

$$n_i = \frac{m_i}{M_i}$$

$$C_{Ag} + C_{Cu} = 100$$

$$\frac{n_{Ag}}{n_{Cu}} = 0.59$$

$$C'_{Ag} = \frac{0.59 n_{Cu}}{n_{Ag} + n_{Cu}} = 0.37$$

مرز دانه، مرز درقلوبی

انواع نقطه‌ای: سطحی، خطی، حجمی

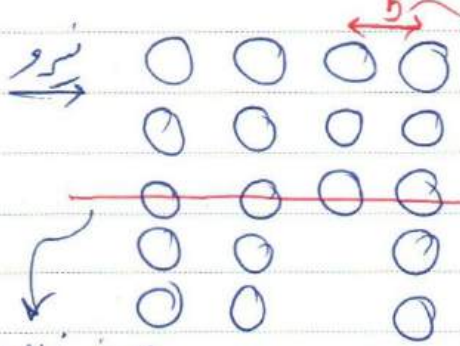
عیوب سطحی ← عیوب
 عیوب خطی ← عیوب
 عیوب حجمی ← عیوب

vacancy
 بین نشین
 جانشین

اگر اختلاف زاویه‌ی بین دو صفحه کمتر از 5° درجه به آن low Angle گویند در غیر اینصورت

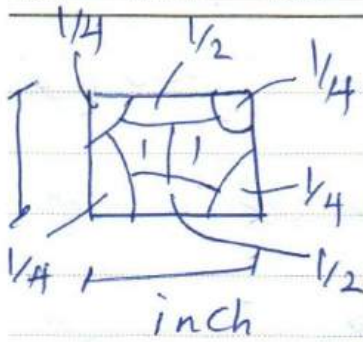
high Angle است.

اگر نابجایی کامل باشد بردار برگز آن $|b| = 2R$ است.



در اثر وارد شدن نیرو، اتم‌های مجاور می‌گردند
 نهایتاً به سطح می‌رسند و در آنجا پولسید می‌کنیم

صفحه‌ی نابجایی



در یک in^2 تعداد اتم را بدست آورند.

$$N = 2^{n-1}$$

در استاندارد آمده هر

n کوچک قضاظر باجه سازی

است در ASTM آمده که

تعداد دانه های موجود

در یک اینج مربع

فرمول بالا برای بزرگتر است 100 است ، اگر بزرگتر نباشد تغییر کند مثلا بزرگتر نباشد

$$N \left(\frac{M}{100} \right)^2 = 2^{n-1}$$

جدید M است .

* هر چه PID بالاتر باشد انرژی آن صفحه ~~بزرگتر~~ بیشتر انرژی پس انرژی مثلا صفحه

(110) از (100) در صفحه BCC بالاتر است .

فصل ۴ :

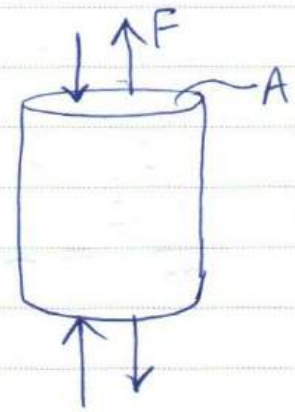
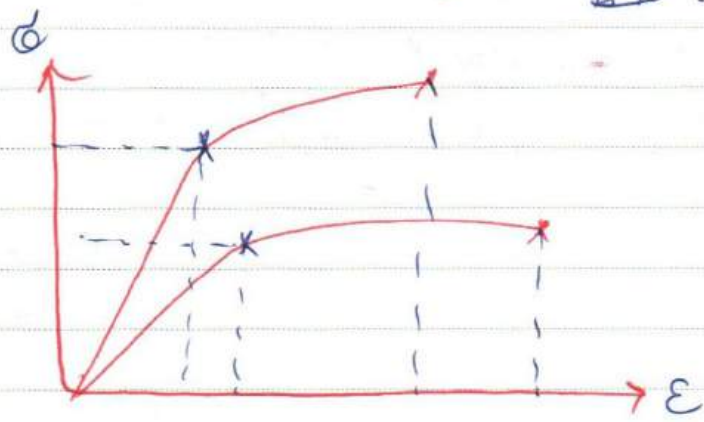
3, 5, 8, 18, 23, 27, 35

۹۴، ۸، ۹ ← وقت شود با عیوب استباه گرفته نشود

انواع ناهنجاری ← لبه ای - یکنی ناهنجاری

لبه ای بردار برگرد عمو ~~در خط ناهنجاری~~ بردار ناهنجاری است

لبه ای بردار برگرد موازی ~~در خط ناهنجاری~~ بردار ناهنجاری است



$$\sigma = \frac{F}{A} \text{ (N/m}^2\text{)} \quad \text{حقیقی}$$

$$\sigma = S(1 + e)$$

$$S = \frac{F}{A_0} \quad \text{مهندسی}$$

ایستادن مهندسی

← تنش مهندسی همواره کمتر از تنش حقیقی است

$$e = \frac{L - L_0}{L_0} \rightarrow \text{ایستادن مهندسی}$$

نیروی وارده بر قطعه که باعث لغزش قطعه می شود باید همواره با صغری لغزش زاویه داشته

باشد تا باعث لغزش گردد و نباید عمود باشد. اگر عمود باشد تأثیر ندارد

$$EL = \left(\frac{L - L_0}{L_0} \right) \times 100$$

elongation

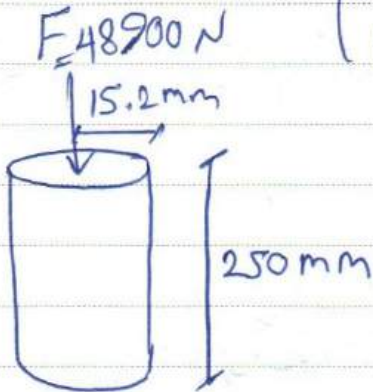
$$RA\% = \left(\frac{A_0 - A}{A_0} \right) \times 100$$

Subject:

Year: Month: Date: ()

$$\nu = \begin{cases} \text{metal} & 0.33 \\ \text{ceramics} & 0.25 \\ \text{polymer} & 0.4 \end{cases}$$

$$u_r = \frac{1}{2} \frac{\sigma_y^2}{E}$$



$$\Delta = \frac{FL}{AE}$$

$\Delta = ?$

مشقی 14 فصل 6 و 8

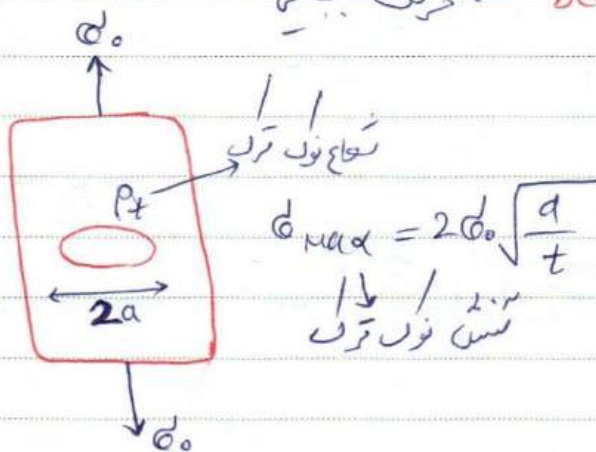
تمرین‌های فصل 6 و 8 9 16 23 26 38 46

علت ایجاد شکست

94, 9, 1

شکست }
 - ترد الحاس - آرمینا
 - نیمه ترد Nacl اغلب bcc
 - نیمه ترد hcp
 - نرم فلزات fcc - بعضی bcc
 - درخت ناچاری - شکنجی است
 - درخت ناچاری

نظریه‌ی تمرکز تنش در نوک ترک:



$$d_{max} = 2d_0 \sqrt{\frac{a}{t}}$$

تنش نوک ترک

$$K = \frac{\sigma_{max}}{\sigma_0} = 2 \sqrt{\frac{a}{t}}$$

فالتو تمرکز تنش

نصف طول ترک

Inglis

نظریه دوم راجع به ترک: ترک وقتی شروع به رشد می کند که سرعت میزان آزاد شدن انرژی

کرنش برابر سرعت جذب انرژی سطحی برابر باشد

$$\sigma_c = \sqrt{\frac{2E\gamma_s}{\pi a}}$$

نظریه اول وایان: همی و طوالت شکست ترد ندارد بلکه شکست دارند که در طول نزدیک تغییر شکل

$$\sigma = \sqrt{\frac{2E(\gamma_s + \gamma_p)}{\pi a}}$$

$$\gamma_s : 1-2 \text{ J/m}^2$$

$$\gamma_p = 10^3 - 10^4$$

موسسان داشته باشیم

واکنش به دما دارد

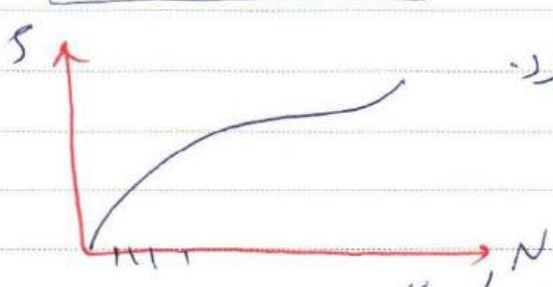
حقیقت شکست کاری است که انجام می گردد تا ترک پیشرفت کند و منجر به شکست شود

$$K_{Ic} = Y \sigma_c \sqrt{\pi a}$$

وقتی ضخامت قطعه خیلی زیاد باشد و ترک کوچک باشد میزان fracture toughness با K_{Ic}

$$K_{Ic} = Y \sigma_c \sqrt{\pi a}$$

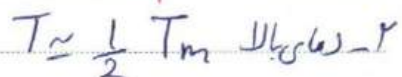
نشان می دهند



برای طراحی قطعه حیاتی تست خستگی باید انجام شود

تعداد سیکل بارگذاری

ماخذ زیاد است۔



و با جا پاس موبلوس منزلت برش

۳- وابسته شده به زمان دارد.

تغیر فرم غرض معمولاً در موارد صورت می گیرد که تغییر فرم بلاستیک ندارند، یا تغییر فرم بلاستیک recovery می گردد.

دروهای یاسن شکست نرم به شکست مُرد تبدیل می شود.

$$\epsilon = \frac{d\epsilon}{dt} = k d^n \exp\left(\frac{-Q}{Rt}\right)$$

$$= A \otimes^n$$

کا توہمات (صفحہ ۱۷۱)

$$n = \begin{cases} 1 \leq n \leq 2 & \text{مبتنی بر نفوذ} \\ 3 \leq n \leq 5 & \text{مبتنی بر خردن یا بجا آید} \\ n \geq 6 & \text{برش - اسوب} \end{cases}$$

ملک منیرمیں فرسے ۲

۱۔ مبینہ برنوزائش، ۲۔ لغزش نامیاری

کمانا بجا میں یہ ماننے پر خورد میں بند، صفحہ ۱۱۱ و ۱۱۲ میں خورد و صفحہ ۱۱۳ بالآخر یہ حرکت خورد

ازامہ میں زہد۔

Subject :

Year :

Month :

Date :

()

هر چه ماده ریزدانه تر باشد، ریزدانه بیشتر هستند و مینی بر نفوذ بیشتر می شود

8

خزش ماده انراژی می باید و این مسئله به n ربط دارد

8.8

8.13

8.21

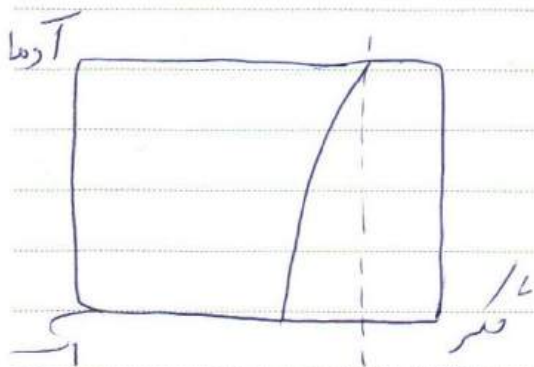
8.33

(تقریب)

نسب ۹۴، ۹، ۱۴

محلول جامد مخلوطی از چند فاز یا ماده است که با هم محلول می شوند و پس به

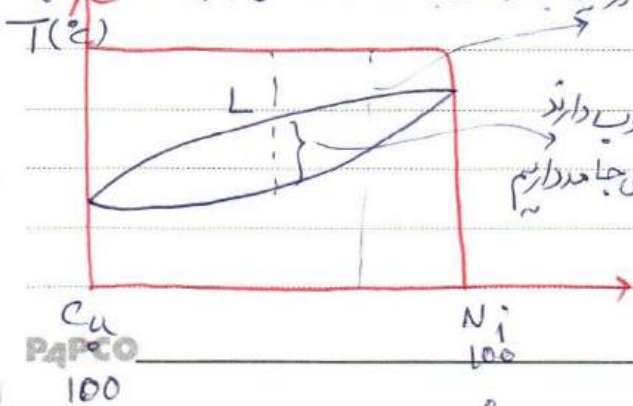
صورت یک فاز در می آید



حد حلالیت حد نهایی حل شدن یک ماده در دیگری است

یک قسمت همگن یا متجانس را در محلول یک فاز گویند که حضور صیانت فیزیکی و شیمیایی آن در تمام نقاط یک است.

در این جا در دمای بالاتری جامد شروع به جوانه زدن می کنند



آلیاژ بازه ی ذوب دارند و در این ناحیه جوانه می جامد داریم

هم تمامیت با اختار و هر قسمت نمودار مهم است

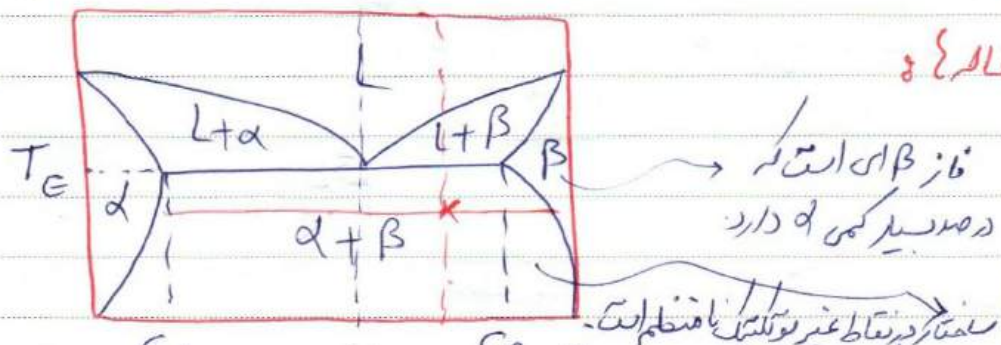
قانون هیوم وتری : ۱- $\Delta \gamma$ کم باشد ۲- اکثریت یونیته یاسین ۳- ظرفیت

نزدیک ۴- ساختار بلوری مشابه

اگر وتری های فوق بین دو ماده موجود باشد، آنگاه دو ماده به راحتی در هم حل می شوند و می توانست محلول جامد بهتری تشکیل دهند

قانون لهرم : در جزوه و اسلاید دقیق تر گفته است

بررسی استحاله :



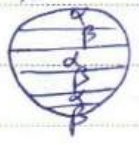
فاز β ای است که در صدید کمی α دارد



ساختار در نقاط غیر یوتکتیک نامنظم است

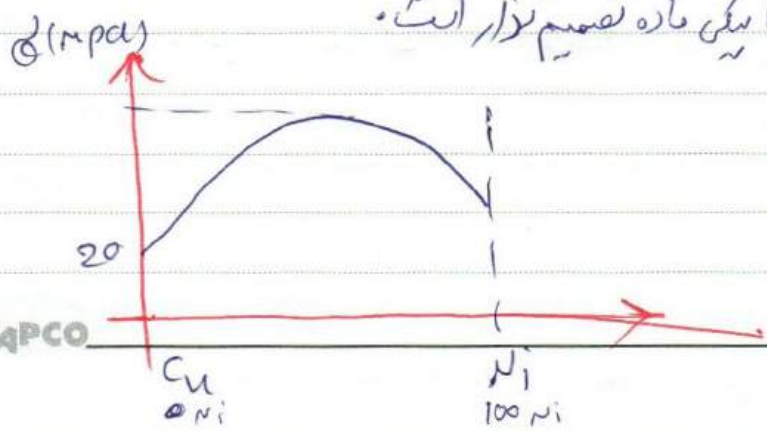
نقطه یوتکتیک که یک مایع را به دو فاز جامد تجزیه می کنیم

در حالت یوتکتیک شکل جامد تشکیل شده لایه لایه است

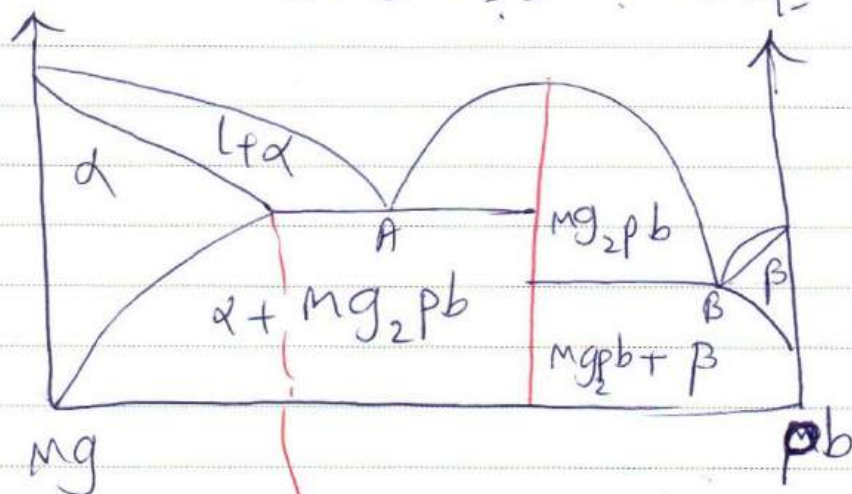


سایر حالات استحاله { مثل پریتکتیک هم مهم است

ترکیب شیمیایی روی خواص مکانیکی ماده تصمیم گزار است



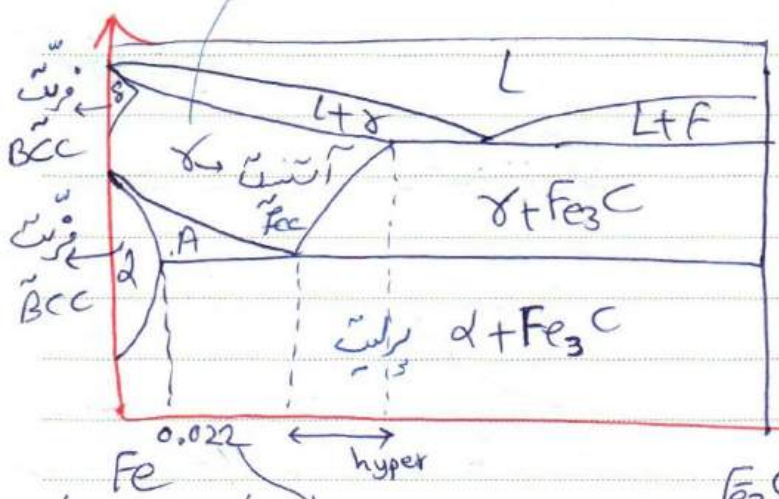
گاهی اوقات در یک درصد خاصی از الیایک والکنش تغییراتی صورت می گیرد و همین باعث تغییر ناهانی در ساختار شیمیایی می شود در این حالت می توان دایگرام فازی را به دو دایگرام فازی تقسیم کرد و محاسبات را بر اساس همان



معتبرترین درون ناحیه می و نسبت به ناحیه می β است که
 mg مقدار زیادی pb را در خود حل می کند و pb مقدار بسیار کمی
 mg را در خود حل می کند و علت این مسئله ظرفیت بالای mg و پایین pb است
 چیزی که از نمودار فازی می توان تشخیص داد
 ۱- میزان خلالت ۲- دمای استیله ۳- فازهای موجود در ماده
 ۴- درصد وزنی هوایی که می تواند محلول جدا شد تشکیل دهد

رسم آن را باید حفظ باشیم.

کاربرد آهن



از سن نسبی C بین آهن و آهن اینگونه کریستالهای ایجاد می شود

علت آنکه تا 6.7٪ کشیده

است آنراست که بیشتر این درصد هم در دماهای خورده

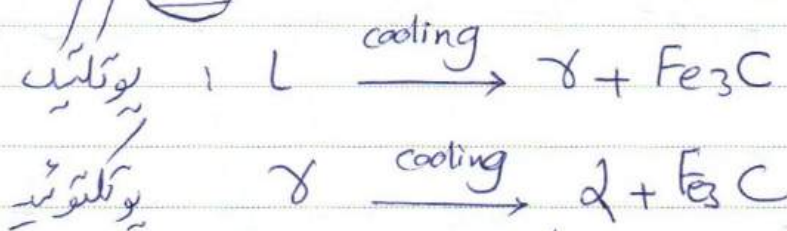
تا این مقدار می تواند کریستال در خود حل کند
 علت این مسئله به ساختار مرتبط است که در BCC
 فریت مقدار مشخص فضای خالی بین اتم ها هست
 پس درصد بسیار کمی کریستال وارد سیستم آهن می گردد

از نظر مغناطیسی آهن نوع 4 بهترین آهن مغناطیسی است و بهترین خواص مغناطیسی

دارد. 4 از نوع مغناطیسی نرم است یعنی می توان با اعمال میدان مغناطیسی دو قطبی های مغناطیسی آن را هم جهت کرد



ساختار $\alpha + Fe_3C$ پرلیت است که ساختار راه - راه دارد.



فریت پرویوتکتوئید
 A: proeutectoid

Subject:

Year: Month: Date: ()

مشاربیت باشد $N=1$

مکانون لیس

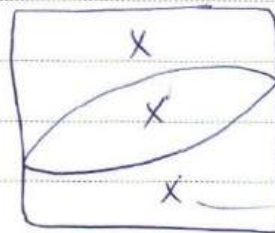
$$P + F = C + N$$

↓
تعداد فاز
(solid, liquid, solid+liquid)
3

↓
درجه آزادی

↓
تعداد ترکیب

از اصول فوق برای محاسبه F یا درجه آزادی



استفاده می گردد

$$P + F = C + N$$

$$1 + F = 2 + 1$$

(در این ناحیه ای فاز داریم)

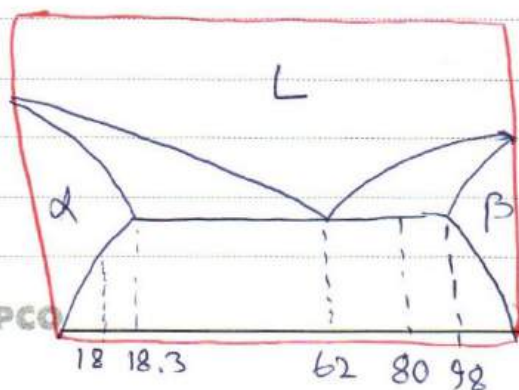
* فاز تکفازی و نیمه تکفازی

فازی که در طول زمان خصوصیات آن ثابت می ماند یعنی نه ترکیب شیمیایی آن نه

حالت آن عوض نمی شود

نیمه تکفازی در طول زمان دچار تغییر می گردد

تمرین های فصل ۹: 12/27/34/56/66



تمرین 32 کتاب Sn-2% Pb 80% و

α و β ؟

$$\alpha = \frac{98 - 80}{98 - 18} \times 100 = 22.5\%$$

$$\beta = 78.5\%$$

$$\% w_c \leq 0.25 \rightarrow \text{low}$$

۹۴، ۳، ۲۹

$$0.25 \leq w_c \leq 0.6 \rightarrow \text{med}$$

$$0.6 \leq \% w_c \leq 1.04 \rightarrow \text{high}$$

آبیاز { آهن
غیر آهن

فولاد { کم آبیاز
بیشتر آبیاز

۱- تشکیل محلول جامد

۲- تشکیل فاز ریز

روش های سخت سازی
(استحکام بخشی)

۳-

سختی مقاومت ماده برابر نفوذ است که با تست نفوذ ضربه استاندارد می کنیم
استحکام یعنی مقاومت ماده در برابر تغییر فرم مازمانی به بشکند

فولاد کم کربن به ساختار فریت تبدیل دارد

موادی که نرم باشند می توان روی آنها فوردها انجام کرد.

مولیبدن و نیکل مقاومت در برابر خوردگی را افزایش می دهد.

مهم : در قسمت آکسید یا فاز لا نمودار آهن کربن اگر به سرعت ماده محلول را

سر کنیم یک آکسید Fe_2O_3 که به صورت اشباع است است و در آن کربن به صورت قسمت

نوک نیز بلور ایجاد می گردد مقاومت آن بسیار بالاست که به آن مارتنسیت گویند و به علت

سرچ سرد شدن و وجود کریں می توان نیز ماده به شدت سرد شدن است حل این
 مارتنزیت را تا دمای 700 بالاس بزدو آرام - آرام سرد می کنند که کار سید کریں موجود در آن
 به آرامی تجزیه می گردد و کریں به داخل ساختار می رود و آهن هم به سایر آهن ها ملحق می گردد و
 به این نوع آهن مارتنزیت temper شده گویند .

در فولاد کریں (۱.۸٪ تا ۰.۸٪) دارای بیشترین مقاومت است و به دلیل ایجاد بلورهای
 کریں در ساختار آهن خاصیت مقاومت سایشی بالایی دارد -

اگر به فولاد ۱۱٪ کروم (Cr) اضافه کنیم به آن فولاد ضد زنگ گویند .

فولاد های فریت و مارتنزیت دارای خواص مغناطیسی بالایی هستند .
 مهم X

کاتیون { در ساختار سرامیک } احاطه می شوند.

$$R = \frac{r_c}{r_A} \left\{ \begin{array}{l} \leq 0.15 \quad \text{در کاتیون را تا آنیون گرفته} \\ 0.155 \sim 0.225 \rightarrow 3 \\ 0.225 \sim 0.414 \rightarrow 4 \\ 0.414 \sim 0.732 \rightarrow 6 \\ 0.732 \sim 1 \rightarrow 8 \end{array} \right.$$

نوعی قرارگیری کاتیون و آنیون در یک شبکه باید ۱- پایدار باشد تا اجزاء باهم تناسب

انرژی داشته باشد ۲- باید مجموع بارهای الکتریکی خنثی باشد ۳- باید تعادل

استوکیومتری برقرار باشد مثلاً CaF_2 پایدار است ولی $\text{Ca}_{1.2}\text{F}_{1.8}$ محالست پایدار

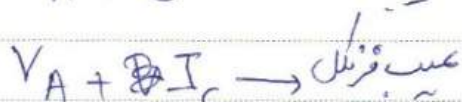
استوکیومتری به هم خورده است یعنی یک اتم Ca بین نشین داریم.

الریک ساختار یک کاتیون و یک آنیون باهم بلند شوند همان عیب **شاکلی** گوید یعنی استوکیومتری

به هم نمی خورد * یک حالت دیگر آن است که کاتیون از جایش بلند شود و بین تعدادی آنیون قرار گیرد



با این عیب **فرکانس** گوید



Subject:

Year:

Month:

Date:

()

در ساخت NaCl عدد کوآریناسیون ۶ است و ساختار ccr است

NaCl



فلوریت

تدریس نکته، تغییر فرم خزش و تغییر فرم پلاستیک ندارند. عیوب شکلی و

فرانکل

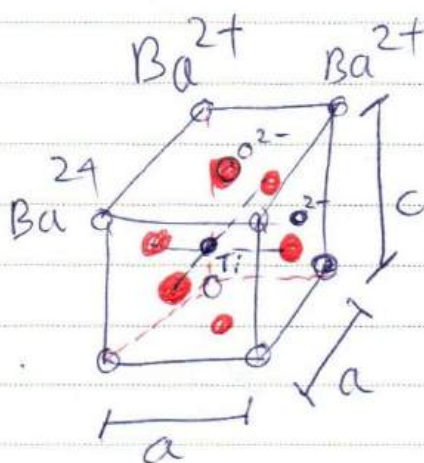
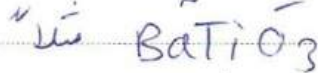
$$\rho = \frac{n' (\sum A_c + \sum A_A)}{V_u \cdot N_A}$$

4 Na 4

NaCl unit cell در هر



یونیت اکتی



ساختار تترائونال دارد

$$\begin{cases} 2r_{\text{Ba}} = a \\ 2r_{\text{Ba}} + 2r_{\text{O}^{2-}} = c \end{cases}$$

$$2r_{\text{Ba}} + 2r_{\text{O}^{2-}} = c$$

باریت BaTiO_3 برای ساختار مغناطیسی است