

به نام خدا



# مرکز دانلود رایگان مهندسی متالورژی و مواد

[www.Iran-mavad.com](http://www.Iran-mavad.com)



به نام خالق هستی بخش

## جزوه خواص مکانیکی مواد 1

مدرس: دکتر حسین عربی

تهیه کننده: مریم سلیمی

دفتر فرهنگی دانشکده مواد و متالورژی

و بهر حال

mechanical metallurgy Dieter

- Shahidi

hertsborg

Dr. Akrami

(crystallography)

with

English\*

1. Dislocation Theory

2. concept of stress and strain at point

3. Tensile properties.

دفتر فرهنگی دانشگاه مواد و متالورژی

mechanical properties

1. atomic structure

2. crystallographic structure

3. structural and microstructural properties

4. processing technique (تکنیک پردازش)

|           |                |
|-----------|----------------|
| { defects | I point defect |
|           | II line "      |
|           | III surface "  |
|           | IV volume      |

point defect { vacancy

atom

(foreign)

Interstitial (بینی)

substitutional (جایگزینی)

line defect

خطی عیوب

surface defects 1. (boundary grain)

مرز دانه (خط مرز دانه)

3. twin boundary (خط مرز دانه)

2. grain boundary (خط مرز دانه)

volume defect

some  $\neq$  vacancy

(فاز خالی از فاز مایع) (مخالفتی) (مشروط بر این که در سطح آبی) (آب) باشد

(important + \* line defects)

دفتر فرهنگی دانشگاه مواد و متالورژی

vacancy تعاریف اند



در یک درجه حرارت خاص vacancies fix هستند

اتریش vacancy 1. ← اتریش با ← برگشت سریع ← حالت غیر تعادلی

2. بیدار شدن اتمی (در دمای اتاق) high partical

به هم طور غیر مستقیم در خواص مکانیکی تأثیر خواهد داشت

atome interstitial defect

(H, B, C)  $\Rightarrow$ 

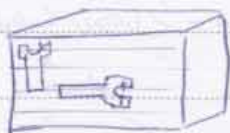
اتم های بسیار کوچک  
قرار می گیرند

(از خواص مکانیکی) 1. خطوط نفوذ شده اتمی 2. حالت نوزده 3. خطوط نفوذ شده اتمی 4. خطوط نفوذ شده اتمی

در دمای اتاق نفوذ خطوط اتمی به مقدار کمی در دمای بالا (خطوط جریان) (flow lines)

در دمای بالا این خطوط به سرعت در دمای بالا نفوذ می کنند





جای آانس پیچ با آچار کل ایمل نیرواید که این جای آانس یک زاویه ای

خط سبیلای بازو (این خطوط سبیلای جادی پیچری هستند)

برای آچار باید max میزان استقامت را در نقطه اتصال داشته باشیم

منبت فوج بر خط اینجاست خط سبیلان در آن دیده می شود اما در برش جانبی خط سبیلان برده می شود



استقامت جنبی کم خواهد شد پائین ای برگ را می بیند

در فوج خط سبیلان توسط نور دیده می شود. خط سبیلان استقامت را بالا می برد

اگر خط پیچیده باشد سبیلان تازه در نواحی پیچیده امکان پذیر نیست و امکان فوج وجود ندارد

حال مجموع از روش رقیب برای استفاده کنیم حل برای بهبود وضعیت در انبار process کی تبدیل را ای انجام دهیم

طرح برزی: ۱- به علت انبار (انبار) ۲- آسان سازی ۳- همزدن ۴- مواد جوانه زده وجود روش دیگری

(نوع گونه) مثلاً گونه آبی که در گونه انباری می باشد سبیلان کوچکتر است

جوانه → جنین

embryo → nucleus

مرکز جنین جوانه: جنین یعنی تعداد مولکولهای که در هر آمیزش وجود دارد و هسته مولکولی دارند ولی حجم آنهمه

موجود در هسته حجم منابع است. حال اگر این مقصد شود و بخش کمتر جوانه تشکیل خواهد شد

دفتر فرهنگی دانشکده مواد و متالورژی

material science

اندیس دی سیر

دانشگاه

فنون دلیج

طریقہ انباشتی Hcp, FCC, BCC (استخوان کردن صفات پرتراکم)

فصل یک کتاب ریاضیات - مباحثات

vulffnet تورولف

تبدیل زاویه بین ضلع و مرکز

\* Hcp نسبت ارتفاع طول  $\frac{c}{a}$  به (اصناع)

صفحات پرتراکم در انباشتی در حین کشیدگی اگر صفحات فقط در طول جابجایی میزنند، رسم نتایج است و اگر صفحات بعدی جابجایی هم در صفحات (یا تغییر کنند) تغییر کنند



صفی پرتراکم را پیدا کرده و تغییر کنند یا تغییر می کنند اگر تغییر کنند یا عوض نمیشود

اگر سیستم مکعبی مثل FCC, BCC, SC توسط اندیس دی سیر (کند) شود و اندیس برای Hcp استفاده شود

( \* ponter and stirling )

دفتر فرهنگی دانشکده مواد و متالورژی

$$\sigma = \sigma_0 + K D^{-1/2}$$

فاصله دلیج

\* می باشد اندازه دان (فاصله دلیج) (D)

از تغییر اندازه دان می توان استحکام را کم یا زیاد کرد

سخت کشش

برگشتن حالت طراح است

شاید به این حدش را شده باشیم تا بتوانیم مت آن را تعیین کنیم



\* منحنی جریان flow curve

حالتی که منحنی دارد

گرایش زایل شدن

SN

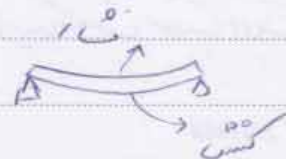
به منحنی ریشه منحنی cractristic



نسبت کشش و فشار از نظر اعمال با هم فرق می‌کند. محدودیت در میزان کشش دارد.

نسبت فشار و کشش این دو برابری ندارند. در فشار محدودیت اعمال کشش زیادی داریم و در کشش محدودیت کمتر.

است. در چنانچه (پیش) در طول هم محدودیت کمتر است.



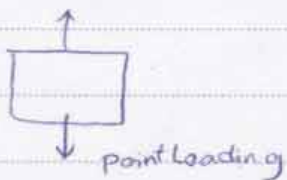
تمام طول نسبت کشش را به یاد داشته باشید.

۱. در فشار اگر نسبت آزاد داریم و در کشش اگر نسبت استوار داریم (مقاومت).

در صورت نظر اگر نسبت آزاد می‌زنیم در کشش یا کشش می‌کند.

دفتر فرهنگی دانشگاه مواد و متالورژی

از کلاس به دستگاه (استاد دارد)



point loading



distribution loading

uniform distribution loading UDL

$$\epsilon = \frac{\delta l}{l_0} = \frac{l - l_0}{l_0}$$

$$\epsilon \% = \frac{\delta l}{l_0} \times 100$$

کشش

شدنی S

شدنی S

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

شدنی S



محنی تسلیم characteristic یکی ماده

خواص الاستیک

آثار سواری گرس خنک دوشن یا گوا لانی دارند این به خنک رانستل در حد

منش سادگی + تنگستن + حدین تغیر

خیز مورد استناد در فلزات و آلیاژها وجود دارد که بعضی به سختی سختی دارند

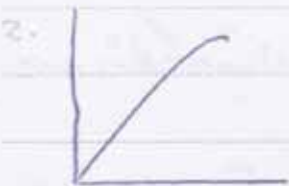
از نظر رفتار منش فراموش مثلا وقتی یک جسم به حالت اولی بر می گردد در این خاک گرفتگی صحت است

رفتار صد در صد خطی است



یکی رفتار صد در صد غیر قابل برگشت

کل گرفتگی دائم است. وقتی یک جسم به همان حالت می ماند



کلیه موارد آهن + بعضی از فولاد + بعضی از آلومینیوم

( من، آلومینیوم، منبایم )

دفتر فرهنگی دانشگاه مواد و متالورژی



بعضی از فولاد



آهن + مشتقات آهن + بعضی فولاد



قطعه تسلیم: شروع خواص پلاستیک



stiffness : توانایی باره برای حفظ شکل



$$\delta = \frac{P L^3}{6 E I}$$

مردود اینست

در stiffness نظر کنید به اینست

$E \cdot I \propto \text{stiffness}$

در deflection نیز stiffness کمتر

این موارد یک چنین است

علاوه بر stiffness داریم یک رابطه به همین خصوصیات داریم که مردود اینست و در هر دو دیکری



stiffness را می توان از طریق که با آنکه I نشان داده شود (مثال کمان)



میزان جذب انرژی در حالت فرم الاستیک با هم برابر است (مردود برابر است)  
(در حالت با هم برابر است)

در اینجا باید مردود این را نیز خطا هم معین باشد و نقطه شکست هم باید مشخص شود

با این نقطه مشخص می شود در این مشخصی تست کردند  
UTS:   
مردود

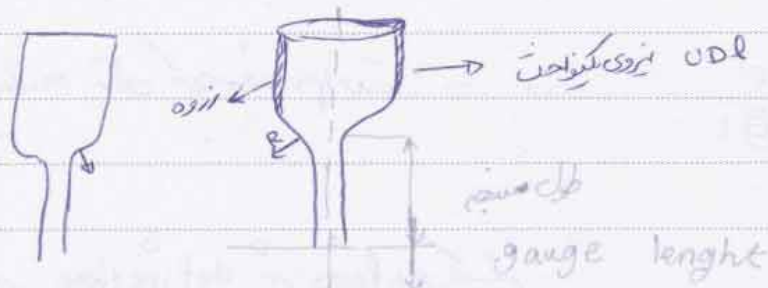
دفتر فرهنگی دانشگاه مواد و متالورژی

نزد

آزمایش کشش برای بررسی آوردن استحکام و در ماده استفاده می شود در این آزمایش نمونه تحت نیروی کشش

یک بعدی که بطور پیوسته زیاد شود تا ترک بخورد (کلاس های آن: Compression, torsion, Bending)

نتایج آزمون کشش در محوطه کشش و کرنش نشان دارد. اگر کشش محوطه استاندارد نتایج تقسیم بارواره بر سطح مقطع اولیه نمونه



رغبت آرایش شروع شده است.

این تست تحت استاندارد Full size standard test است که برای تعیین خواص مکانیکی مواد مورد استفاده

بسیار است. تست Sub size است که برای سازه‌های کوچکتر

خواهد بود و روشن معنی کرده.

که آن کشش اندکی کوچکتر  $S = \frac{P_{load}}{A_0}$  اگر کشش محوطه استاندارد نتایج تقسیم بارواره بر سطح

مطابق با کشش حقیقی نیست خواهد بود  $\sigma = \frac{P}{A}$

و این پس نسبت کشش و کرنش حقیقی در تئوری است که (hertzberg, diater)

کرنش محوطه استاندارد در محوطه کشش کرنش هندسی  $e = \frac{l - l_0}{l_0} \times 100$  نشان دهد  $\epsilon = \frac{\delta l}{l_0}$  کرنش هندسی

مقدار  $S$  بر حسب  $e$ ، مقدار  $F$  بر حسب  $\delta l$  به معنی منطق است و در صورت واحد رعایت شود

دفعه فرهنگی دانشکده مواد و متالورژی

و میتوان مقدار  $S$  بر حسب  $\epsilon$  نوشت

یا آوری شود و کشش و کرنش در دوار تقسیم بارواره وارد طول برعکس تالیی بدست می آید  
مقیاس درج منطقه



نقطه شکست بر مبنای جمع استخوان ماده (UTS) (UTS a tensile strength) منطقه ارت

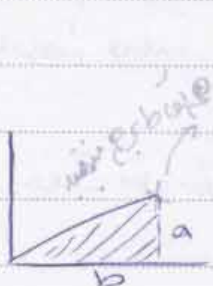


همه منحنی های حلقه قبل برای تنش کششی بودند

$$E = \frac{y}{x} = m = \frac{\sigma}{\epsilon}$$

خاصیت خطی

از این محاسبه بعد واحد هر دو پلاستیک و شوم در مقابل این نقطه مقدار از این نیرو و در ۲-۵ آن شکل دارد به حالت اول



resilience (مقدار جذب انرژی در حین تغییر فرم الاستیک)

$$\text{slope: } \frac{a}{b}$$

Data نقطه شکست

دفتر فرهنگی دانشکده مواد و متالورژی

(مقدار جذب انرژی در حین تغییر فرم پلاستیک)

مقدار تغییر فرم پلاستیک (مقدار تغییر فرم پلاستیک) (مقدار تغییر فرم پلاستیک)

TT CT BT

مقدار تغییر فرم پلاستیک (مقدار تغییر فرم پلاستیک) (مقدار تغییر فرم پلاستیک)

مقدار تغییر فرم پلاستیک (مقدار تغییر فرم پلاستیک) (مقدار تغییر فرم پلاستیک)

recovery مقدار

از مدت زمان طولانی مقداری در طول کشش پیراکنندگی به این خاصیت anelastic است

در حین بار و تغییر این خاصیت را در طول کشش پیراکنندگی به این خاصیت anelastic + plastic

م. گریم در نیمه بعد از میانه است. از این حد تا زیر سطح معنی ناکت حد است. (۸۱)

۸۱

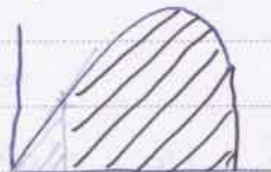
خاصیتِ anelastic بہت کمزور ہے۔ یہ صرف خاصیتِ خاصہ

مدول  $V_R$  میسرے شور و سائیز جزو  $V_T$  می نسے کہ

برای معنی آسانی فقط تا هم را خودشان نشان می دهند مگر برای تعیین  $\sigma_{off}$  (اره و صد گریس و ۱۲۰ (صد گریس) (اروپا)  
 تعیین کرده خط موازی خط محصوره  $\sigma_{off}$  (اره و صد گریس) (اروپا)  
 proof stress      off set yield point  
 (از جایی که نقطه  $\sigma_{off}$  و  $\sigma_{max}$  در این نمودار  $\sigma$  و  $\epsilon$  مشخص نیست)  
 در اینجا فقط  $\sigma_{max}$  را می شناسد

proof stress

at set yield point



د دفتر فرهنگي دانشكده مواد و متالورژي

yield  
point

استقامت نفسی و استقامت جسمانی در مسلمانان

1. बिन्दु

رصد کاغذ <sup>مقطوع</sup> معوض نموده هستید لازم از کمراند اگر مقدار بار از استقامت سیم تجاوز کند تغییر شرط پدید آید

انفاق - اندر معنی مالی قطع که حادثا و نه بنی برسم از ریاض طول صفر یعنی سود

مشت لازم برای تولید تغییر خط می کشد باز بارش فرسش زیاد شود

work hardening = کار سختی فلزات به عبور از نقطه تسلیم.

$$A_0 L_0 = AL$$

حجم عفوہ و تغیر طرز فکر و سبب ثابت مضامین



از پتانسی شیب ثابت مثلاً  $\frac{1}{100}$  (با کشش و فشار) کاهش دلاسی (می یابید)

بازاری شدن طیفی به طور کلی تحت دامنه در طول سنج (gauge) سطح مقطع معنی به طور کلی است کم باشد

تازه ای که به نقطه UTS برسم در این نقطه میزان کاهش سطح مقطع به طور معنی تغییر می کند  
(بار max)

در ابتدا کار سعی می شود از مقداری است که کاهش سطح مقطع را می بیند تست اندیشی باز باشد (تست زیاد شود)

سری (نقطه ای در س) که کاهش سطح مقطع بیشتر از آراسی باز لازم برای تغییر دلاسی است (تغییر دلاسی از

کار سعی) حتی به است کاهش سطح مقطع به از است آراسی باز لازم برای تغییر دلاسی است به طوری  
necking

می کند { } → (از دلاسی تعداد و جای آن مشخص است)

جایی اتفاق افتاده defect، به ساحتها و درون سیر، ناپایداری موضعی

max کاهش سطح مقطع به سیر تغییر می یابد

**دفتر فرهنگی دانشکده مواد و متالورژی**

حجی میوه

سیر و بار واقعی برای ای تغییر دلاسی کرده و تست اندیشی تا شکست نمونه کاهش محو دارا می دهد

{ } (ماده تا نقطه ای که شیب در حال سنجی است  
است تست ناشی از سیر است نه ناشی از سیر یا سیر مکان

$$\epsilon_0 = \frac{P_{max}}{A} \quad \text{و} \quad S_{UTS} = \frac{P_{max}}{A} \quad UTS$$

در مقدار حداکثر مقدار تست معنی max است سیر است

در آراسی اولیه

مقدار زیر بریت آمده کرنش هندسی و سطح مقطع در نقطه شکست است

$$e_f = \frac{l_f - l_0}{l_0} \times 100\%$$

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

دفتر فرهنگی دانشکده مواد و متالورژی

مقدار کاهش سطح مقطع

منحنی تنش کرنش حقیقی:

حنی منحنی هندسی بر اساس ابعاد اولیه و حین این ابعاد به طور ثابت تغییر نکند و می تواند به یک تغییر شکل

مومن باشد به علاوه فلز مورد نظر حین کشش ناپایدار شده و در وقت پس از آن کرنش ای می شود حین در حین

ای در کرنش سطح مقطع مومن به سمت کم می شود و بار نام برای ادامه تغییر شکل است می کند به تنش میانی به بریت آمده

بر مبنای سطح مقطع مومن شده است و انت منحنی تنش کرنش حقیقی خواهد شد (پس از نقطه پایداری)

و در واقع فلز در آن نقطه کار سخت می شود به تنش لازم برای ای تغییر شکل پایداری می شود اگر تنش

در حین سطح مقطع واقعی واقعی استفاده شود منحنی تنش کرنش به طور پیوسته تا ای در شکست زیاد می شود یعنی تنش کرنش حقیقی نامیده



خواهد شد در این منحنی نقطه max UTS نداریم

این حالت معمولاً اتفاق نمی افتد حین در نقطه A ناپایداری داریم (کرنش) میسر آبی را می کند

$$\sigma = \frac{P}{A} \quad \text{مقدار تنش حقیقی عبارت است از مقدار بار بر سطح مقطع در حین}$$

$$A < A_0 \quad \sigma > \sigma_0$$

$$\sigma = \frac{P}{A_0} \times \frac{A_0}{A}$$

$$A_0 L_0 = A L \quad \text{نرخ}$$



$$\sigma = \frac{P}{A_0} \times \frac{L + L_0 - L_0}{L_0} \rightarrow \sigma = S(1 + \epsilon)$$

این تنش کششی و کشش را به هم ربط می‌دهیم

طبق تعریف کرنش  $\leftarrow$

$$\epsilon = \int_{L_0}^L \frac{dl}{l} = \ln \frac{L}{L_0}$$

$$\epsilon = \frac{\delta l}{l_0} = \frac{l - l_0}{l_0} = \frac{l}{l_0} - 1$$

$$\frac{l}{l_0} = 1 + \epsilon \rightarrow$$

$$\epsilon_f = \ln \frac{A_0}{A_f} \rightarrow \frac{A_0}{A_f} \rightarrow$$

$$q = \frac{-A_f + A_0}{A_0} = 1 - \frac{A_f}{A_0}$$

$$\epsilon = \ln(1 + \epsilon)$$

این کرنش

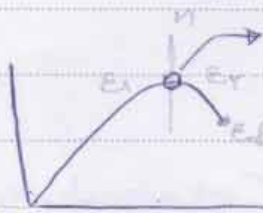
$$\epsilon_f = \ln \frac{1}{1 - q}$$

کرنش حقیقی  $\rightarrow$  کرنش در نقطه عدم پایداری تا نقطه شکست

$$\frac{A_f}{A_0} = 1 - q$$

$$\frac{A_0}{A_f} = \frac{1}{1 - q}$$

خیالی تعریف می‌شود



$$\epsilon_f = \epsilon_1 + \epsilon_2$$

۸۷، ۱۱، ۲۹

اگر نقطه UTS نقطه عدم پایداری باشد در آنگاه necking شروع می‌شود.



(تغییر سطح مقطع) عوامل تنش هندسی و تنش حقیقی از نقطه تسلیم

از هم جدا می‌شوند

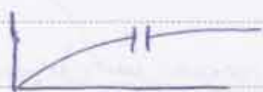
نایاب پدیده در آزمایش کشش: گلو دریا جگر شروع می‌شود و در محله ایو آل موم سان کار می‌شود به خود می‌آید

بلکه این مواد در گشتن ناپایدار بوده . بلافاصله بعد از رسیدن به نقطه تسلیم شروع به گلوئی می کنند

در مواد موت سان ناپایدار بعد از نقطه تسلیم اتفاق می افتد .

فناوت کاربست می شوند به این معنی که با زیاد شدن تغییر شکل ظرفیت عمل با متوسط نمونه زیاده می شود

(فاده در صنعت گشتن تولید می شود استیلا آماره اکثر می رود یعنی هم با آماره رود که این کار تحت شان ناشی از کار گشتن می شود)



مواد موت سان ایوان <sup>plastic</sup> هیچگاه کاربست نمی شوند

علاوه بر این طول داریم در تقریباً بایک نیرو (مثلاً آدامس) (اتریش load زیاده داریم)



در این ناحیه هم کاربستی اتفاق نمی افتد هیچ اتریش طول بایک نیروی ثابت

اتفاق می افتد

dis ending : عشت تغییر ایجاد به طوری می شود در این بک هم ماده کاربست می شود ماده آ



زیران شکست کاربست می شود

$$e = \ln(1 + e)$$



دفتر فرهنگی دانشگاه مواد و متالورژی

این مواد گشتن ناپایدار بوده .

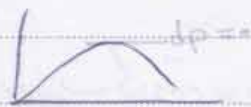
کاربست تدریجی سطح مقطع نمونه که با از زیاد طول جوده است با کاربست مخالف می کند



درای کاهش سطح مقطع Load ملکی کار می‌کند Load (متر)

necking در جایی که در آن تغییر شکل تنش ناشی از سطح مقطع (یعنی سطح مقطع کاهش پیدا کرده و باز زیاد است)

تشنه ای پاره شده بیشتر مقدار طول را می‌گیرد. پاره از آنرا می‌توان قابلیت تحمل بار توسط مقدار کار کشی است. در این صورت تغییر شکل در آنجا رخ می‌دهد.



نمایند که به تغییر شکل موضعی منجر می‌شود توسط سطح  $d\sigma = 0$  ایال می‌شود.

$$P = \sigma \times A$$

$$dP = \sigma dA + d\sigma A = 0 \quad - \frac{dA}{A} = \frac{d\sigma}{\sigma} \quad (1)$$

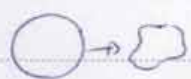
چشم‌پنداری با فرض

$$A_0 L_0 = AL \quad \xrightarrow{\text{از این شرط مشتق می‌گردد}} \quad dAL + dL A = 0$$

$$- \frac{dA}{A} = \frac{dL}{L} \quad (2)$$

$$\frac{d\sigma}{\sigma} = \frac{dL}{L}$$

سطح مقطع asymmetric کاهش پیدا می‌کند نه symmetric



یعنی شکل سطح مقطع ثابتی است در نتیجه از ظاهر می‌توان تنها قطار است آورد.

ما سطح مقطع را معیار برای هم تغییر طول برای می‌توانیم استفاده کنیم.

$$\frac{d\sigma}{\sigma} = d\epsilon$$

$$\frac{d\sigma}{d\epsilon} = \sigma$$

برای نقطه UTS  $dP = 0$  است

$\frac{d\sigma}{d\epsilon}$  به خط مماسی این نقطه میزان deformability و میزان کار کشی را می‌توانیم

هر چه بیشتر (برای تغییر فرم میزان تشنه بیشتر)

$$\sigma = K \epsilon^n$$

\*

صحنی هم

$$\sigma = \sigma_0 + K D^{-1/2}$$

\*

طالع

$$\sigma = K \epsilon^n$$

رشته ی خطی است (رشته ی خطی نیست)



$$\text{slope} = \frac{a}{b} = n$$

\* این رابطه را به این صورت استفاده نمی کنیم مگر روابطی که باید

به صورت گرافیکی نوشتن شود. (برای تعیین n و K)

$$n = \frac{d \ln \sigma}{d \ln \epsilon} = \frac{\frac{d\sigma}{\sigma}}{\frac{d\epsilon}{\epsilon}} = \frac{\epsilon d\sigma}{\sigma d\epsilon} \Rightarrow$$

توان کارسختی

$$\frac{d\sigma}{d\epsilon} = \frac{\sigma}{\epsilon} \cdot n$$

توان کارسختی اگر مقدار کرنش برابر شود توان صورت رابطه  $\frac{d\sigma}{d\epsilon} = \sigma$  در آن است.

$$\sigma_u = K \epsilon_u^n \Rightarrow \epsilon_u = n \Rightarrow \text{UTS نقطه}$$

$\sigma = K \epsilon^n$  برای  $\sigma$  و  $\epsilon$  فزاینده و برگردانده نرول empirical است.

برای مثال  $n$  و  $\epsilon$  هم برابرند.

در  $\sigma = K \epsilon^n$  توان کارسختی  $n$ : ثابت ضریب استقامت (اواصر آن واحد  $\text{MPa}$  واحد  $\sigma$  است)

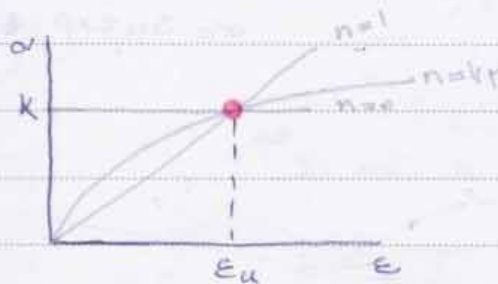
$K$  در واقع تنش حقیقی است در  $\epsilon = 1$ . برای آوری شود  $n$  از  $n = 0$  (جامد کاملاً نرم) تا صرفاً خواص

پدیده (پدیده) تا  $n = 1$  (برای جامد صلب گشتان در استیک)  $K$  و  $n$  هر دو است



سین صندریکی غالباً برای اکثر فلزات حدود ۱/۲ است.

$$\sigma = K \epsilon^n$$



$$n=0 \quad \sigma = K$$

$$n=1 \quad \sigma = K \epsilon$$

$$n=1/2 \quad \sigma = K \epsilon^{1/2}$$

\* این نقطه نقطه‌ای است که خواص پلاستیک، الاستیک و خواص پیاپی شدن یکپارچه است.

UTS ماده بر نقطه شکست برای مواد الاستیک و UTS شکست نقطه الاستیک، نقطه تسلیم

برای تئوری غشایی هیچ درک از رفتار هم منطبق نیست.

اعداد necking میزان کرنش در ناحیه ای را می‌گوید که می‌توان کرنش محلی از یک رابط



حساب کرده. فرمول کرنش برای مدت اول بر حسب تغییر طول

دفتر فرهنگی دانشگاه مواد و متالورژی

و برای مدت دوم بر حسب تغییر سطح مقطع.

برای سیم مقدار جذب انرژی در صحن تغییر شکل پلاستیک نقطه شکست

دوم برای طراحی استفاده شود در حد کشش و UTS نقطه تسلیم استفاده می‌کنیم.

میزان تغییر دقت کشش با میزان تغییر دقت ضربه با هم برابر است. (تک، دوتک و شکست دوتک)



اصلاً ارتفاع میزان جذب انرژی در شکست نه می‌باشد.

$$\epsilon = \ln \frac{A_0}{A} = \ln \frac{D_0^2}{D^2} = 2 \ln \frac{D_0}{D}$$

$$\epsilon = 2 \ln \frac{D_0}{D}$$

$$S_u = \frac{P_0}{A_0}$$

$$\sigma_u = \frac{P_{UTS}}{A_u}$$

$$\sigma = S_u \exp(\epsilon_u)$$

$$S_u A_0 = \sigma A$$

$$\sigma = S_u \frac{A_0}{A_u} = S_u e^{\epsilon_u}$$

$$\epsilon = \ln \frac{A_0}{A_u} \quad \frac{A_0}{A_u} = e^{\epsilon_u}$$

دفتر فرهنگی دانشکده مواد و متالورژی

نویسندگان: دکتر محمدتقی میرزایی  
\* تشریح آزمون کشش و چگونگی تعیین خواص مکانیکی

در نقطه تسلیم

$$\left( \frac{d\sigma}{d\epsilon} \right)_u = \frac{\sigma_u}{1 + \epsilon_u}$$

تغییر تنش با تغییر کرنش

$$\frac{d\sigma}{d\epsilon} = \sigma$$

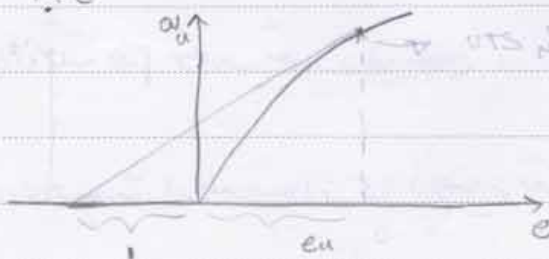
$$\epsilon = \ln(1 + e)$$

$$d\epsilon = \frac{de}{1 + e}$$

$$\frac{d\sigma}{d\epsilon} = \sigma$$

$$\frac{d\sigma}{d\epsilon} = \frac{\sigma}{1 + e}$$

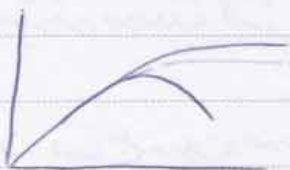
$$\Rightarrow \left( \frac{d\sigma}{d\epsilon} \right)_u = \frac{\sigma_u}{1 + \epsilon_u}$$



$$\frac{a}{b}$$

این نسبت خط است.  
نسبت منحنی در نقطه UTS  
خط مماس

نمودار حقیقی که می توان با استفاده از روابط مهندسی بدست آورد (این نمودار منحنی واقعی یا مینیمم آن است)



آیا می توان از نمودار منحنی حقیقی که اینجا داریم



مثال: آمار توان کارایی که کمترین خطای ای را نشود

13, 12, 87

Hcp, Fcc, bcc

سیستم کوبیک: هگزائیکون

طرحه ی سه دانته (خطی، سطحی، حجمی)

بردار بزرگ و پراستریته

سیستم Hcp  $\frac{c}{a}$  ارتفاع (نسبت آن)

اندازه گذاری صفات مختلف (Hcp) صفات طولی بر اساس زاویه و نسبت به محور موقعیت آن را مشخص

که صفات کاترین بر اساس اندازه خاصه آن محاسبه

چرا هگزائیکون را با سه عدد ازین گذاری می کنند

برای صفات

توانایی (مکانیسم) 1. محل برخورد صفات با محور و جهت می کشیم

2.

0, 1, 1, 0

جهت [0 1 0]

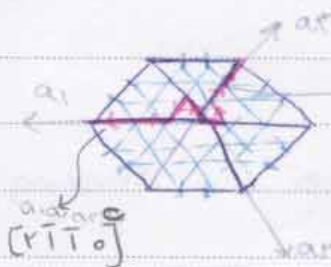
صفحه (0 1 0)

گروه [0 1 0]

گروه [0 1 0]



طبق توانایی می بینیم از بزرگترین صفات بزرگترین ازین صفات



[1 1 0]

$a_1, a_2, a_3, c$

برای تعیین جهت  $a_1$  از بزرگترین کاترین می بینیم و جهت  $a_2$  می کشیم

Atomic packing factor

APF

coordination number.

CN

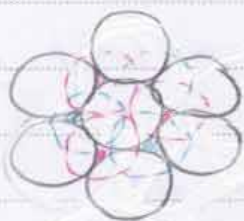
staging این سیستم برای صفی کردن



برای کمترین صفی

این سیستم برای صفی کردن است.

تفاوت بین FCC و HCP در این است که در FCC (در یک صفی) و در HCP (در دو صفی) stacking (در جهت فوق) می کند.



FCC و HCP در جهت صفی کردن تفاوت دارند.



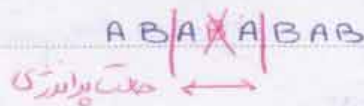
دفتر فرهنگی دانشکده مواد و متالورژی

bcc ABABAB...

FCC ABCABCABC...

HCP ABABAB...

→ برای جهت ایستادن



stacking fault

configuration تغییر می کند که فارسی خوان میزند



نشان بدهیم که هر دو جهت هم‌راستا هستند و جهت برای ایجاد یک فاز جدید می‌باشد.

اگر تعدادی هم‌راستا باشند، اگر configuration، تغییرات در جهت‌ها و ساختار کریستالین

را در این صورت "ماده" B در A است در جهت A منطقه‌ای B داریم که به آن مناطق G.p

می‌گویند. و به آن configuration تغییرات در جهت‌ها و ساختار کریستالین

نشان

1. جهت  $[u, v, w]$  موازی با  $\{h, k, l\}$  است اگر این جهت در صفحه  $\{h, k, l\}$  باشد و  $hu + kv + lw = 0$

**دفتر فرهنگی دانشکده مواد و متالورژی**

باشد به عنوان مثال جهت  $[112] \parallel [111]$

2. صفحه  $(h_1, k_1, l_1)$  و  $(h_2, k_2, l_2)$  بر هم عمودند  $h_1 h_2 + k_1 k_2 + l_1 l_2 = 0$  باشد  $(100) + (001)$

3. دو جهت  $[u_1, v_1, w_1]$  و  $[u_2, v_2, w_2]$  بر هم عمودند  $u_1 u_2 + v_1 v_2 + w_1 w_2 = 0$  باشد

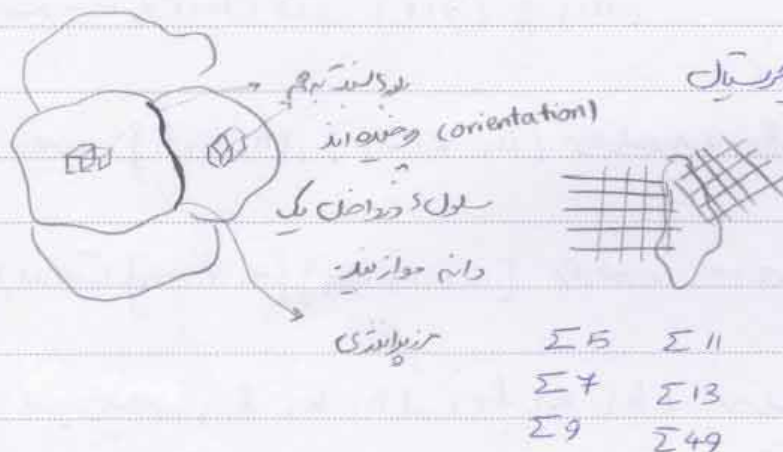
4. زاویه بین صفحه  $(h_1, k_1, l_1)$  و  $(h_2, k_2, l_2)$  برابر با  $\cos \theta = \frac{h_1 h_2 + k_1 k_2 + l_1 l_2}{\sqrt{h_1^2 + k_1^2 + l_1^2} \cdot \sqrt{h_2^2 + k_2^2 + l_2^2}}$

مطلوب است که مقدار تنش کششی که اگر در امتداد جهت  $[110]$  یک کریستال FCC اعمال شود

$G = 1.41 \text{ MPa}$

$[110]$  در جهت خاص  $[110]$  تنش برشی محاسب برابر  $1.41 \text{ MPa}$





نمایند آفای رنگی برای بررسی استحکام آنوریک میکروسکوپ

انرژی حین برقراری مصلحت تفاوت است

$\Sigma$ : انرژی که برای اصلاح انرژی تقسیم می‌شوند

$$\begin{array}{rcl} \Sigma 15 & \Sigma 11 & \\ \Sigma 7 & \Sigma 13 & \\ \Sigma 9 & \Sigma 49 & \end{array}$$

$\Sigma 1$

برای انرژی فرعی

$\Sigma 3$

نصف (دوگونی)

برای

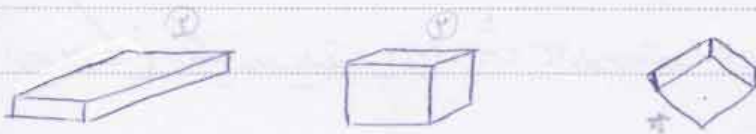
(interface twin)

دفتر فرهنگی دانشگاه مواد و متالورژی

استقامت کشش و کرنش  
 به هم تعلق دارند برای بررسی استقامت تغییراتی که در توان یک سازه در درجه حرارت ۸۰



برای سازه‌های توپ و گلوله و ...  
 برای سازه‌های توپ و گلوله و ...



برای بررسی تغییرات استقامت کشش و کرنش



$dG = 0$   
 max  
 min

چون که کشش و کرنش در سازه‌ها به هم تعلق دارند

اولاً به هم تعلق دارند و استقامت کشش و کرنش

پایه‌های سازه‌ها به هم تعلق دارند

مثلاً اگر الاستیسیته در دما و کرنش و ...

### دفتر فرهنگی دانشکده مواد و متالورژی

چند سرفصل کلی است

۱. برای بررسی تغییرات استقامت کشش و کرنش

چون که کشش و کرنش در سازه‌ها به هم تعلق دارند

مثلاً اگر الاستیسیته در دما و کرنش و ...



فرض می‌کنیم به کمک ریف ارتوپ نیروی برشی  $\tau$  وارد می‌شود

ریف ارتوپ min و max نیرو است در جهت ascending

### دفتر فرهنگی دانشکده مواد و متالورژی

\* اگر فرض کنیم در یک صفحه  $a = \text{inter planar spacing}$  فاصله بین مراکز اتمی در یک ریف (لایه) =  $b$  فرض

کنیم و اتم  $A$  یکی در ریف راجع نیروی برشی  $\tau$  قرار دهیم ابتدا در ریف اتم در حالت تعادل  $x$  موقعیت  $A, B, C, D$

قرار دارند اتم  $D$  در موقعیت تعادل برای همه شکل نیاز به نیروی ندارد در نیمه بین  $A$  و  $B$  یک نیروی  $\sin$  وجود دارد

که عمل تعادل بین دو ریف اتم به مقدار آن بستگی دارد

اگر مقدار جایی این نیرو در ریف اتم را در اثر اعمال تنش  $\tau$  به اندازه  $x$  جابجایی کنیم به صورت یک تابع تناوبی

periodic function جایی  $x$  به تناوب ظاهر می‌شود. (سهایه تریم فرض تابع سینوسی است)

Function

$$\tau = K \sin\left(\frac{2\pi x}{b}\right) \quad (1)$$

جایی مقدار تناوبی کوچک است

$$\tau = K \left(\frac{2\pi x}{b}\right)$$



با استفاده از قانون هک می توان نوشت مقدار برابر

$$\tau = G_s \frac{x}{a}$$

نسبت کرنش  $\times$  مدول = تنش  
موجب باشد



$$\sigma = E \cdot \epsilon \quad \tau = G \cdot \gamma \rightarrow \text{موجب باشد}$$

$\frac{x}{a}$  مقدار کرنش برشی . پس در کنار رابطه نوشتیم

$$\tau = k \left( \frac{2\pi x}{b} \right) = \frac{G x}{a}$$

$$\Rightarrow k = \frac{Gb}{2\pi a} \quad (2)$$

$$\tau = \frac{Gb}{2\pi a} \sin \frac{2\pi x}{b}$$

دفتر فرهنگی دانشکده مواد و متالورژی

$$\tau = \frac{G}{2\pi} \sin \frac{2\pi x}{b}$$

فرض می کنیم  $a = b$  و از اینجا کوچک است .

$$\tau_{\max} = \frac{G}{2\pi} \sin \frac{2\pi \times b}{4b} = \frac{G}{2\pi}$$

$$\tau_{\max} \leftarrow \frac{1}{2} \tau \quad x = \frac{b}{4}$$

$$\tau_{\max} = \frac{G}{2\pi}$$

انتقال یافته یک ماده (تئوری پیش بینی می کند)

$$\tau = 7200 \frac{\text{MN}}{\text{m}^2} \quad G = 45110 \frac{\text{MN}}{\text{m}^2}$$

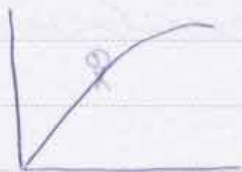
پس با این مقایسه این مقدار تنش مجاز است و تنش واقعی من

$\tau = 1 \frac{\text{MN}}{\text{m}^2}$  می توان نتیجه گرفت تنش تئوری چندین مرتبه برای تغییر شکل پلاستیک است

اختلاف مقدار تئوری لازم برای ایجاد تغییر فرم پلاستیک در عمل و تئوری میخیزد به نظر می آید از طریق ناهمبندی در ح

این پس در واقع روی یک سطح است

مکانیزم دی تغییر شکل پلاستیک در مواد دتری



① تا اینجا هیچ اتفاقی از نقطه نظر الاستیک نبود خط انفعال من آمد بعد

از آن عبور خط گسترش می‌یابد

### دفتر فرهنگی دانشکده مواد و متالورژی

تواریخ نامی این خطی در سال 1934 گفتم شود

مکانیزم تغییر شکل پلاستیک در مواد دتری :  
مهم‌ترین مکانیزم تغییر شکل پلاستیک در دتری تولید تغییرات دتری از طریق فرآیند دی

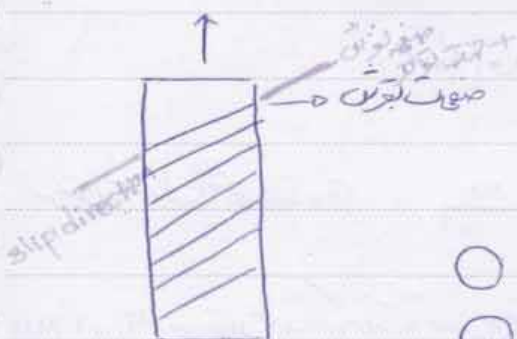
لغز، لغز (slip or Glid) و ازدو قنوی (twining) صورت می‌گیرد

عبر سنگ لغز تغییر شکل پلاستیک در دتری معمولاً به وسیله فرآیند

تغییر فرم پلاستیک در دتری به کار می‌رود:

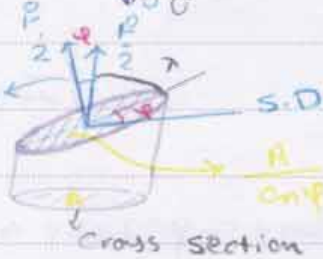
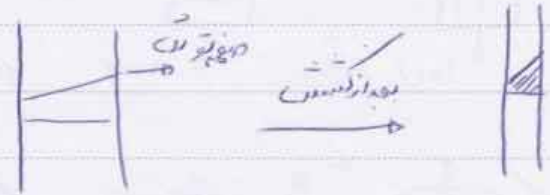
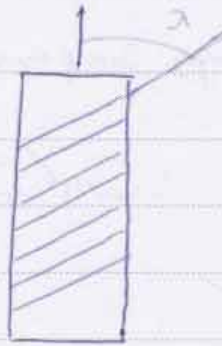
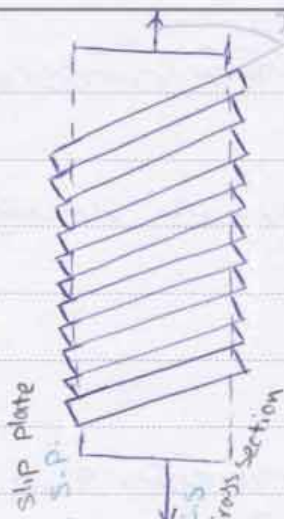
یک یک کره یا دایره را بگیرد. اگر سطح مقطع و دایره را بگیرد

صفحات لغز صفحات برتراکم در دتری می‌گیریم



در صورتی که برتراکم Fcc سه جهت برتراکم وجود دارد. اندک صغری را با چهار جهت صفحات لغز می‌گیریم





مقدار حجاب لغزش از روی سطح لغزش مشخص می‌شود.

1. زاویه بین نیرو و سطح لغزش از این خواهیم.

تمام این جایابی روی A است.

## دفتر فرهنگی دانشکده مواد و متالورژی

خطوط بارگذاری لغزش به موازات سطح لغزش به صورت یک سری نیم یا نوار لغزش در سطح بارگذاری لغزش است.

به صورت آسان. عمل لغزش معمول در سطح لغزش است که اگر کم از مقدار لغزش باشد لغزش اتفاق نمی‌افتد و مقدار لغزش نسبت به لغزش در سطح لغزش است.

$$\tau = \frac{F}{A} = \frac{F \sin \varphi}{A} = \frac{F}{A} \sin \varphi \cos \varphi$$

رابطه نسبت آسان.

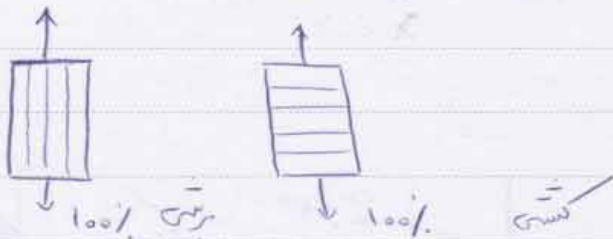
$$\tau = \sigma \sin \varphi \cos \varphi$$

دایره لغزش

2. زاویه بین لغزش و لغزش اتفاق می‌افتد که مقدار لغزش از این حد مشخص (مقدار لغزش) (critical value) است.



انرژی برای تنش کششی تا لغزش از  $\sin \phi \cos \phi$  و  $\sin \phi \sin \phi$  (  $\cos \phi \sin \phi$  )



هر چه از  $\phi$  به سمت 0 درجه برود تنش کششی کم می شود

اگر  $\tau = 0$  ما لغزش نداریم. اگر یک سول که در لغزش دارد تا یک سطح لغزشی لغزش می کند



### دفتر فرهنگی دانشکده مواد و متالورژی

اتفاق می افتد

اگر  $\cos \phi \sin \phi$  (  $\sin \phi \cos \phi$  ) برابر با  $\frac{1}{2}$  شود یعنی در زاویه  $45^\circ$  است. در اینجا  $\tau_{max}$

بیشتر خواهد بود

قاعده بر سول لغزش  
Von Mises, Tresca

$$\tau_{max} = \frac{\sigma_x}{2}$$

(نقطه ای که مقدار تنش را می بینیم و می بینیم که تغییر می کند)

انرژی برای تنش کششی

اصولاً تنش کششی حاصل مقدار تنش است که در آن تنش تغییر می کند یا سول لغزش می کند

(وضع لغزش)

Orientation محور تنش تغییر می کند. اگر زاویه اولی بین محور تنش و زاویه اولی بین محور تنش

و محور اعمال تنش و زاویه اولی بین محور تنش و محور تنش  $\phi_0$  است. سول برشی تنش می کشد.  $\tau_0$  است تنش

تنش  $\sigma_0$ ،  $\cos \phi_0 \sin \phi_0$ ،  $\tau_0 = \sigma_0 \cos \phi_0 \sin \phi_0$  طبق قانون اسلیمس

(Schmid's law) قانون اسلیمس برای تنش کششی  $\tau_0 = \sigma_0 \cos \phi_0 \sin \phi_0$

اگر  $\cos \phi_0 \sin \phi_0 = \frac{1}{2}$  و  $\tau_0$  حاصل مقدار تنش کششی است. این مقدار  $\tau_0$  برای یک سول ثابت است

که بر این قانون اکتفا نمی‌کنیم (با هم اشتباه است)  $\sigma_T = \sigma_0$  از شیب تانگنسی به نقطه  $\sigma_0$  به عنوان  $\sigma_0$  می‌گیریم.

مواضع در دو

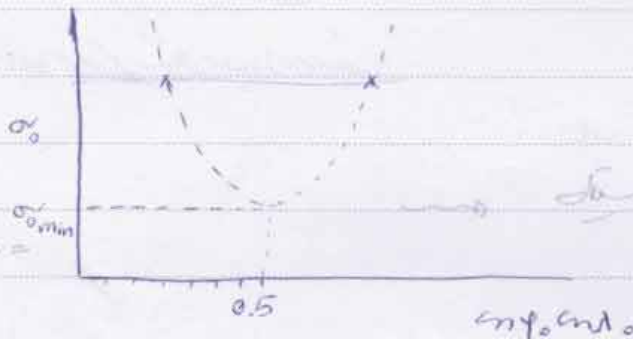
در یک ماده  $\sigma_0$  و  $\sigma_{0.02}$  تفاوت خواهد داشت. در صورتی که اندازه  $\sigma_0$  به جهت برابری تانگنسی (ماتریک) باشد.

4) (anisotropic) خواص مکانیکی یک کریستال تابع جهت است.

خواص  $\sigma_{max}$  و  $\sigma_{min}$  را می‌تواند تغییر کند. یک کریستال در دو جهت (دوایم یکسان) تحت یک نیروی خود را

دارد.

(stereographic projection) \*  
wulff net



دفتر فرهنگی دانشکده مواد و متالورژی

تفاوت دمای ذوب شده در دو جهت مختلف می‌تواند به دلیل تفاوت در خواص مکانیکی آن باشد.

در این حالت که نیروی کشش برای این جهت لازم است به سبب جهت از مقدار نیروی لازم برای این جهت

است. این اتفاق در انداختن یک آلیاژ در یک آلیاژ دیگر می‌تواند رخ دهد.

آزاد کردن نیروی کشش در جهت dislocation (ناحیه خطی) باعث می‌شود (Polanyi 1934)

orowan

Raylon

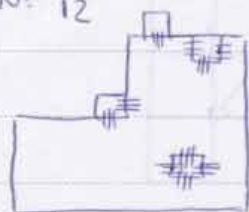
P4PCO





FCC:

C.N: 12



اثری که در دوپاند با هم یکبار است. اثری که با اندام  $\frac{1}{12}$  اثری مجموع است.  
\* اثری اندک بود



FCC

C.N=12

مخارجی می آید که مقدار انرژی تغییر می کند. در این صورت اثری که سیال حالت است و binding energy

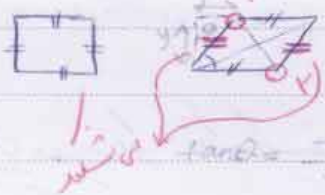
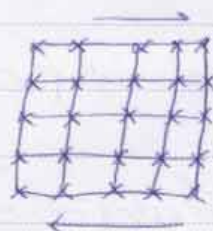
آن تغییر می کند یعنی اثری چیزی و بیاییم تغییر می کند و می شود تا اندک. چون جرم است اثری هم تغییر می کند

اینی که مقدار انرژی که می تواند از کربن حاصل شود (اتم سطحی) اتم سطحی اثری چیزی ندارد

### دفتر فرهنگی دانشکده مواد و متالورژی

اثری بیاییم کم داریم و راحت تر جابجا شود

اگر اینی که از اتم تغییر می کند تا کمتر شود یا در حال اتم بود و بی تغییرات بیاییم تغییر می کند



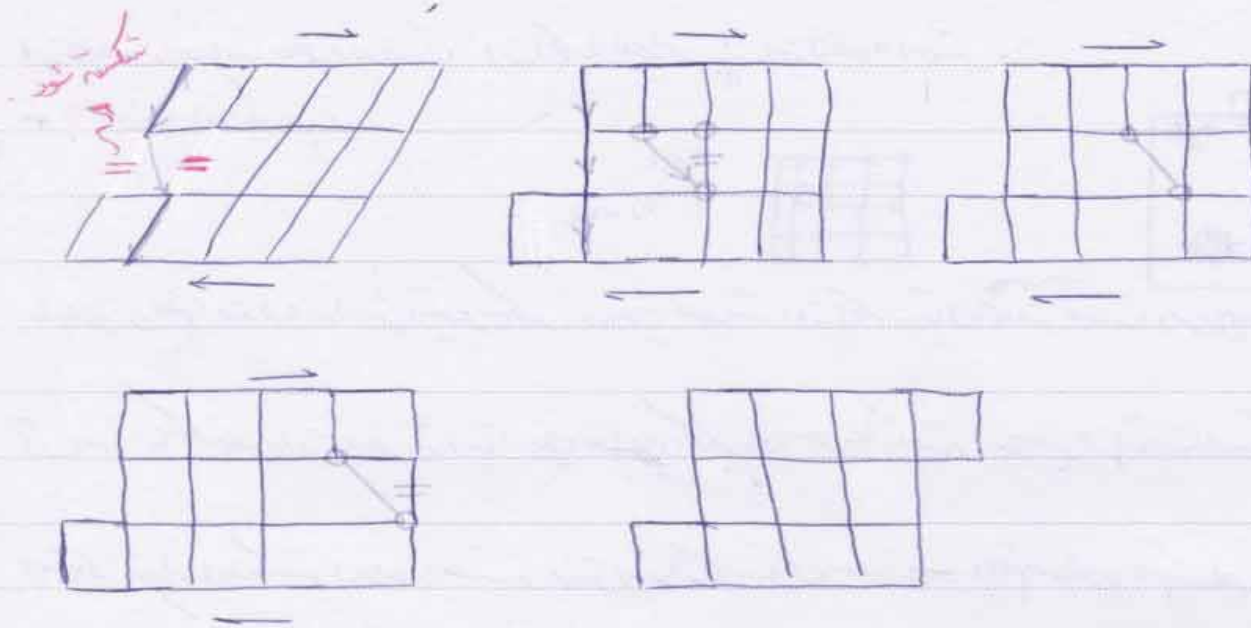
مساحت 2 در صورتی برابر است که تغییرات بیاید  
حالتی کم باشد

اگر تغییرات زیاد و خیلی باشد مساحت دو نقطه هم برابر است

در وقتی که تغییرات زیاد و خیلی کم حالتی داریم باشد و آن صورت مساحت دو نقطه هم برابر است

در یک شکل انرژی را در یک محاسبه و در یک شکل اندازه نقطه اندازه نقطه می بینیم و می بینیم که

من واقع را در یک پیوند برآورد = برای انرژی این پیوند (بازد) باید دو پیوند دیگر گسترش شود



طبقه اولیست با دروازه تغییر شکل و در سطح دوم تغییر شکل با دروازه تغییر شکل

### دفتر فرهنگی دانشکده مواد و متالورژی

این تغییر شکل نیز اثرات طول به اندازه یک step می شود.

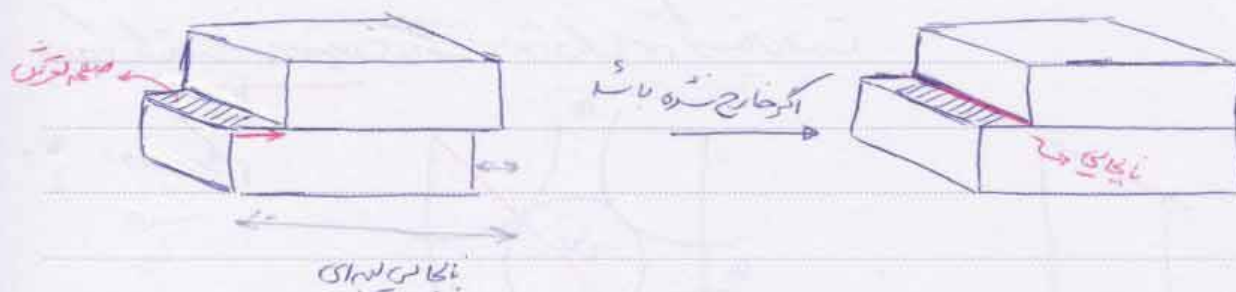
برای اینکه محرم ارائه شده از جایابی خطر عیار داشته باشد لازم است:

۱. مقدار استرس لازم برای حرکت یک جایابی در یک شبکه گسترده از تنش تئوری می باشد (فاکتور استحکام بر مبنای گسل آکمانده است)

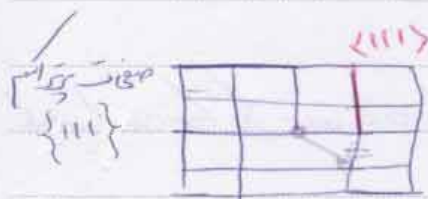
۲. حرکت جایابی منجر به ایجاد یک استپ (step) یا slip band ← با تغییرش در سطح آزاد گسل شود و در آن

سطح گسل فقط سطح برین آن است نه تمام سطح یک حفره، اما interface بین دو فاز است (یعنی مرز)

جایابی بر مبنای منطقه تعریف کرده و تعریف کرده است. سه نوع جایابی ۵: جایابی غیر ابر، جایابی میانی



نیروی افقی به سمت راست حرکت می‌کند. نیروی افقی به سمت چپ حرکت می‌کند.



همه این سطوح مختلف حرکت می‌کنند.

جهت حرکت

نیروی افقی به سمت راست حرکت می‌کند.

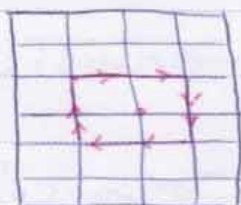
(استاتیسیته) نیروی افقی به سمت راست حرکت می‌کند. نیروی افقی به سمت چپ حرکت می‌کند.

### دفتر فرهنگی دانشکده مواد و متالورژی

1. نیروی افقی به سمت راست حرکت می‌کند.

2. نیروی افقی به سمت چپ حرکت می‌کند.

نیروی افقی به سمت راست حرکت می‌کند. نیروی افقی به سمت چپ حرکت می‌کند.



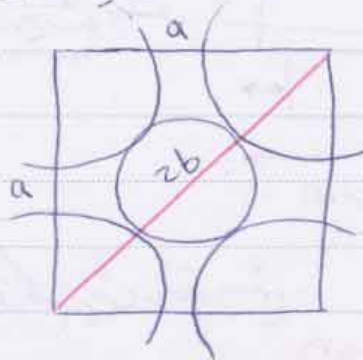
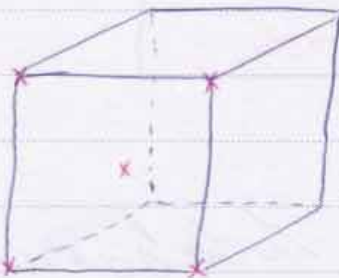
نیروی افقی به سمت راست حرکت می‌کند.

نیروی افقی به سمت چپ حرکت می‌کند.

نیروی افقی به سمت راست حرکت می‌کند.



برای اینکه گویا تر باشد به سه روش و انتقال این در یک سیستم گویا است.



جنبه پرتوگام

$$4b^2 = 2a^2$$

$$b = \frac{a}{\sqrt{2}}$$

یک مولکول روی مولکول دیگر به اندازه ط حرکت می کند.

با یکدیگر ط حرکت می کنند و به هم می رسند.

در bcc  $b = \frac{\sqrt{3}}{2}a$  هر دو یکدیگر است. تطبیق پذیری ملک



لایه پرتوگام

در hcp  $a = b$

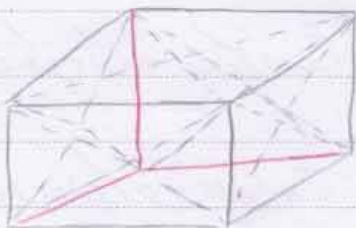
صورتی در میان لایه های که لایه های همپوشانی دارند و لایه های دیگر لازم است.

یعنی در hcp لایه های همپوشانی است.

$$b = a$$

**دفتر فرهنگی دانشگاه مواد و متالورژی**

در سیستم FCC وجه پرتوگام داریم



primary system

secondary system

conjugate system

ترتیب حرکت آن از بالا به پایین است

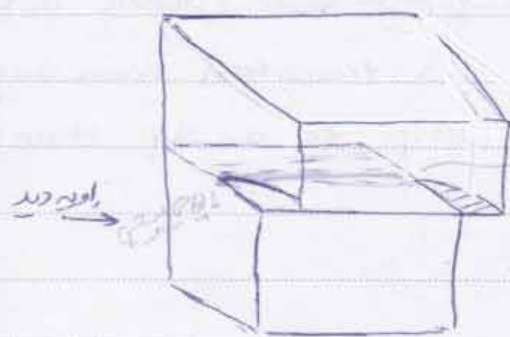
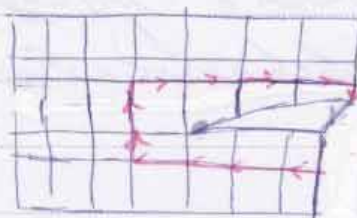
در این سیستم لایه های همپوشانی است.



این وجه پرتوگام تشکیل یک حوض دهد.

مکانیسمی برای انتقال به درونی را می توانیم یک سیستم بسازیم.

dislocation می باشد که درونی می باشد و به اندازه یک حرکت می کند و به هم می رسد.

خط  
ناجایی

تلاطم

حجم نیروی برشی زیادتر شود خط ناجایی به سمت داخل حرکت می کند.  
screw dislocation عمودی حرکت می کند.



ناجایی پیچی مثبت

بردار جهت اعمال نیروی خارجی راستان می دهد



ناجایی پیچی منفی

عم dislocation ۱ عمود بر جهت حرکت می کند.

### دفتر فرهنگی دانشکده مواد و متالورژی

12 اردیبهشت 88

ناجایی پیچی خط ناجایی موازی با خط ناجایی است. ناجایی پیچی جهت نیروی موازی با محور کشش است که در

محور موازی با خط ناجایی است. جهت اعمال نیرو در ناجایی برای کشش عمود بر خط ناجایی است.

خود ناجایی حرکت می کند این را می دانند که حرکت می کند.

جهت حرکت ناجایی



carpet effect

ناجایی



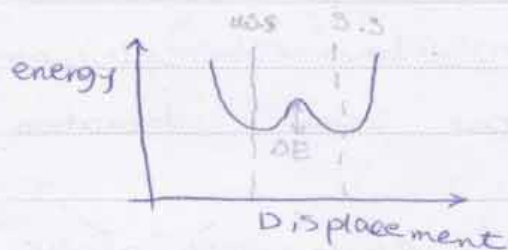
Edge dislocation



screw dislocation

توضیح توسط حرکت ناجایی توسط سطح عمود بر محور کشش می شود. محور کشش موازی با جهت نیروی کشش است.

plastic deformation (تغییر دائمی پلاستیکی) این گونه حرکت می کند: انتقال از یک حالت تعادل کرده به یک حالت تعادل کرده دیگر (transition from an on slip to an slip state)



حین حرکت آتوم توسط یک سطح انرژی بر سر شود منطقه است که در حین حرکت آتوم همزمان اتفاق

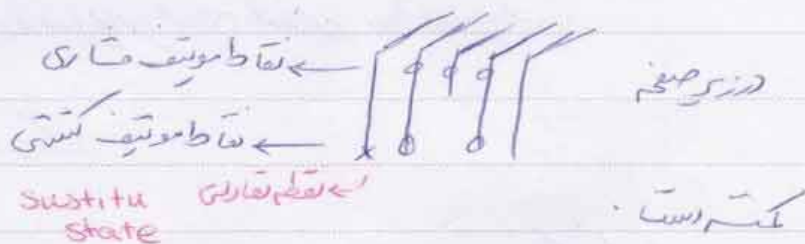


اتم همواره در یک سطح انرژی بر سر شود منطقه است که در حین حرکت آتوم همزمان اتفاق

### دفتر فرهنگی دانشکده مواد و متالورژی

اتم در یک فضای خاص حرکت می کند.

میزان حرکت اتم در حین حرکت آتوم



اتم فقط از حالت تعادل خود خارج می شود از جای خود حرکت نمی کند (در واقع مجموع حرکت دی غیر تقارنی اتم)

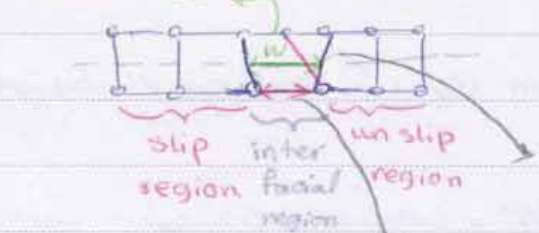
بدون تغییر در ابعاد ماده

در اتمیت تعداد اتم در یک سطح را در نظر می گیریم و می بینیم که اتمی که در آن است می تواند از آن حرکت کند (بدون تغییر در ابعاد ماده)



برای به حداقل رساندن میزان انرژی در فرآیند حرکت یاخته‌ای با هسته منطقه لغزش را در ماده توسط انرژی

سطح مشترک در منطقه لغزش که در آنجا یاخته منطقه لغزش (سطح) کاهش یابد



حداقل انرژی یک سطحی این است که از آنجا یاخته در وضع

انرژی گسترش یافته  
به این یاخته است

در آنجا کاهش می‌کند

انرژی یاخته‌ای انرژی مرتبط با یاخته  
و است به این اندازه است

به منظور به حداقل رساندن انرژی در حالت یاخته‌ای با هسته interface کم باشد ( ) حجم یاخته کمتر مقدار

انرژی interface کمتر خواهد بود و همچنین یاخته‌ای کمتر باشد مقدار انرژی آن نسبت به یاخته کمتر خواهد

شده یاخته‌ای

شد به گونه‌ای که یاخته‌ای در جهت حرکت در یک به مقدار یاخته‌ای در جهت تعادلی یک یاخته‌ای به وسیله

تعادل با یاخته‌ای است پس این توان انرژی گسترش در یاخته‌ای هم تعیین می‌شود (در تعیین شکل یاخته‌ای هیچ‌کدام

### دفتر فرهنگی دانشکده مواد و متالورژی

می‌شوند و به این اندازه تغییر می‌کند

است دیالک از جهت یاخته‌ای بر تعیین کننده مقدار انرژی است که دیالک را به حرکت

در آموختن نیروی تعادلی Nabarro - Peierls تعیین شده است. تفسیر که برای حرکت یاخته‌ای در یک

حالت خاص لازم است به تفسیر برش Peierls مقدار آن تقریباً برابر است با

$$\tau_p = \frac{2G}{1-\nu} e^{\left(\frac{-2\pi a}{b}\right)} \quad \tau_p = \frac{2G}{1-\nu} e^{\left(\frac{-4\pi a}{(1-\nu)b}\right)}$$

الف: حاصل بهنج صفحات نوشت  
ب: بهار بهنج

## دفتر فرهنگی دانشکده مواد و متالورژی

با به صفحات لایه است

التماس را طبق بالا چون با توجه به یک نیروی  $\sin$  است. بعد از نیروی مؤثر حرکت  $\sin$  است. پیوسته در این نیروی

$\sin$  است به طوریکه به اعتبار  $\sin$  می توان به عنوان  $\sin$  استفاده کرد.

از این معادله می توان برای بی نهایت دقت حرکت نامی این استفاده کرد. طبق معادله، مقدار انرژی لازم برای

حرکت نامی این؟ به عبارت دیگر، همچنین می توانیم برای  $\sin$  که  $\sin$  در این معادله نیاز به  $\sin$  می باشد برای

حرکت  $\sin$  که از طریق  $\sin$  در این  $\sin$  است که  $\sin$  که  $\sin$  در این معادله نیاز به  $\sin$  می باشد برای

معادله در اطراف نامی این؟ (  $\sin$  ) به طوریکه در اطراف اتم خاص در شبکه است در معادله  $\sin$  که  $\sin$  در این معادله نیاز به  $\sin$  می باشد برای

صفحه ۱۰ برابر حاصل می است. اما در این  $\sin$  که  $\sin$  در این معادله نیاز به  $\sin$  می باشد برای

که در این معادله  $\sin$  که  $\sin$  در این معادله نیاز به  $\sin$  می باشد برای

در این معادله  $\sin$  که  $\sin$  در این معادله نیاز به  $\sin$  می باشد برای

صفحه که است در این معادله  $\sin$  که  $\sin$  در این معادله نیاز به  $\sin$  می باشد برای

که در این معادله  $\sin$  که  $\sin$  در این معادله نیاز به  $\sin$  می باشد برای



در مورد سازه های مختلف  
انرژی الاستیک در سیستم تحت  
۶۲ درصد  
dislocation تأثیر بر خواص مکانیکی

تأثیر سازه های مختلف dislocation در خواص مکانیکی

dislocation نوع آنجا، حرکات (dislocation) ← نشان داده شود

اینکه در جهات بالا نرم شوند و این انرژی حرکات سازه های مختلف را بر سازه های مختلف  
[انرژی کرنش را نشان می دهد]  
عین انجمن می گویند  
[انرژی کرنش را نشان می دهد]

مثلاً در فولاد مقدار انجمن  $10^{-4}$  cm<sup>2</sup> است. در تاج تا  $10^{-18}$  cm<sup>2</sup> است. اگر کم شود تا  $10^{-6}$  cm<sup>2</sup> است

### دفتر فرهنگی دانشکده مواد و متالورژی

به طور کلی در سازه های مختلف، پیچیده complex و صفت پیچیده تر است و کم اهمیت است و کم تر است  
نشان می دهد که در این سازه غیر قابل حرکت و جهت در سازه های مختلف در این سازه ثابت تر است و کم تر است

فاسد کردن سازه های مختلف در سطح یک  
حکایت می دهد که تحت تأثیر یک انرژی خارجی سازه های مختلف در سازه های مختلف در سازه های مختلف  
اما انجمن در سطح سازه های مختلف در سازه های مختلف در سازه های مختلف در سازه های مختلف



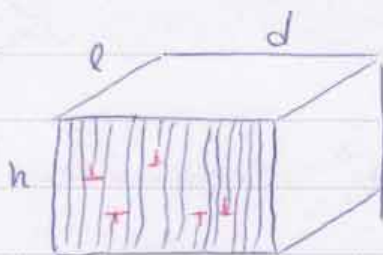
در مختار به سبب عدم رابط بین دانسته نایبی گوشت پستی سینه و ریه و این معادله که در

نایبی حرکت می کند و این آن در صحنه نوری نسبت به موقعیت تعداد خود نسبت به یکدیگر جای به خود max اینجای

میدار ط بردار برگزانت حل اگر کسای با حجم  $h \cdot d$  در توان یکیم کلای تعدادی نایبی بهای نسبت اگر

تحت متن تراز کرد نایبی در صحنه نوری حرکت می کند نایبی نسبت به یک دانسته و نایبی متن به یک

ما حرکت نایبی در سطح بهای نسبت به سطح پستی به صورت پستی حرکت پیدا کند و این حرکت در هر



→ طول به اندازه ط  
حک گه آرتی نایبی است

اگر نایبی با حجم  $d \cdot h$  را می کند  $x_i$  به اندازه ط خواهد بود



$$\delta = \frac{b}{h}$$



$$\frac{\delta_i}{b} = \frac{x_i}{d}$$

$$\delta_i = \frac{x_i b}{d}$$

حال اگر تعداد  $d$  متحرک  $N$  باشد کل متن که این  $d$  در حین حرکت در یک ای در یک

$$\Delta = \sum_{i=1}^N \delta_i = \sum_{i=1}^N \frac{x_i b}{d}$$

**دفتر فرهنگی دانشکده مواد و متالورژی**

نایبی این مقدار حرکت پستی بهی در سطح با حرکت برابری است  $\delta = \frac{\Delta}{h} = \frac{b}{h d} \sum_{i=1}^N x_i$

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^N x_i}{N}$$

حال اگر متوسط فاصله ای کم شد حرکت کرده اند  $\bar{x}$  باشد

$$\Rightarrow \delta = b N \bar{x}$$

سطح

$$\delta = b \rho_m \bar{x}$$

حکایتی نایبی؟  $\Rightarrow$

تعداد  $\frac{1}{\text{cm}^2}$  / سطح مقطع کرده  $\frac{1}{\text{cm}^2}$

عدد تعداد  $\frac{1}{\text{cm}^3}$  / طول خطوط نایبی  $\frac{1}{\text{cm}^3}$

$$\delta = \frac{dr}{dt} = b \rho_m \frac{d\bar{x}}{dt} = b \rho_m \bar{v}$$

$$\delta = b \rho_m \bar{v} *$$

متوسط حرکت نایبی  $\times$  حبابی  $\times$  جدار مرکز = هر یک از این بزرگی

### دفتر فرهنگی دانشگاه مواد و متالورژی

مقدار است و بسته به حبابی که است

deform به استی فاده سطح ماکروسکوپی استوان با دیسک گزینش شده اند متحرک بزرگی که

۱. ساختار کریستالی ماده شفاف باشد تا بهینر وسیله ط شفاف باشد X-ray : پارامتر شبکه و ساختار کریستالی

۲. تعداد که متحرک شفاف باشد  $\rho_m$  : از طبق FE BSEM, TEM

اصلی \* (حرکتی پراوری، حرکتی نوری، حرکتی اصلی orientation آلفا است

حرکتی نوری کم انرژی هستند که در ارتفاع نایبی در یک دانه به بزرگی است

۵ : اسم بر

۱  $\rightarrow$  حرکتی

3  $\rightarrow$  حرکتی interface در فاصله

۳. مقدار متوسط حرکت نایبی  $\bar{v}$  : مقدار  $\rho_m$  در  $\bar{v}$  به شش زفا) در حرارت ثابت دارای دگرگانی

که تنها روی داده انجام شده باشد و اندازه گیری جهت حرکت دند  $\delta$  در تعدادی از صفحات و گریستان  $\delta$  می باشد

شان داده است. جهت  $\delta$  به سمت  $\delta$  نشان بر روی صفحات و تعداد آن را طبق

$$\bar{v} = A \tau^m$$

$m$ : عدد ثابت مقدار  $m$  برای مواد مختلف فرق می کند.  $1.5 < m < 4.0$

اگر بخواهیم بر روی ابعاد  $\delta$  از تنش برشی مورد نیاز برای حرکت نامیابی انجام دهیم به مقدار کم نزدیک به جهت حرکت

نامیابی  $\delta$  اتران می یابیم. لازم به ذکر است که بعد از گذشت جهت حرکت نامیابی  $\delta$  ثابت می ماند و در نهایت کاهش می یابد

مثال: خطرات نامیابی:

تعدادی از گریستان  $\delta$  مثلاً  $LiF$  و زیر پود محلولی و یا مایع قوی تر شفاف هستند دند در این گریستان  $\delta$

معمولاً در  $\delta$  نمی شوند ولی امکان قابل توجهی دارند در این نوع گریستان  $\delta$  محو می شود. در روش برای صفحات

### دفتر فرهنگی دانشگاه مواد و متالورژی

گفتن و محو می شود: ۱. روش تزئینی (decoration)

۲. روش  $hpt$  (اج پیت) یا در یک گفتن از طریق اج گفتن

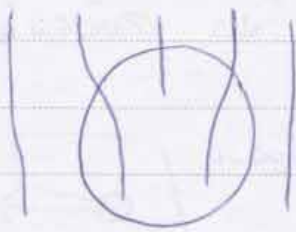
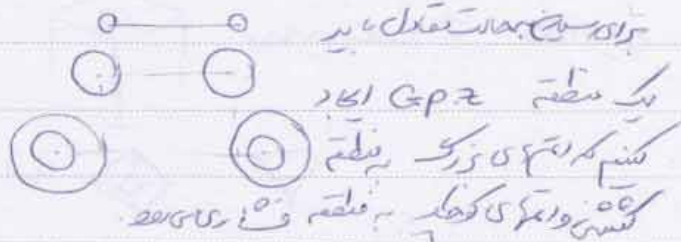
دکراسیون یک دند از طریق ایگر  $ppt$  (رسوب)  $precipitate$  در انداختن  $dis$

و مکان پذیر است. به دلیل انواع مناطق اطراف نامیابی  $\delta$  این مناطق مناطق مناسب برای ایگر  $ppt$  هستند

با ایگر  $ppt$  بر روی خط نامیابی آن نامیابی به صورت تسبیح به ظاهر رسوب (عاده ای  $\delta$  dope می کشیم)

این  $\delta$  که چگالی آن در حد درجه  $\delta$  برای رسوب و نامیابی بر رانده به جهت کششی



G p z  
zone

برای سنجش میزان تغییرات در یک منطقه G p z یک منطقه که دارای یک منطقه کوچک و یک منطقه بزرگ است.

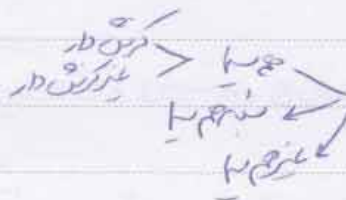


این مدل به عنوان یک مدل برای سنجش تغییرات در یک منطقه استفاده می‌شود.

این مدل به عنوان یک مدل برای سنجش تغییرات در یک منطقه استفاده می‌شود.

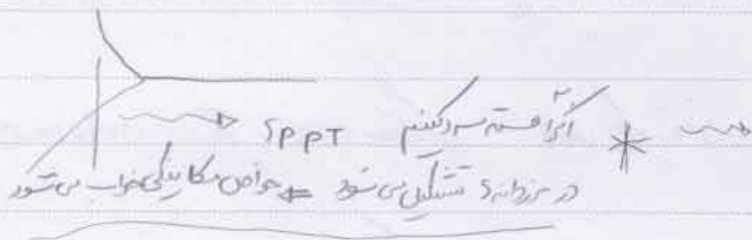
این مدل به عنوان یک مدل برای سنجش تغییرات در یک منطقه استفاده می‌شود.

Al-cu

pattern showing  
face transportation  
reduction

این مدل به عنوان یک مدل برای سنجش تغییرات در یک منطقه استفاده می‌شود.

## دفتر فرهنگی دانشگاه مواد و متالورژی



این مدل به عنوان یک مدل برای سنجش تغییرات در یک منطقه استفاده می‌شود.

این مدل به عنوان یک مدل برای سنجش تغییرات در یک منطقه استفاده می‌شود.

این مدل به عنوان یک مدل برای سنجش تغییرات در یک منطقه استفاده می‌شود.

این مدل به عنوان یک مدل برای سنجش تغییرات در یک منطقه استفاده می‌شود.

این مدل به عنوان یک مدل برای سنجش تغییرات در یک منطقه استفاده می‌شود.

این مدل به عنوان یک مدل برای سنجش تغییرات در یک منطقه استفاده می‌شود.

معمولاً در یک سطح یک پرت حرکت می‌دهد



در یک سطح یک پرت حرکت می‌دهد



یک پرت spiral یک پرت از یک



عزت برداشت اتمی (removal) کنده شدن اتمی در اثر یک سطح اتمی در یک سطح اتمی

slip = glide

حرکت

time

10

Tue

88/2/1

در یک سطح یک پرت حرکت می‌دهد (slip) به تدریج برشی اعمال شده در یک سطح یک پرت حرکت می‌دهد

نوع dis یک پرت دارد که از روی یک سطح برای اندازه گیری است توسط Gilman-Johnston

در 1957 ارائه شده است. آنها از روی یک پرت استفاده کرده اند برای اندازه گیری یک پرت در یک سطح

def یک پرتی در یک سطح یک پرت حرکت می‌دهد (slip) در یک سطح یک پرت حرکت می‌دهد

برای یک زمان معین این pul یک پرتی در یک سطح یک پرت حرکت می‌دهد. این پرتی در یک سطح یک پرت حرکت می‌دهد و در یک سطح یک پرت حرکت می‌دهد

در یک سطح یک پرت حرکت می‌دهد



نمای یک پرت در یک سطح یک پرت حرکت می‌دهد. این پرتی در یک سطح یک پرت حرکت می‌دهد و در یک سطح یک پرت حرکت می‌دهد

ایا می‌شود = می‌توان فاصله بین دو پرتی را در یک سطح یک پرت حرکت می‌دهد. این پرتی در یک سطح یک پرت حرکت می‌دهد و در یک سطح یک پرت حرکت می‌دهد

$$v = \frac{\text{فاصله}}{\text{زمان}}$$

دفتر فرهنگی دانشکده مواد و متالورژی

رابطه بین آوری



جایگزینی یک سیمپلرکریستالین با  $LiF$  میسر کرده اند بر حسب آنچه از تنش نیروی باریس

تغییر دارند  $\rightarrow$  سیمپلرکریستالین تغییر می کند. آنجا که زائد که سیمپلرکریستالین مقدار تنش فوق العاده حساس

است. در سیمپلرکریستالین  $10^{-1} - 10^{-7} \text{ cm}^2$  گزینیم سیمپلرکریستالین به طور محلی با لایه تنش تغییر می کند.

$$\nu = \left( \frac{\tau}{\tau_0} \right)^n$$

$$\nu \propto \tau^n$$

رابطه ای که در سیمپلرکریستالین تغییر می کند

عظیم سیمپلرکریستالین است

$$\tau_0 \Rightarrow \nu = 1 \text{ cm}^2 \text{ تنش برشی و سیمپلرکریستالین}$$

$$n = \text{تأثیر محلی}$$

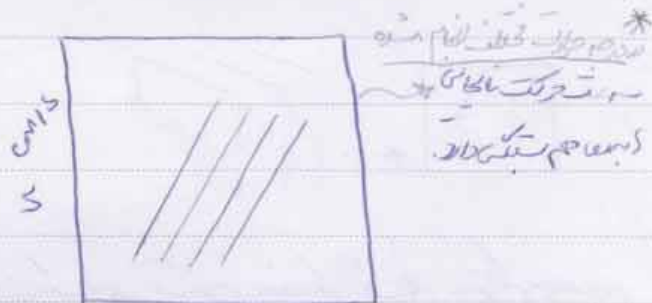
Fe - 3.25% Si آلیاژ

در عنوان مثال در  $LiF$   $n=25$



Apply shear stress

M



Apply stress

دفتر فرهنگی دانشکده مواد و متالورژی

این اندازه گیری نشان داد که سیمپلرکریستالین با سیمپلرکریستالین نیروی باریس

تغییر می کند. باید توجه داشت که برای ایجاد تغییر در سیمپلرکریستالین تنش محلی وجود دارد که مقدار آن در اصل تنش

مورد نیاز برای حرکت ناچسب است. این محاسبات در Low - stein انجام داده اند

محاسبات که برای FCC و hcp کار کرده اند سیمپلرکریستالین با سیمپلرکریستالین محلی در FCC و hcp



مهندسی ابرمخارم جاسوسی و کنترل می باشد

$$v = A \tau^n$$

آبای-Stein اگر برای آلودگی محیط در  $300^\circ\text{C}$  انجام پذیرد برای کریستال های خاص در  $300^\circ\text{C}$  تقریباً

بکار می آید. مقدار مشخصی از آن که برای آلودگی مقدار n اترایش می یابد.

حلقه dis

ناجایبی دی حلقه (لبه ای، پیچیده) که تا به حال مورد بررسی قرار گرفته اند به صورت یک خط راست در نظر گرفته ایم.

خط راست عموماً زیر یک پلکه کشیده و حرکت می کند. عموماً هیچ ناجایی به صورت یک خط راست نیست. ناجایی یک حلقه



است که بعضی segment آن لبه ای است و بعضی پیچیده.

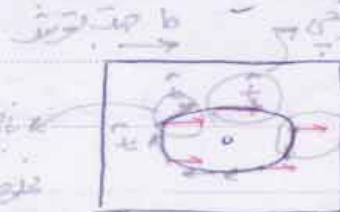
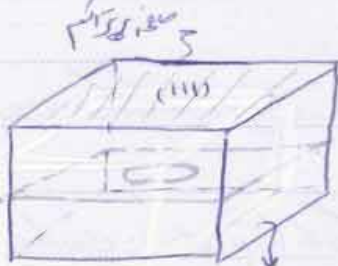
### دفتر فرهنگی دانشکده مواد و متالورژی

\* در این حالت حرکت ناجایی در طول است. حلقه ناجایی روی یک صفحه تشکیل شده که آن هم متراکم می شود.

نسبتاً و قابلیت حرکت ندارد. ناجایی E-mobile

\* اما این ناجایی در یک صفحه پراکنده می شود و قابلیت حرکت هم دارد.

dis: معمولاً به صورت یک حلقه در داخل یک کریستال در صفحه لغزش خود می تواند ظاهر شوند.



Source: dis مثل فاز در یک

interface

داخل حلقه منطقه لغزش می کشد

پیچیده " " " " " "

صحنه عکس بر (111) دارد استرئوگرام

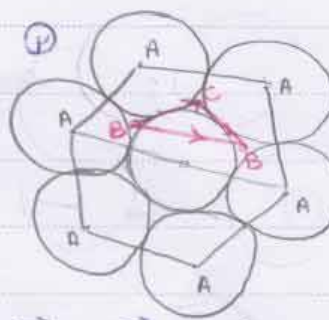
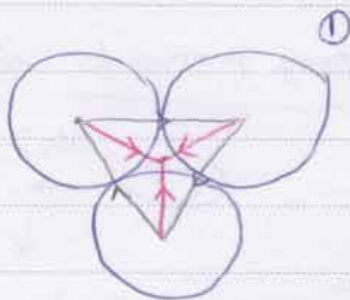
PAPCO

تصفیه می کنم

در صورتی که از جهت تاریک نقطه مانع نظر نیست

۱.  $\epsilon > 1$  متغیر و  $\mu$  ثابت دارد. ناگسسته مختلط دوگانه تاریک و یک پیوسته روشن برای mixed

آرادیوسیت در قطرها  $90^\circ < \theta < 180^\circ$  باشد ناگسسته mix داریم (ناگسسته تاریک)



حالتی که از جهت تاریک

به جهت تاریک

میزان حالتی که تاریک

B

$$\vec{BB} = \vec{BC} + \vec{CB}$$

$\langle 11 \rangle$  ? ?



میزان حالت تاریک

حالت تاریک

دفتر فرهنگی دانشکده مواد و متالورژی

۱. اگر یک صفی برتر گام در fcc داشته باشیم و بخواهیم یک حالت تاریک را از موقعیت B به موقعیت B' برسانیم دو حالت وجود دارد

۱. مسیر مستقیم ۲. به موقعیت C سپس به موقعیت B' می‌رویم. موقعیت B' باید حالت تاریک باشد (در صورتی که موقعیت C تاریک باشد)

همچنین از زیر این فرضیه شده است که مقدار انرژی در موقعیت C وجود دارد که به حالت تاریک می‌رسد و این مقدار در این نقطه

توازن انرژی دارند { برای این معادله باید با این داریم و در این حالت کاملاً نامتوازن رسانند پس به حالت تعادل می‌رسد.

موقعیت C کاملاً نامتوازن است. ۱. با این فرضیه می‌توانیم در ۲ گام مسیر انرژی تاریک

۱۵۰



اگر صفحات لغز در یک سلبه بر یکدیگر در یک صفحه لغزند (توی آن  $FCC$ ) (110) در یک سلبه لغزند صفحه لغز  $b = 1/2 \langle 110 \rangle$

اگر یک حرکت لغز در یک سلبه جاری می آید و در یک سلبه دیگر جاری می شود (perfect dis)

اگر یک سلبه لغز از یک سلبه دیگر حرکت کند (perfect dis) اگر یک سلبه لغز در یک سلبه دیگر حرکت کند (perfect dis)

در یک سلبه حرکت کند  $dislocation$   $partion$   $dis$  حرکت می کند



حالت پراگم  $\langle 110 \rangle$  در یک سلبه لغز  $\langle 112 \rangle$  صفحه لغز

$$\frac{1}{2} \langle 110 \rangle \rightarrow \frac{1}{6} [211] + \frac{1}{6} [12\bar{1}]$$

$$b_1 \rightarrow b_2 + b_3$$

دفتر فرهنگی دانشگاه مواد و متالورژی

همه حوی لغز در یک سلبه  $\langle 112 \rangle$  :  $slip\ system$ ,  $vaultnet$ ,  $cont$  ...  $secondary$ ,  $primary$  سیستم لغز

$$E \propto b^2$$

strans : انرژی هر  $dis$  متناسب با مجذور بار پراگم است

$$a \{uvw\} \text{ strans } b_1^2 > b_2^2 + b_3^2$$

$$E(a\{uvw\}) = \frac{1}{2} |b|^2 = \frac{1}{2} a^2 [u^2 + v^2 + w^2] \quad b = \frac{a}{\sqrt{2}} [110]$$



$$|b_r| = \frac{a}{r} \sqrt{r}$$

$$|b_r| = \frac{a}{r} \sqrt{r}$$

$$|b_r| = \frac{a}{r} \sqrt{r}$$

$$b_r^2 = \frac{1}{r} > \left( \frac{1}{r} + \frac{1}{r} \right) = \frac{2}{r} \Rightarrow \text{طبی شود } b_r + b_r \text{ آتی است}$$

طراحی های آبی در جدول طراحی dis و در طراحی های دیگر در جدول طراحی های دیگر

در حالت اول در انداز ط طراحی می شود. میزان انرژی در حالت یک است

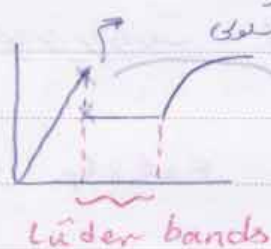
\* در حالت دوم در انداز ط طراحی می شود. میزان انرژی در حالت یک است

### دفتر فرهنگی دانشکده مواد و متالورژی

Tue 88, 2, 15

طراحی های آبی در جدول طراحی

در حالت اول در انداز ط طراحی می شود. میزان انرژی در حالت یک است



(Lüder bands) (کشش، پیچش، فشار، تنش)

در حالت اول در انداز ط طراحی می شود. میزان انرژی در حالت یک است

در حالت دوم در انداز ط طراحی می شود. میزان انرژی در حالت یک است

در حالت اول در انداز ط طراحی می شود. میزان انرژی در حالت یک است

مقدار کار انجام شده برابر با نیروی کششی که برای کشیدن یک جسم در سطحی صاف و بدون اصطکاک لازم است.

در آن حرکت می‌کنند و می‌تواند نیروی کششی را  $Nabarro - Mott$  ارائه کنند. آن‌ها فرض می‌کنند که

صغیرترین واحد  $b$  طول  $l_1$  و حداکثر تنش برشی  $\tau$  است. نیروی وارده در سطح لغزش برابر است با

$$F = \tau l_1 l_2$$

### دفتر فرهنگی دانشکده مواد و متالورژی

حالا اگر خط نایبی با طول  $l_1$  و بردار برش  $b$  از یک انتهای صغیر لغزش ( $l_2 = 0$ ) تا  $(l_2 = l_2)$  به انتهای دیگر صغیر

لغزش  $l_2$  حرکت کند. جای بی‌اندازه طوری که این خواص در سطح ما به اندازه  $l_1$  و  $l_2$  خط نایبی

$b \times l_1$  ارائه می‌یابد. بنابراین کار انجام شده برای ایجاد این جای بی‌اندازه برابر است با

$$F = \tau b l_1 l_2 = \tau b l_1 l_2 \quad (1) \quad \text{اگر نیرو در واحد طول نایبی (1) فرض کنیم. که نیروی اعمال شده بر جای}$$

خط نایبی برابر است  $F \times l_1$ . کار انجام شده بر روی نایبی برای حرکت بر روی صغیر لغزش به اندازه  $l_2$  برابر

$$F \times l_1 \times l_2 = \tau b l_1 l_2 \times b \quad \text{در این رابطه برای کار انجام شده برابر است}$$

$$F = \tau b \quad \text{نیروی وارده بر یک نایبی}$$

بنابراین نیروی وارده بر روی خط نایبی برابر با  $\tau \times b$  است. این نیرو خواهد داشت که در لغزش و

خط نایبی است. علاوه بر این نیرو یک  $\sigma$  دارای مقدار تنش خطی (dislocation tension) است.

اگر این تنش را می‌توانیم به یک  $\sigma$  خطی معادلات درجه دوم تبدیل کنیم که







$$F = \frac{T d\theta}{R}$$

از طرفی  $d\theta = \frac{dl}{R}$  بنابراین تنش خطی در هر یک از مین برابر است با:

$$F = \epsilon \times b \times dl$$

نیروی معادل در جهت OA برابر است با:

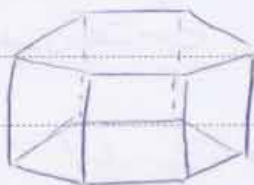
$$T d\theta = \tau b dl$$

$$\tau = \frac{T d\theta}{b dl}$$

$$\tau = \frac{T}{b R}$$

برای یک سیستم  $\tau$ ،  $T$ ،  $b$ ،  $R$  ثابت است.

تغییر در اصطلاحات: mechanical metallurgy, black metal, science, material



twining (دوقطبی) و شکست (این اتفاق می افتد)



دفتر فرهنگی دانشکده مواد و متالورژی

لولا

دوقطبی نوع دیگر تغییر شکل پدیدار می شود که در دو حالت صورت می گیرد یکی به باز تغییر شکل مکانیکی در ابعاد



نسبت کرنش دوقطبی در آن از آن بزرگتر است. خود دوقطبی شکست است

دشمن در آن کرنش بزرگترند. دوقطبی کمتر دوقطبی است. اتفاق می افتد در آن

تقریباً در این مورد به دو صورت اتفاق می افتد (۵۵۵۱) اتفاق می افتد. حال اگر این مورد در مورد

باشد تقریباً اتفاق می افتد که این حالت فراوان در دوقطبی اتفاق می افتد. شاید به نسبت نسبی می شود

اصطلاح تقریباً در دوقطبی از این در این تمام آنها در دوقطبی صفت تقریباً به یک اندازه ثابت حرکت می کنند.

(military march)

در حالتی که در حین سرد کردن، متناوباً فاصله آرایش سرد شدنی است و در یک حالت دیگر است

است و در حالت دیگر در یک حالت دیگر. در دقتی در سرد شدن (sheep آرایش می افتد) (نقطه دقتی) (نقطه دقتی) (نقطه دقتی)



در دقتی bcc (آرایش می افتد) در دقتی در یک حالت دیگر (تشدید می شود)

در دقتی در یک حالت دیگر

در دقتی در یک حالت دیگر



Thermal Twining (آرایش می افتد)

در دقتی در یک حالت دیگر

در دقتی در یک حالت دیگر (آرایش می افتد) در دقتی در یک حالت دیگر (recrystallization) در دقتی در یک حالت دیگر

(آرایش می افتد)

در دقتی در یک حالت دیگر (recrystallization) در دقتی در یک حالت دیگر (آرایش می افتد)

در دقتی در یک حالت دیگر (recrystallization) در دقتی در یک حالت دیگر (آرایش می افتد)

### دفتر فرهنگی دانشکده مواد و متالورژی

آنها باید در دقتی در یک حالت دیگر (آرایش می افتد)

در دقتی در یک حالت دیگر (recrystallization) در دقتی در یک حالت دیگر (آرایش می افتد)

در دقتی در یک حالت دیگر (recrystallization) در دقتی در یک حالت دیگر (آرایش می افتد)

\* wrought alloy

cast alloy deformation (آرایش می افتد)

\* در دقتی در یک حالت دیگر (recrystallization) در دقتی در یک حالت دیگر (آرایش می افتد)



سیستمی نوشتن با استفاده از ریت

conjunction, secondary slip, primary slip

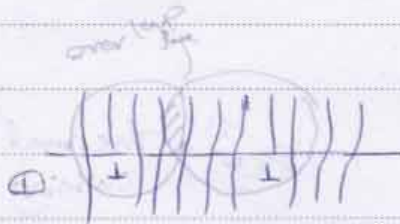
تعیین آکریال Pcc تصویر سیستمی {111} <110> فاکتور است

خطی فاکتور است و دوازده سیستم نوشتن

stereo projection آری فون میزوتوپا

نیز در سیستمی فاکتور:

فوتوگرافی ساده برای: هر دو جهت:

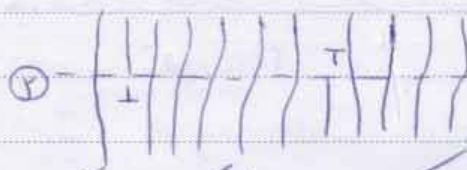


اگر فاکتور سیستمی این فوتوگرافی ساده را در نظر بگیریم و سیستمی را در نظر بگیریم

روی هم نداشتند مقدار سیستمی را در نظر بگیریم و سیستمی را در نظر بگیریم

و سیستمی را در نظر بگیریم و سیستمی را در نظر بگیریم

فاکتور سیستمی با  $\alpha G (2b)^2$  که در هر جهت سیستمی را در نظر بگیریم



حالت در هر جهت آن است

ریت سیستمی نوشتن با هر دو جهت

اگر فاکتور سیستمی را در نظر بگیریم و سیستمی را در نظر بگیریم

با هر دو جهت سیستمی را در نظر بگیریم و سیستمی را در نظر بگیریم

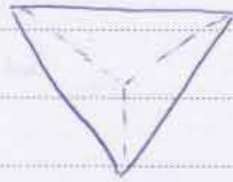
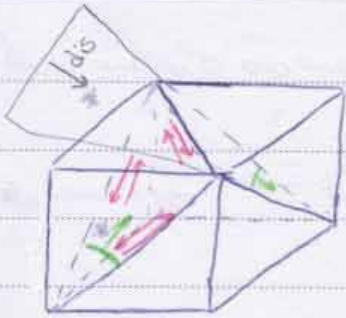
نمای این دو جهت سیستمی را در نظر بگیریم و سیستمی را در نظر بگیریم

سیستمی را در نظر بگیریم و سیستمی را در نظر بگیریم

دفتر فرهنگی دانشکده مواد و متالورژی

آنها را در نظر بگیریم و سیستمی را در نظر بگیریم

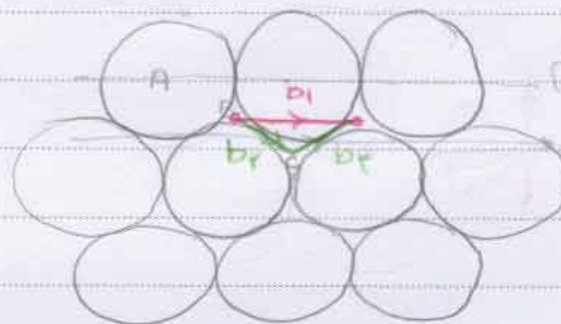
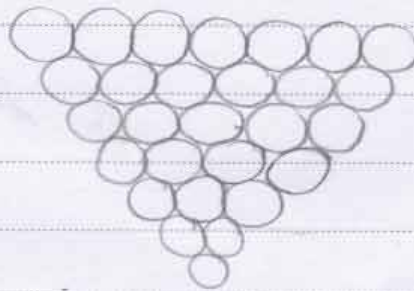
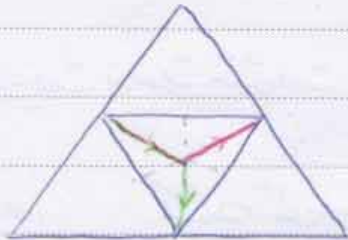




\* تعیین تراشه ها

\* فرض کنیم این یک ذره است

به یک وجه برسد.



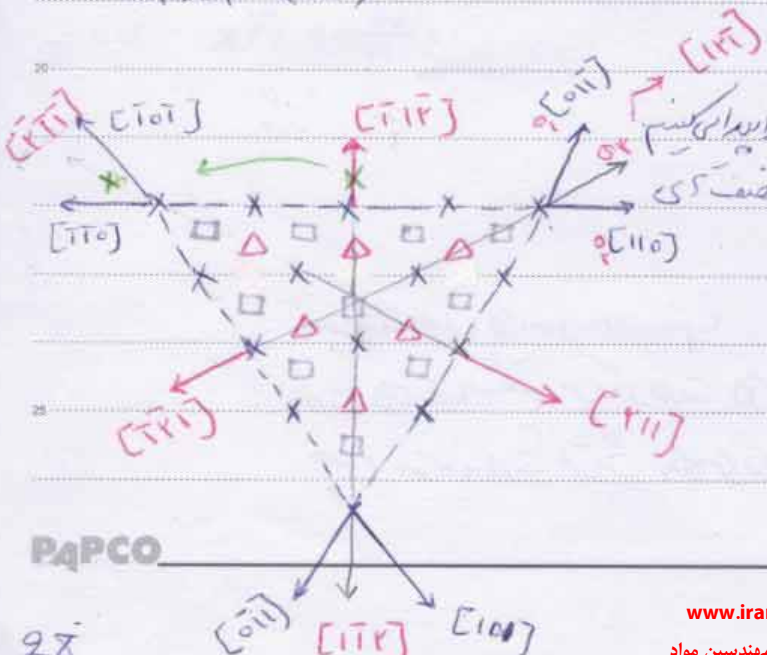
(111) fcc

(0001) hcp

اگر در یک شبکه یک قطعه از یک عنصر را بگیریم

$b_1 \langle 110 \rangle$   
 $b_2 b_3 \langle 112 \rangle$

# دفتر فرهنگی دانشکده مواد و متالورژی



در یک شبکه یک صفحه بر یک شبکه fcc, bcc, hcp را بگیریم  
stacking در یک شبکه یک صفحه  
حالت بر یک شبکه است

$$O_1 + O_2 = O_3$$

کندین مدار انرژی وقتی تصویف شود که از A به B و برعکس A به B می توانیم پس بر اساس تجربه و حدس تصویف است و B می

تصویف است. حالت تصویف 1 <112> اند

$$\frac{a}{r} < 112 >$$

و لغت (طریق رسم trace برکت لورنس)

$$\frac{a}{r} < 110 >$$



تجربه در صورت متغیر است

کتاب F و A کدین خط صفحات رسم است

نکته: آیا تجربه ای که اتفاق افتاد آسان است است باز هم تجربه و اتفاق دیگر؟



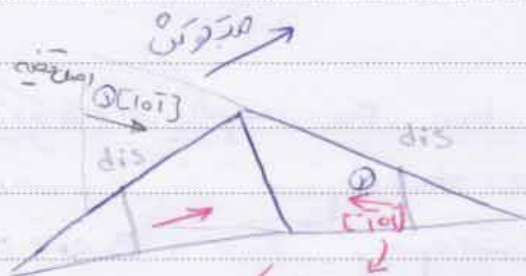
$$\frac{a}{r} < 110 >$$



$$h = \frac{\sqrt{r}}{r} \times \frac{\sqrt{r}}{r} a = \frac{\sqrt{r}}{r} a$$

$$n = \frac{r}{r} \frac{\sqrt{r}}{r} a = K < 112 >$$

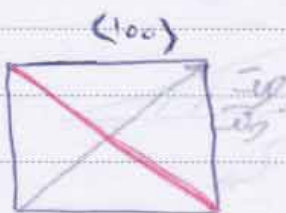
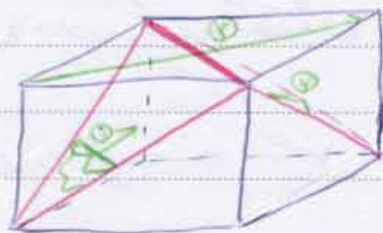
$$\frac{\sqrt{r}}{r} a = \sqrt{r} K \quad K = \frac{a}{r}$$



**دفتر فرهنگی دانشکده مواد و متالورژی**

مجموعه اصلی ① اصل درای رسم با → باید از روشی مخالف استفاده کنیم  
 ② اگر نتوانیم پس اگر جهت ③ را در دایره یا مربع کنیم  
 ④ با توجه به جهت ⑤ و ⑥ و ⑦ حرکت می کنیم نه ⑧





از ترکیب دو پایایی و سه پایایی یک پایایی می آید

نماذجي لدرای بر خود نماذجي نمودار است = و چون هدف و گشت هدف بر تمام است او خود نماذجي و هدف و گشت (در ۴۴)

کمر اسٹریٹ - ایگائیٹڈ سٹریٹس سے تیار کیا گیا ہے۔ E-mobile

اگر آری ① ۲۵ ۱۵۰ یا ۱۵۰ آری ② ۱۵۰ یا ۱۵۰ ۴۴ بنابر این دو بار یک بار دیگر بنابر این شواهد

انتهی دارم ← درک می کنند ← از روی لازم برای حکمت نایبی (۳) زیارت است

حقیقتاً ناگاہاً ہرگز کشتہ نہیں ہوتا مارہا تو ہے خود قدر نہیں ہر ایک میں خود

درجه درجه 10mm ~ 5mm ابتدا از 20K استفاده کنیم ضخامت 2mm کاغذ برپایه در باغ با است 20K استفاده میکنیم 1mm کاغذ برپایه صحن کاغذی شود ناگهان آفتاب 3 در کار می کند

دفتر فرهنگی دانشکده مواد و متالورژی

در این بازی می‌توانید واکت کنید اما می‌تواند  $\text{Clime}$  کند اگر خط و هم از صفحه کم تراکم

خارجی نمود و به صفی ای دیگر به صورت Random درج در آن است. این climate آثار آنست



۱۔ اگر ناخوشیوں، ناگیاں، رنج و غصہ، ناگیاں، ابد و ناگیاں، جو بہ کثرت

کتابخانه مرکزی دانشگاه آزاد اسلامی  
P4PCO



روز و حلولی کے لیے سود و خراج عیسائیوں کے لیے

۱۱ خط داشتند و با خود

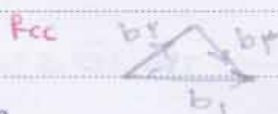
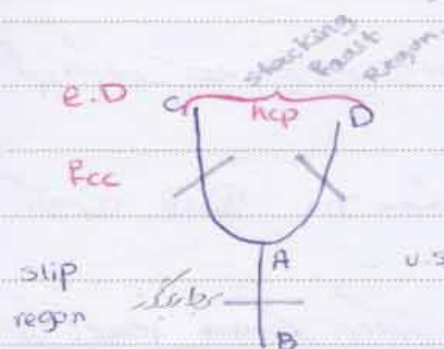
این نامه را به دست تقدیر بستم و در  
پایه خود گذاشتم و از آن روز

یک چوبه از این را ۲۰ گرم و روغن کرکسی ۱۰۰ گرم و روغن صندل ۵۰ گرم

ایسی فصل کہ سال کے شروع میں آئے اور پھر کارائی میں آئے کہ علی سورج میں کہ

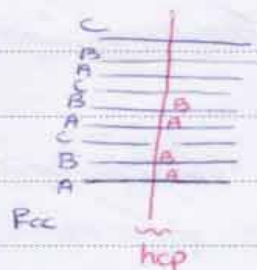
Climate: نیمه کوهستانی است زمستان سرد

Tue 13 88, 2, 29



AB کا اصل ہی کہ خیرہ شہادت

اگرچه الجائی تحریر سورہ النفاک جی قدس سرہ سے منسلق (وفا جاسی) منسلق ہے



اريد ان اكتب لك بعض الاشياء التي اجد

ہیج رتہ دینے کا نام BCC تھیں جن کو باکس میں رکھا گیا  
Atomic packing factor و coordination number

دانند. چون اگر عزیزان ما به پوسته بیرون از حبه و حبای با interface جد و جدی شود.

AB perfect dis

AD } partian dis  
AC }

صفت تجزیه شده در stack و اینکه این است

(فجور على صنف ذي صفی (III)  $\rightarrow$  FCC)

دفتر فرهنگی دانشکده مواد و متالورژی

به منطقه بین دو dis تجزیه شده extended dis (ناحیه‌ی توسعه یافته) این dis خود دارای یک جری‌ریزی می‌باشد



آن در یک جهت حرکت می‌کند. به عبارت دیگر، خاصیت این روایت می‌ماند. تعداد صفحات می‌باشد

توضیح می‌کند. هر segment یک segment بود و حرکت می‌کند

### دفتر فرهنگی دانشگاه مواد و متالورژی

shockly p. D.



صفحه خاص یک جهت

پرتو کیم

{111} یک جهت یک جهت در یک جهت {111} صفحه‌ای

به یک جهت که این جهت را داشته باشد

{111} {111} جهت خاص جهت خاص

برای این  $b_1, b_2$   $140^\circ$  است. جهت مستطی 111 صلاص

این دو ناحیه‌ی خزشی معمولاً در حالت تعادل با هم می‌کنند. (semi equilibrium)

عیب انباشته‌ی بین دو ناحیه‌ی خزشی دارای انرژی است. معادله‌ی انرژی به این عیب انباشته‌ی بین دو ناحیه‌ی خزشی

این عیب انباشته‌ی بین دو ناحیه‌ی خزشی دارای انرژی است. معادله‌ی انرژی به این عیب انباشته‌ی بین دو ناحیه‌ی خزشی

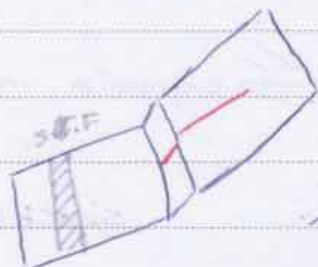
خاص (111) به صورت یک واحد ایلی حرکت می‌کند و تعداد حفره‌ی در منطقه از نقطه‌ی تعادل انرژی حفظ می‌کند. به این

در این حرکت ثابت است و به همین دلیل ناحیه‌ی می‌تواند به این جهت از تعادل با هم می‌کنند (تغییر می‌کند)



توربین برقی (cross ship) (هند)

اگر کسی فرقی درک می‌نماید یا آن‌ها را می‌تواند درک کند، این به ناطق بستگی دارد و تغییر می‌تواند ۴



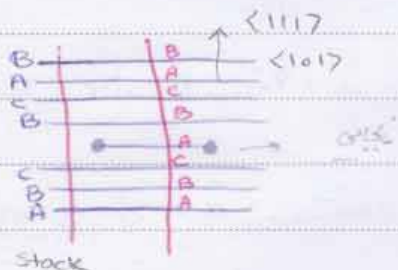
cross slip نمی کند. مگر در جایی که ترکش شود این دو حالت ترکیب از هم می آید

پیچید کند این اتفاق می افتد - اگر اندکی بزرگتر 60 60 می تواند تغییر سطح باشد

نالیجی میں یہ اس قدر آگے بڑھتا ہے کہ اس کے ذریعہ دیکھ کر یہ سمجھ سکتے ہیں کہ اس وقت زمین پر کون سا ماحول ہے اور اس کے ذریعہ اس کے اندر کی حالت بھی دیکھ سکتے ہیں۔

(موج فوارہ دار - موج min) کی طرف سے اس اتفاق سے (معد)

نامی سے دی جائے بہ کہنے دی رنگری میں تو اس کے stacking  
 dis  
 Rec  
 Frank  
 3


$$\rho \frac{a}{r} [III]$$

partion des  
des

$$\vec{U} \cdot \vec{\omega} = \frac{a}{r} \quad (iii)$$

فرید

inte

دفتر فرهنگی دانشکده مواد و متالورژی

دقت کنید که سردار بزرگوار این را با کسی بر نهد مگر کسی عیب انسانیت را محسوس دارد



حق تعالیٰ باید روی صفی عجب انبیا علی اتفاق بقیة و عطا کرد جمع بر این صفی عجم است می توان نصیحت کرد  
علی تعالیٰ اتفاق می آید

بہ طور کلی ماپی کی حرکتی ذرات جو ازواج شکر جیہ ازواج فزیک کہہ سکتے ہیں ان کے توسط سے تو کتب حرکت کنند بہ الہ



ناجایزی سیل میگویند. (sessile dis) یک dis سیل نیز می‌تواند بر سیل عمل بقدر امکان

یخ‌های خالی آبی اجزای یک سیم انباشته می‌باشد و حرکت کند (در سیم  $\text{time}$  حرکت کند) از طریق دیگر

عمل در بقدر (در حرارت بالا است و بطور قاطع می‌توان گفت این ناجایزی در در حرارت پایین حرکت نمی‌کند.

dis سی که عمل لغزش (slip, glide) در روی صفحه لغزش می‌دهد (در حرکت کند، کامل)

**دفتر فرهنگی دانشگاه مواد و متالورژی**

سیل سی که لغزش می‌کند (Glide)

در سی سیل در سیم  $\text{fcc}$  به سیم عمل لغزش ناجایزی در محل تقاطع صفحات لغزش (در صفحه (111) رخ می‌دهد)

ایجاد کرد. (لغزش را به سیم تبدیل کنیم) ماهیت dis تغییر می‌کند ماهیت glide در  $\text{time}$

می‌کند. ناجایزی سیل که به این طریق ایجاد می‌شود تحت عنوان لغزشی  $\text{Lomer - Cottrell}$  می‌باشد

می‌شود. این لغزش  $\text{Lomer - Cottrell}$  با صفحات دراز

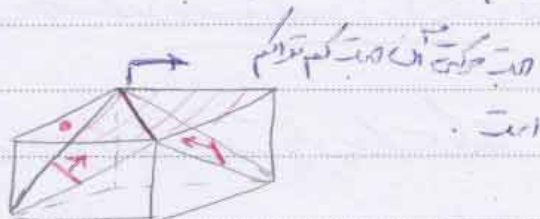
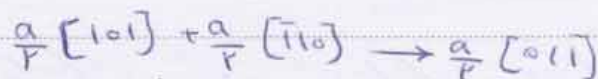
اما اگر محل تابع لغزش این دو صفحات است

در ناجایزی کامل در تقاطع می‌گیرد

$$b_1 = \frac{a}{r} [110] \quad b_2 = \frac{a}{r} [101]$$

که این دو دو صفحه خاص (111) و صفحه (111) می‌باشد و در آنجا هیچ حرکت نمی‌کند و این دو محل تقاطع دو صفحه

موازی باشند

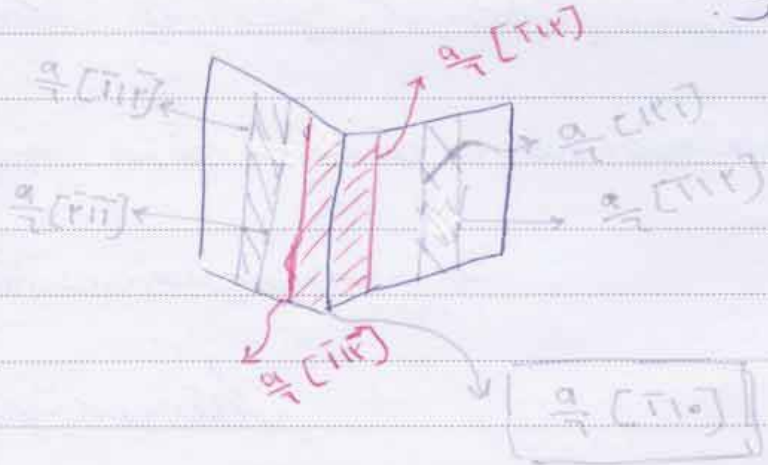
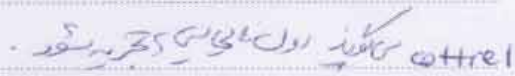


دفتر فرهنگی دانشکده مواد و متالورژی

الحاجی حبیب مولای خطاط جامع درصفت توش درصفت (۱۰۰) قرآن و تفسیر آن با حاشیه در ۱۰۰ جلد (۱۰۰ جلد)

راصف می کند با حرکتی که حرکت در (۱۰۰) است که glide این حرکت است

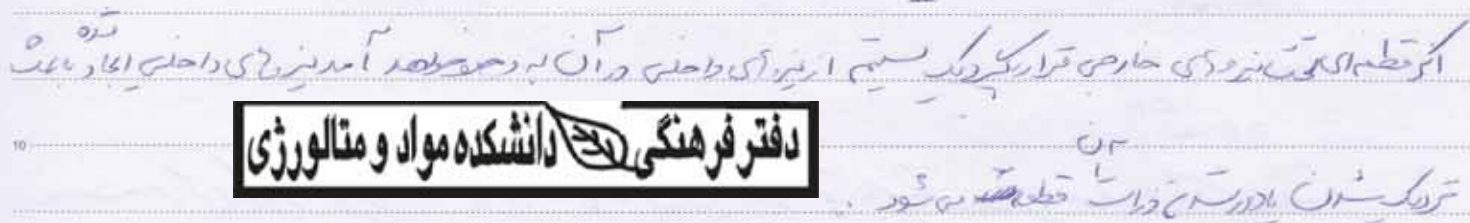
سورۃ النور ۱۵



$$\frac{a}{7} [\bar{1}1\bar{1}] + \frac{a}{7} [\bar{1}10] + \frac{a}{7} [\bar{1}1\bar{1}]$$

$$\frac{K \times 10^4}{K^2} > \frac{K^2}{K^2}$$





اگر حالت تعادل باشد برآیند نیروهای خارجی از مرکز ثقل آن صفر شود.

اگر این قطعه را به دست قتیچ کنی نزدی خانجیکه او کی آید بدو شنه قطعه بد آن طرف قطعه انتقال می یابد و این قطعه

در حالت معادل باشد به صورت  $\text{نظم II}$  بر روی  $\mathcal{H}$  را در نظر بگیرید  $R$  توسط  $\mathcal{H}$  یک فضای ریاضی

یوں راستہ بن دلائل سے  $R$  اس صورت  $F_n$  (نیروں)  $F_t$  (Shear force) ربط کرتے

اگر سطح بریں A، B، C کے لیے برقی اور مغناطیسی امواج (دو طرح کے درجہ)  $\frac{F_n}{A}$ ،  $\frac{F_t}{A}$

داران مقاصد در سطح محو لا بطور کلی حاجت نیست و در سطح استیلا<sup>۲</sup> نیز در سطح تطهیر مطلوب

است. (خطوط شش و هفتم و هشتم) قطع این سری ۱۶۰ قطعه ای تفهیم می باشد. <sup>۸</sup> در دو دهم می باشد.

نیز از معادله  $\frac{1}{\sigma} = \frac{1}{\sigma_0} + \frac{1}{\sigma_1}$  و  $\frac{1}{\sigma} = \frac{1}{\sigma_0} + \frac{1}{\sigma_1}$  داریم

$$\sigma = \lim_{\Delta A \rightarrow 0} \frac{\Delta F_n}{\Delta A}$$

$$\tau = \lim_{\Delta A \rightarrow 0} \frac{\Delta F_t}{\Delta A}$$



مستند درستی که به عنوان سند معتبر داد

دفتر فرهنگی دانشکده مواد و متالورژی

در حالت خاص که  $F_n$  و  $F_t$  در سطح کنفرانس باشد در این صورت 2 توان نوشت

$$\tau = \frac{F_Q}{A} \rightarrow \tan$$

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

normal tensile force  $\rightarrow$  
 tensile force  $\rightarrow$  

نیز در این نمودار سطح محدودی عدل حرالتی در آب قطع از یکدیگر میسر هستند و جایی که عدل حرالتی از یکدیگر قطع می شود، در آنجا نمودار فشاری بر سطح عدل

ترکیب ذرات - لیزر سبز - (رشته تصدیق) - علامت - صمغ ایچا خاص

→  $\rho = 6 \text{ gr/cm}^3$  →  $\rho = 6 \text{ gr/cm}^3$

نبرد کربلا در روز ششم است این نبرد در شب نهم است

psi    pound per square inch

$$\text{MNm}^{-2} = \text{MPa} *$$

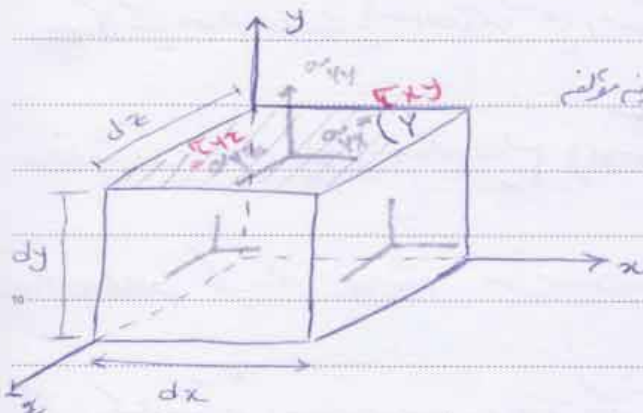
۲۰- مؤلف کی سب سے stressed component یہ طور پر کہ نظم دریدہ ہوا ہے نہ صورت میں نہ لے مے میں محفوظ ہے



ثلاثی محوری تنش (Triaxial Stress) روی این صورت بیان می‌گردد. این حالت که معمولاً تحت عنوان

نامیده می‌شود، معمولاً این سه صفت را به هم می‌زنند و به آن  $\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z$  و تنش‌ها را  $x, y, z$  می‌نامند.

در مهندسی تنش‌ها را به صورت یک حجم (Volume) در نظر می‌گیرند. این یک باره‌ای را که تحت تنش است نامیده می‌شود.



این حجم به شکل یک مکعب در نظر گرفته می‌شود که یک نقطه در تمام محورها را نشان می‌دهد.

نیاز داریم (که بدون آن) اگر سازه را در حالت پایداری داشته باشیم.

می‌توانیم حای این تنش‌ها را به صورت  $\sigma_{xy} = \sigma_{yx}$  بیان کنیم.

برای تعیین وضعیت تنش در یک نقطه باید ۳ مؤلفه  $\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z$  و ۶ مؤلفه  $\tau_{xy}, \tau_{yx}, \tau_{yz}, \tau_{zy}, \tau_{zx}, \tau_{xz}$  داشته باشیم.

۱. باید برآیند این مؤلفه‌ها را در یک نقطه مشخص (مثلاً در یک نقطه) داشته باشیم. (در این صورت)

**دفتر فرهنگی دانشگاه مواد و متالورژی**

مؤلفه تنش  $\sigma_x$  در این صورت

۲. در این صورت مؤلفه  $\tau_{xy}$  را می‌توانیم به صورت

۳. مؤلفه  $\tau_{xy}$  را می‌توانیم به صورت

(در این صورت) می‌توانیم به صورت

۴. باید بدانیم که این تنش‌ها را در یک نقطه مشخص (مثلاً در یک نقطه) داشته باشیم.

۵. **Triaxial Stress** استفاده می‌شود. تنش‌ها را می‌توانیم به صورت  $\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z$  بیان کنیم.

(تئوری الاستیسیته دینامیک)

اگر مقدار تنش در یک جهت مشخص متناهی و در جهت دیگر صفر باشد.

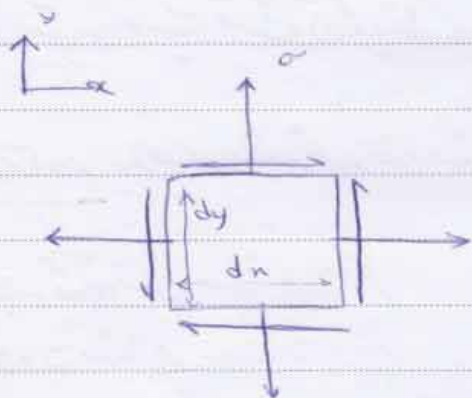
$$\sigma_x = \sigma_y = \sigma_z = 0$$

اگر یک جسم در معرض بارهای کششی و فشاری در یک جهت آن صفر و در جهت دیگر آن صفر نباشد.

موقعیت آن جسم باید به گونه‌ای باشد که تنش در یک جهت صفر باشد.  $\text{Triaxial} \rightarrow \text{by axial (plane stress)}$

plane stress یک مؤلفه تنش است. تنش باید در یک جهت صفر باشد.

اگر در یک جهت تنش عمود بر سطح و در جهت دیگر تنش عمود بر سطح و در جهت دیگر تنش عمود بر سطح.



دفتر فرهنگی دانشکده مواد و متالورژی

اگر در یک جهت تنش در یک جهت صفر باشد و در جهت دیگر تنش در یک جهت صفر باشد.

این مسئله باید در نظر داشته باشیم که این تنش مؤلفه‌ای است که از دو نقطه

عبور می‌کند که این تنش در یک جهت صفر باشد و در جهت دیگر تنش در یک جهت صفر باشد.

و باید در نظر داشته باشیم که این تنش مؤلفه‌ای است که از دو نقطه عبور می‌کند که این تنش در یک جهت صفر باشد و در جهت دیگر تنش در یک جهت صفر باشد.

طبق تعریف نیروی عمود بر سطح است از مقدار تنش ضرب در مساحت که نیرو بر آن وارد شود.  $\tau_{xy} = \tau_{yx}$  برای اشیاء صلبیت صلبه برابر است.

تا آنجا که در حل مسأله که از یک نقطه خاص گرفته است رابطه زیر بدست می‌آید.



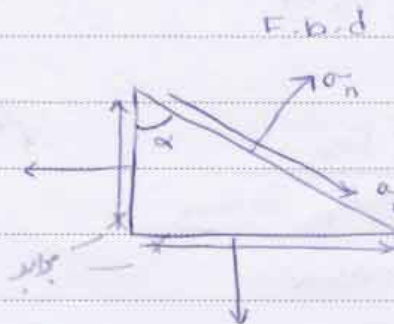
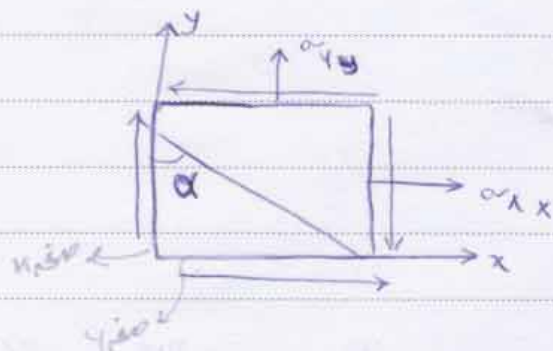
$$-\tau_{xy} (h \cdot dy) dx - \tau_{yx} (h \cdot dx) dy = 0$$

برای تعادل

$$\tau_{xy} = \tau_{yx}$$

دفتر فرهنگی دانشکده مواد و متالورژی

بسیار خوب است که تست‌های اضافی را بر روی صفحات مورد بررسی



Free body diagram

max, min stress  $\sigma_I, \sigma_{II}$ 

Principle stress

نمودار  $\sigma_n$  و  $\sigma_t$  را می‌توانیم به صورت یک گراف  $\sigma_{max}$  و  $\sigma_{min}$  رسم کنیم

تست‌های عمودی و افقی بر روی صفحه مورد بررسی هم می‌توانیم انجام دهیم و  $\sigma_{max}$  و  $\sigma_{min}$  را پیدا می‌کنیم اگر

آن دو جهت  $\sigma_{max}$  و  $\sigma_{min}$  را پیدا می‌کنیم و آن‌ها را به صورت  $\sigma_I$  و  $\sigma_{II}$  می‌نویسیم.  $\sigma_I$  و  $\sigma_{II}$   $\sigma_{max}$  و  $\sigma_{min}$  هستند.  $\sigma_I$  و  $\sigma_{II}$   $\sigma_{max}$  و  $\sigma_{min}$  هستند.

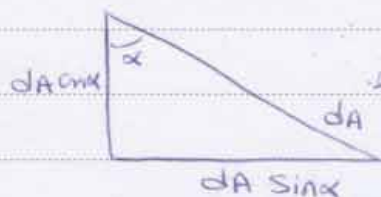
عمودی به صورت زیر است:

تست‌های عمودی + اگر چنانچه  $\sigma_{max}$  در آن مدخل می‌گردد و متوجه شدیم که  $\sigma_{max}$  در آن جهت است.

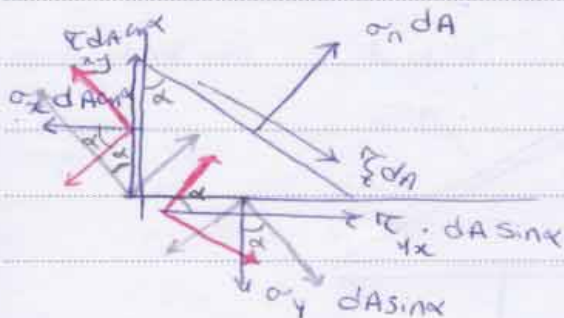
اگر  $\sigma_{max}$  باشد + و اگر  $\sigma_{min}$  باشد - بنابراین  $\sigma_I = \sigma_{max}$  و  $\sigma_{II} = \sigma_{min}$  در صفحه و جهت آن

حالتیکه آن تست‌ها را می‌توانیم بر روی آن نمودار کنیم. اگر فرض کنیم که  $\sigma_{max}$  و  $\sigma_{min}$  در آن جهت است.

← دایره‌ای صورت



نیروی مؤثر بر روی سطح را می‌توان به دو اجزای  $dA \cos \alpha$  و  $dA \sin \alpha$  تجزیه کرد.



$$\sigma_n dA - \sigma_{xx} (dA \cos \alpha) \cos \alpha + \tau_{xy} (dA \cos \alpha) \sin \alpha + \tau_{xy} (dA \sin \alpha) \cos \alpha -$$

$$- \sigma_{yy} (dA \sin \alpha) \sin \alpha = 0$$

$$\sigma_n = \sigma_{xx} \cos^2 \alpha + \sigma_{yy} \sin^2 \alpha - 2\tau_{xy} \sin \alpha \cos \alpha$$

$$\sin^2 \alpha = \frac{1 - \cos 2\alpha}{2}$$

$$2 \sin \alpha \cos \alpha = \sin 2\alpha$$

$$\sigma_n = \frac{1}{2} (\sigma_{xx} + \sigma_{yy}) + \frac{1}{2} (\sigma_{xx} - \sigma_{yy}) \cos 2\alpha + \tau_{xy} \sin 2\alpha$$

دفتر فرهنگی دانشکده مواد و متالورژی

میدان آسایش و تفریح

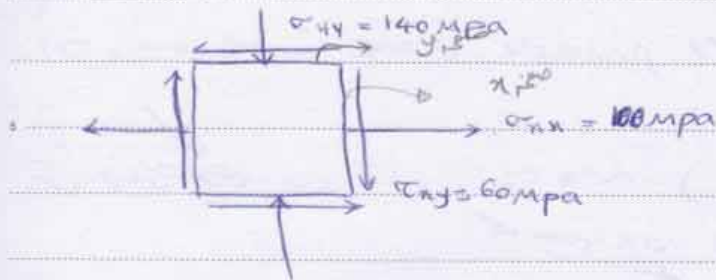
$$-\sigma_t = \tau_t = \frac{1}{2} (\sigma_{xx} - \sigma_{yy}) \sin 2\alpha + \tau_{xy} \cos 2\alpha$$



مثال: تنش‌های اصلی و کمترین و بیشترین تنش (plain stress) در صورتی که حالت تنش

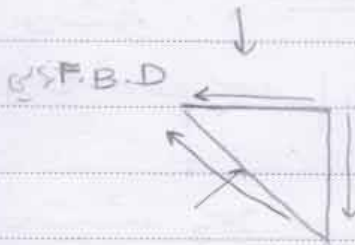
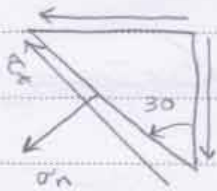
مشخص کنید. مقدار تنش (محوری و برشی) در صورتی که صفحه تحت تنش  $\sigma_{xx}$  و  $\sigma_{yy}$  و  $\tau_{xy}$  را به زاویه  $\alpha$  از

نمایش داده شده است.



$$\sigma_n = -11.97 \text{ MPa}$$

$$\tau_t = 133.92 \text{ MPa}$$



principle stresses and max

تنش‌های اصلی و کمترین و بیشترین تنش.

محالات: جهت‌گیری برای  $\sigma_n$  و  $\sigma_t$  تغییر می‌دهد. orientation می‌دهد که توسط زاویه  $\alpha$

مقتضای تغییر می‌دهد که ثابت است. تنش‌های برشی برای مقدار معینی برای  $\alpha$  می‌تواند برای  $90 + \alpha$

دفتر فرهنگی دانشگاه مواد و متالورژی

min خواهد بود. با این تغییر از مقدار  $\sigma_n$  به  $\sigma_t$

$$\alpha = \tan^{-1} \left( \frac{-\tau_{xy}}{\sigma_{xx} - \sigma_{yy}} \right) \quad (1)$$

$$\alpha = \tan^{-1} \left( \frac{\sigma_{xx} - \sigma_{yy}}{2\tau_{xy}} \right) \quad (2)$$

اگر  $\alpha$  مثبت بگیریم

این دو صفحه صفحات principle plane (صفحات اصلی دوربین) بنام این دو صفحه هستند


$$(\sigma_I, \sigma_{II}) \rightsquigarrow \sigma_n$$

تن ۹ در اصل عبارت از یک شش ۸ که بر روی صفحات اصل و اعمال ۳ شست ۲ در بر روی شش ۱ صفحات اصل

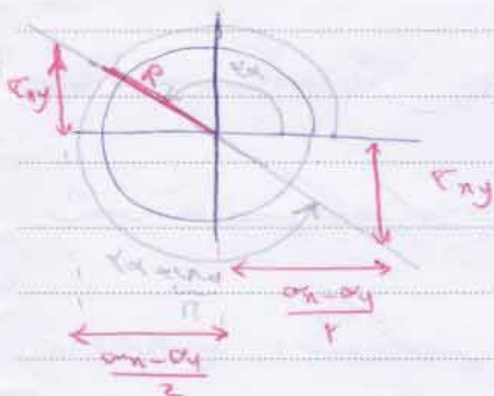
دفتر فرهنگی دانشکده مواد و متالورژی

دارد من شود صغیریت . روی صفات اصلی نوع انسان منقش

\* اگر فرض شود مقدار  $\alpha$  از  $| \psi_2 | > | \psi_4 | > | \psi_n |$  قدر مطلق اندازی اگر این طور بود باید هر چه کوچکتر از این فرض باشد.

(max<sub>n</sub>) Karad / Karad / Karad

در جدول ۱۱۱) تغییرات در بار بارش در سطح آب دریا در اثر این نوسانات جفاف است



$$\tan \alpha = \frac{\tau_{xy}}{-\left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\right)}$$

$$R = \left[ \left( \frac{\sigma_n - \sigma_y}{r} \right)^2 + (\epsilon_{ny} r)^2 \right]^{1/2}$$

محکمہ اعلیٰ تعلیم، حکومت پاکستان

$$\sin Kx = \pm \frac{Tny}{R}$$

$$G_{n|x} = \frac{-}{+} (\sigma_n - \sigma_y)$$



محاسبه تنش‌های عمود بر سطح (σ<sub>n</sub>)

$$\sigma_I = \frac{\sigma_n + \sigma_y}{2} + R = \sigma_A + R$$

$$\sigma_{II} = \frac{\sigma_n + \sigma_y}{2} - R = \sigma_A - R$$

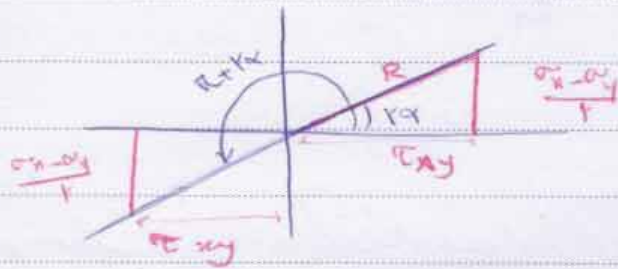
$$\sigma_I + \sigma_{II} = 2\sigma_A$$

$$\sigma_A = \frac{\sigma_I + \sigma_{II}}{2}$$

$$\sigma_I - \sigma_{II} = 2R$$

$$R = \frac{\sigma_I - \sigma_{II}}{2} = \left| \tau_{\max, \min} \right|$$

برای زاویه  $\alpha$  (زاویه تنش عمود بر سطح):  $\alpha = \tan^{-1} \left( \frac{\sigma_n - \sigma_y}{2\tau_{xy}} \right)$



$$\sin \alpha = \pm \frac{\frac{\sigma_n - \sigma_y}{2}}{R}$$

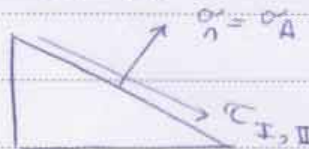
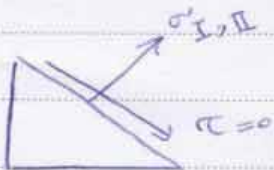
$$\cos \alpha = \pm \frac{\tau_{xy}}{R}$$

اگر  $\sin \alpha$  و  $\cos \alpha$  را در دو طرف قرار دهیم، می‌توانیم تنش‌های عمود بر سطح را بدست آوریم.

$$\tau_I = R$$

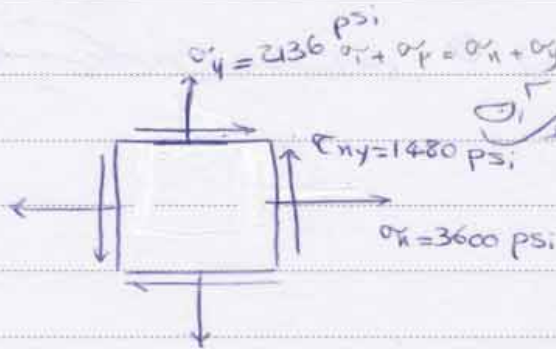
$$\tau_{II} = -R$$

max, min تنش برشی سطح عمود بر سطح (دارای برآیند صاف).  
تنش برشی موازی با تنش عمود بر سطح.



دفتر فرهنگی دانشگاه مواد و متالورژی

اگر زاویه ای را که برای آن  $\sigma_I$  و  $\sigma_{II}$  بدست می‌آیند در نظر بگیریم و آن را  $\alpha$  قرار دهیم، می‌توانیم تنش‌های عمود بر سطح را بدست آوریم.  
زاویه  $\alpha$  برای آن  $\tau_{\max}$  و  $\tau_{\min}$  بدست می‌آیند و آن را  $\alpha$  قرار دهیم، می‌توانیم تنش‌های عمود بر سطح را بدست آوریم.



این شکل یک سیستم تنش در یک پلان استرس (plane stress) را نشان می‌دهد. تنش‌های اصلی در جهت  $\sigma_I$  و  $\sigma_{II}$  و ضرایب تنش در جهت  $\sigma_x$  و  $\sigma_y$  و  $\tau_{xy}$  مشخص شده است.

محور تنش

$\sigma_I = 1217 \text{ psi (tension)}$

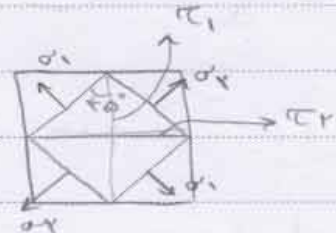
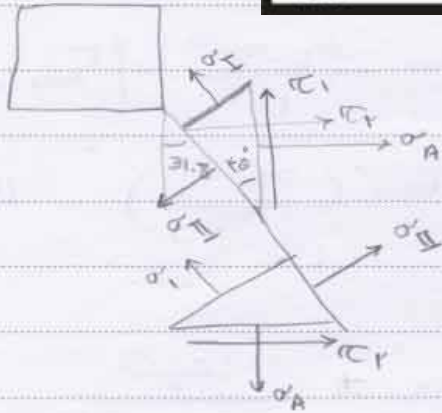
$\sigma_{II} = -1151 \text{ psi}$

$\sigma_{II} = -1151 \text{ psi}$

31.8°

C.C.W

### دفتر فرهنگی دانشگاه مواد و متالورژی

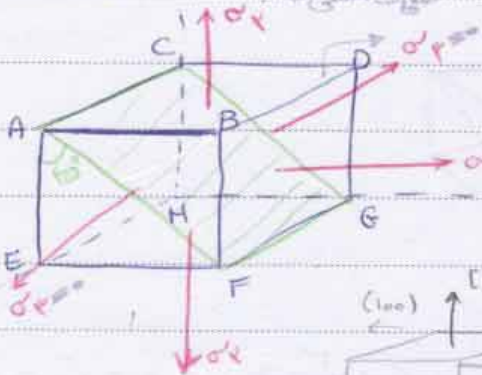


صفحه 15

\* اصلیات: این سیستم تنش در یک پلان استرس (plane stress) را نشان می‌دهد. تنش‌های اصلی در جهت  $\sigma_I$  و  $\sigma_{II}$  و ضرایب تنش در جهت  $\sigma_x$  و  $\sigma_y$  و  $\tau_{xy}$  مشخص شده است.

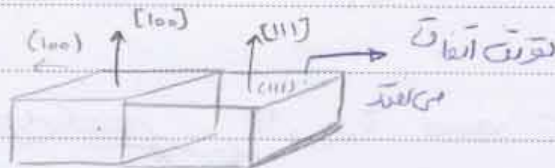


plane stress



نقطه ای در یک جسم که تحت تنش اصلی است

داریم سورهش تنش صاف است



اگر  $\sigma_3 = 0$  plane stress را می‌گویند. اگر تنش در جهت  $\sigma_3$  وجود داشته باشد، سه وجه در جهت

کنش خواهیم داشت. هر وجهی سه وجه principle stress و تنش در جهت  $\sigma_3$  وجود داشته باشد.

اکنون این صفحه‌ها را که max تنش در آن اعمال شود. عامل حرکت تنش در جهت  $\sigma_3$  و ACFG دارد

میشود: max تنش در آن اعمال شود و صفحه ACFG طور این باشد که صفحه  $\sigma_3$  را

در این صورت حرکت ندارد

تدریجاً مطلق ندارد

طبق تکرار  $\sigma_1 > \sigma_2 > \sigma_3$  اگر  $\sigma_3 = 0$  یعنی  $\sigma_3$  به  $\sigma_1$  مثبت است. + کشش - فشار

دفتر فرهنگی دانشگاه مواد و متالورژی

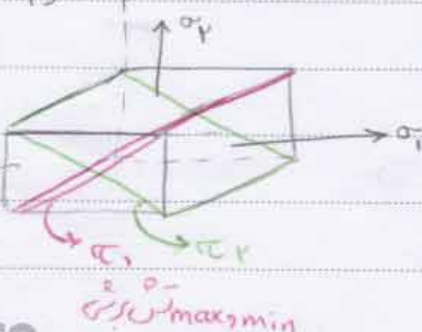
فقط اعمال می‌کند  $\sigma_1$  و  $\sigma_2$

برش را روی صفحه  $\sigma_3$  انجام می‌دهیم که تنش عمودی اصلی هم آن دارد

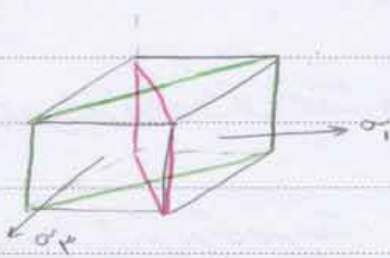
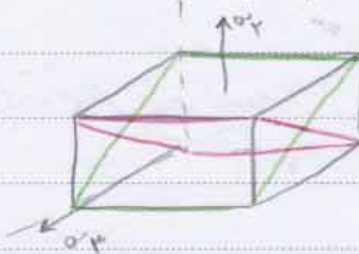
ABEF

می‌شود

محصول دنیا FBD در یک سازه



P4PCO

$\sigma_1, \sigma_2$ صفحه برش برای  $\sigma_1$  و  $\sigma_2$  $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ 

دایره دیکامر F.B.D. برای آوری یکی برای  $\tau_{max}$  و  $\tau_{min}$   $\leftarrow$   $\tau_{max}$  طریق از این نیز؟

$\tau_{max}$  تر است آورده و همچنین از این  $\tau_{min}$  برای  $\tau_{min}$  تر است.

### دفتر فرهنگی دانشگاه مواد و متالورژی

محور است که در این

 $\sigma_x, \sigma_y$   
 $\tau_{xy}$ 
 $\rightarrow \sigma_I, \sigma_{II}$   
 $\tau_{I}, \tau_{II}$ 

حالتی بگویم

$$\tau_{I,II} = \frac{\sigma_I - \sigma_{II}}{2}$$

$\tau_{max}$

$$\xrightarrow{\sigma_{II}=0} \tau_{I,II} = \frac{\sigma_I}{2}$$

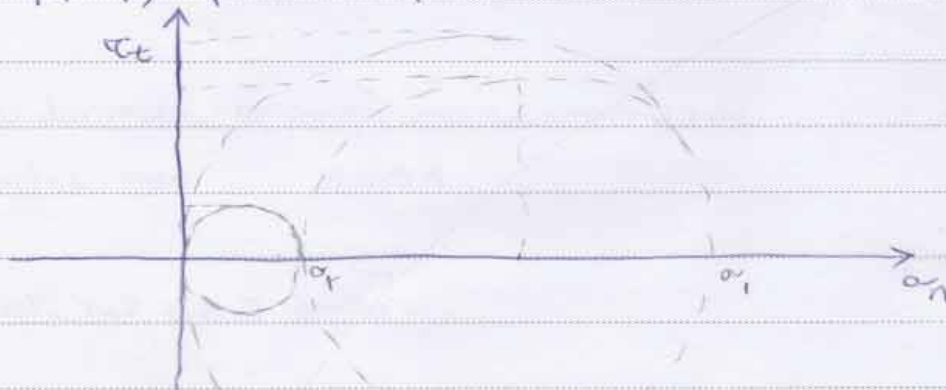
$\tau_{max}$

$$\tau_{max} = \frac{\sigma_I - \sigma_{II}}{2}$$

$$\tau_{max} = \frac{\sigma_{II} - \sigma_{III}}{2}$$

$$\tau_{max} = \frac{\sigma_{III} - \sigma_I}{2}$$

88, 3, 19

 $\sigma_1 > \sigma_2 > \sigma_3$  $\sigma_3 = 0$ 

دایره مور (است)



نصاب درجہ اولیٰ الف مشیخ محمد شمس الدین علی وریضی صاحب مدظلہ العالی ۴۰

 $\sigma_n = 90 \text{ MPa}$ 

min, max, interior, exterior, boundary,  $\partial D$ ,  $\text{int } D$ ,  $\text{ext } D$ ,  $\text{bdy } D$

نشیء کریم (ج) مقدار ۱۰۰ ملین لیٹر میں ۱۰۰ گرام

دفتر فرهنگی دانشکده مواد و متالورژی

تغییر شکل (distortion) و تغییر ابعاد هندسی



(ابعاد اولیه تغییر نمی کند و زاویه افتاد)

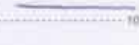
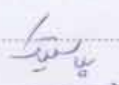
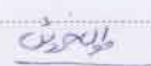
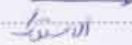
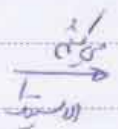
(deformation)

تغییر می کند distortion

دفتر فرهنگی دانشکده مواد و متالورژی

اگر ابعاد هم تغییر کنند  $deformation$  می گویند

چرا و شکل قدری در کشش می کشد. هیچ ابعاد اولیه تغییر نمی کند.



distortion در حالت

deformation در این جا در حالت یکسان

متغیر تغییر شکل است. بنابراین یک این خط با طول و  $deformation$  تغییر می کند. مثلاً اندازه  $\delta$  به طول

اولیه  $L$  اضافه می شود. در این جا  $\delta$  به طول  $L$  برابر با  $\frac{\delta}{L}$  است. اگر طول اولیه یک  $L$  خط یکسان

در نظر گرفته شود که در حالت صفر میل کند به صفر است. این خط  $A, B$  به  $C$  نزدیک می شود این  $A$

$$\epsilon_n = \frac{\delta}{L}$$

$$\epsilon_n = \frac{d\delta}{dL}$$

خطی نام صورت یک نظم در نظر گرفته می شود.

علاوه بر این راه دیگر است یا کشش برش. عکس کشش و در حالت اعمال نیرو اثرش طوری است

ماده صدمه در آن ناپدید می شود. کشش یک ماده غیر الاستیک. در بعضی از مواد بهر حال از آن به عنوان ماده طول

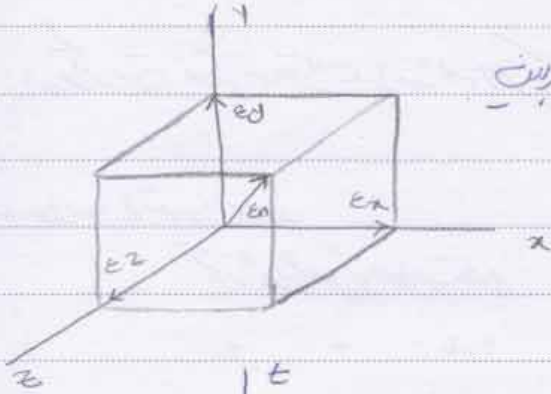
و ماده طول یاد کند چرا که کشش یک مهم ترین ویژگی را ایجاد می کند. معادله کشش خطی به صورت است که اگر کشش در آن کشش



باشد. آنوقت دیکر کریم و اگر در تمام این است. تقویم می کنیم و دیکر تقویم بر صورت خود

حکومت تصحیح کردن خطی این توان به صورت  $\epsilon_2, \epsilon_4, \epsilon_n$  در امتداد محور  $x, y, z$  بود که

مکعب که با آن شد که  $\epsilon_2, \epsilon_4, \epsilon_n$  در امتداد محور  $x, y, z$  بود که



که تغییر از این منظره  $\epsilon_2, \epsilon_4, \epsilon_n$  خطی است. این به صورت  $\epsilon_2, \epsilon_4, \epsilon_n$  در امتداد محور  $x, y, z$  بود که

مثلاً تغییر در این منظره  $\epsilon_2, \epsilon_4, \epsilon_n$  خطی است. این به صورت  $\epsilon_2, \epsilon_4, \epsilon_n$  در امتداد محور  $x, y, z$  بود که

$$\epsilon_{nt} = -\epsilon_{tn}$$

دفتر فرهنگی دانشکده مواد و متالورژی

این تغییر از این منظره  $\epsilon_2, \epsilon_4, \epsilon_n$  خطی است. این به صورت  $\epsilon_2, \epsilon_4, \epsilon_n$  در امتداد محور  $x, y, z$  بود که

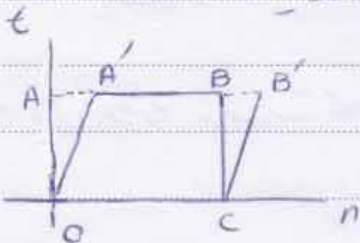
عبارت از این کریم  $\epsilon_2, \epsilon_4, \epsilon_n$  خطی است. این به صورت  $\epsilon_2, \epsilon_4, \epsilon_n$  در امتداد محور  $x, y, z$  بود که

این تغییر از این منظره  $\epsilon_2, \epsilon_4, \epsilon_n$  خطی است. این به صورت  $\epsilon_2, \epsilon_4, \epsilon_n$  در امتداد محور  $x, y, z$  بود که

خط  $\epsilon_2, \epsilon_4, \epsilon_n$  خطی است. این به صورت  $\epsilon_2, \epsilon_4, \epsilon_n$  در امتداد محور  $x, y, z$  بود که

که  $\epsilon_{nt} < 0$  و  $\epsilon_{tn} > 0$  است. این به صورت  $\epsilon_2, \epsilon_4, \epsilon_n$  در امتداد محور  $x, y, z$  بود که

و  $\epsilon_{nt} > 0$  و  $\epsilon_{tn} < 0$  است. این به صورت  $\epsilon_2, \epsilon_4, \epsilon_n$  در امتداد محور  $x, y, z$  بود که



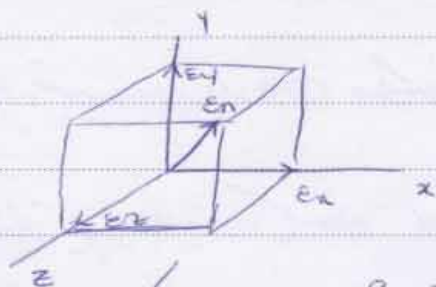
این مستطیل عبارت از تغییر در این منظره  $\epsilon_2, \epsilon_4, \epsilon_n$  خطی است. این به صورت  $\epsilon_2, \epsilon_4, \epsilon_n$  در امتداد محور  $x, y, z$  بود که

مقدار اعلاج سيحفظ on, ot, ab, as, اس (سيفس) كذا. (سيفس) كذا, اس (سيفس) كذا

$$\delta_{nt} = \tan \delta_{nt} = \frac{AA'}{OA}$$

$$\tan \delta = \frac{\gamma}{nt}$$

ماہر لکھنؤ لفظ من و تالیف ج ۱ صفحہ ۱۸۱ کرشن پرش مشہور کہنے کہ الف سن سن کرشن پرش ماہر لکھنؤ لفظ



سورۃ النور

$\delta_{xy} = -\delta_{yx}$        $y, x$  " " "  
 $\delta_{yz} = -\delta_{zy}$        $y, z$  " " "  
 $\delta_{zx} = -\delta_{xz}$        $x, z$  " " "

مذکورہ پر راجہ صاحب

de formation

و اعوجاج می شود

دفتر فرهنگی دانشکده مواد و متالورژی

(تیسرا سہ ماہی کے بارے میں کہیں)

آنانز کش و شراک plain strain  
ضخمت که قطعات تحت تاثير تنش عمودی قرار میگیرند متحول گشتن محور دقت طولی normal longit Strain

نرم و چسبیده تحمل کرنش به مقدار زیاد در حالت کم کرنش و تنش و کرنش (normal transfers)   
 ↑ strain

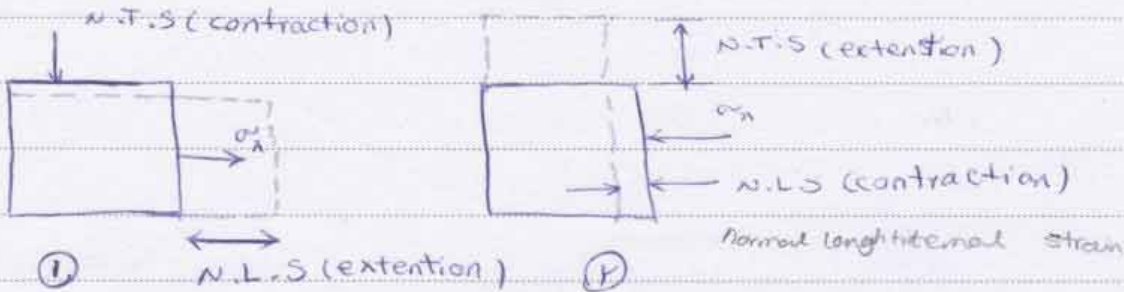


۵- اگر کسی به صورت گسسته ۵۰ بار تمرین بخورد به صورت انفرادی طول extention

وگرتن عضوی خاص در صورت کاهش طول contraction ~~در~~ <sup>در</sup> ~~عضو~~ <sup>عضو</sup> ~~بنا~~ <sup>بنا</sup> ~~است~~ <sup>است</sup> ~~که~~ <sup>که</sup> ~~در~~ <sup>در</sup> ~~آن~~ <sup>آن</sup> ~~عضو~~ <sup>عضو</sup> ~~کاهش~~ <sup>کاهش</sup> ~~طول~~ <sup>طول</sup> ~~می~~ <sup>می</sup> ~~یابد~~ <sup>یابد</sup>



فشار  $\sigma_n$  و کشش  $\epsilon_n$  در یک نقطه تحت فشار و کشش. مقدار  $\sigma_n$  و  $\epsilon_n$  در یک نقطه تحت فشار و کشش.



۱) کشش در امتداد محور

۲) کشش در امتداد محور

۱) کشش در امتداد محور  $\epsilon_n$  و ۲) کشش در امتداد محور  $\epsilon_n$  در یک نقطه تحت فشار و کشش.

۱) کشش در امتداد محور  $\epsilon_n$  و ۲) کشش در امتداد محور  $\epsilon_n$  در یک نقطه تحت فشار و کشش.

۱) کشش در امتداد محور  $\epsilon_n$  و ۲) کشش در امتداد محور  $\epsilon_n$  در یک نقطه تحت فشار و کشش.

۱) کشش در امتداد محور  $\epsilon_n$  و ۲) کشش در امتداد محور  $\epsilon_n$  در یک نقطه تحت فشار و کشش.

۱) کشش در امتداد محور  $\epsilon_n$  و ۲) کشش در امتداد محور  $\epsilon_n$  در یک نقطه تحت فشار و کشش.

۱) کشش در امتداد محور  $\epsilon_n$  و ۲) کشش در امتداد محور  $\epsilon_n$  در یک نقطه تحت فشار و کشش.

دفتر فرهنگی دانشکده مواد و متالورژی

plane strain

Subject:

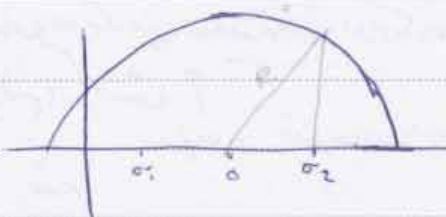
Year:      Month:      Date:      ( )

دفتر فرهنگی دانشکده مواد و متالورژی

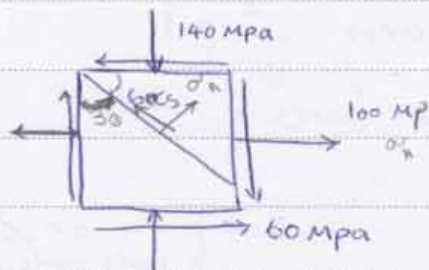




$$R = \frac{|\sigma_x - \sigma_y|}{2}$$



$$R = \frac{1}{2} \sqrt{(\sigma_x - \sigma_y)^2 + 4\tau_{xy}^2}$$



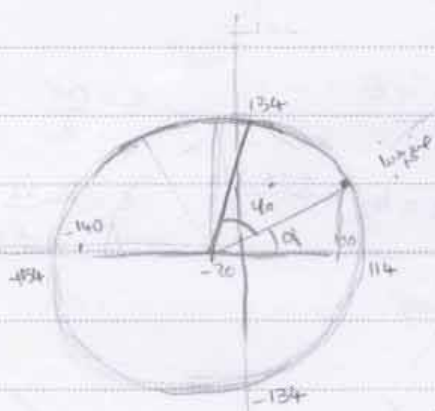
$$\sigma_n = \frac{1}{2} (\sigma_x + \sigma_y) + \frac{1}{2} (\sigma_x - \sigma_y) \cos 2\theta + \tau_{xy} \sin 2\theta$$

$$-\tau_s = \frac{1}{2} (\sigma_x - \sigma_y) \sin 2\theta - \tau_{xy} \cos 2\theta$$

$$\left( \frac{1}{2} (\sigma_x + \sigma_y), 10 \right) = (-20, 0)$$

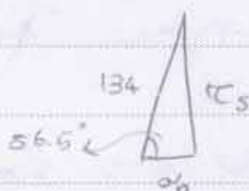
$$\tau_s = \frac{1}{2} (-40) = -20 \text{ MPa}$$

$$R = \frac{1}{2} \sqrt{(100 + 140)^2 + 4(60)^2} = 134$$



$$\tan \alpha = \frac{90}{180} = \frac{1}{2}$$

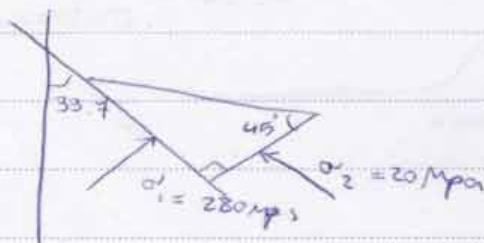
$$\alpha = 24.04^\circ$$



$$\tau_s = 134 \text{ MPa}$$

$$\sigma_n = 11.97 \text{ MPa}$$

۱. مثال: تنش کجایی و max و min تنش را در صفحه  $34.17^\circ$  پاریت آورید.



دفتر فرهنگی دانشکده مواد و متالورژی

۲. مثال: ثابت کشیدگی  $\epsilon = \frac{\Delta L}{L_0}$  و  $\sigma = \frac{F}{A_0}$  است.

۳. مثال:  $\sigma_y = 20 \text{ MPa}$ ,  $\Delta T = 20^\circ \text{C}$ ,  $\alpha = 2 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ \text{C}^{-1}$ ,  $E = 100 \text{ GPa}$ ,  $\sigma = ?$ ,  $S = ?$



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

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

$$\epsilon_T = \epsilon_1 + \epsilon_2 + \epsilon_3 + \dots$$

$$\epsilon = \ln\left(\frac{l_1}{l_r}\right)$$

با بداند اگر کشش و منقبضی به هم تغییر تبدیل شود

$$\epsilon_T \neq \epsilon_1 + \epsilon_2 + \epsilon_3 + \dots$$

$$UTS \rightarrow \frac{d\sigma}{d\epsilon} = \sigma_{UTS} \quad , \quad \frac{ds}{de} = 0$$

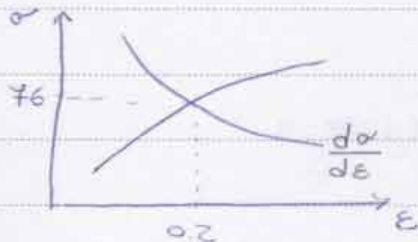


$$\sigma = K \epsilon^n$$

$$n = \frac{\log \sigma}{\log \epsilon} \quad \text{و } n < 0.5$$

$$K = \frac{\sigma}{\epsilon^n}$$

$$\frac{d\sigma}{d\epsilon} = K n \epsilon^{n-1} = K \epsilon^n \Rightarrow \epsilon_{UTS} = n$$



$$\frac{d\sigma}{d\epsilon} = \sigma_{UTS}$$

$$\epsilon_{UTS} = 0.2$$

ارغمنی است

$$\epsilon = n$$

$$\sigma = K \epsilon^n \rightarrow 76 = K (0.2)^{0.2} \Rightarrow K = 104.85 \text{ MPa}$$

$$\sigma = 104.85 \epsilon^{(0.2)}$$

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

$$76 = S(1+0.22) \Rightarrow S = 62.24 \text{ MPa}$$

$$\epsilon = \ln(1+e)$$

$$0.2 = \ln(1+e) \Rightarrow e = 0.22$$

$$(1+e=1.22) \rightarrow$$

$$* \quad S < \sigma$$

دفتر فرهنگی دانشکده مواد و متالورژی

$$q = \frac{\Delta A}{A_0} \times 100$$

نسبت کاهش سطح

$$\epsilon = \ln \frac{1}{1-q}$$

$$\epsilon = \ln \frac{l_1}{l_r} = \ln \frac{A_0}{A_1} = 2 \ln \frac{D_2}{D_1} \Rightarrow \text{اگر سطح مقطع استوانه باشد}$$

مثال: تنش در یک قطعه فولاد 29.5٪ چقدر است؟

$$\begin{cases} \epsilon = 0.3 \\ \sigma = 57.511 \text{ MPa} \end{cases} \quad \begin{cases} q_{UTS} = 39.5\% \\ \sigma \text{ at } q = 29.5\% = ? \end{cases}$$

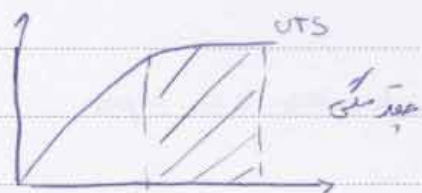
$$\epsilon_{UTS} = \ln \frac{1}{1-q} = \ln \frac{1}{1-\frac{39.5}{100}} = \ln \frac{1}{0.605} = \ln(1.65) = 0.49$$

$$\epsilon_{UTS} = n = 0.49 \quad \sigma = K \epsilon^n \Rightarrow 57.511 = K (0.3)^{0.49}$$

$$\Rightarrow K = 103743.64$$

$$\epsilon = \ln \frac{1}{1-q} = \ln \frac{1}{1-\frac{29.5}{100}} = 0.24$$

$$\sigma = K \epsilon^n \Rightarrow \sigma = 103743.64 \times (0.24)^{0.49} = 61148.9$$



دفتر فرهنگی دانشکده مواد و متالورژی

چون ناحیه الاستیک محدود است، اکثر آزمایشات انجام داده شده با تنش آن به صورت

$$\epsilon_{\text{مقداری}} = \int_{\text{plastic}} \sigma d\epsilon$$

تقریباً کنیم و حجم مدگره از آن به این معنی در نظر بگیریم.

اگر ناحیه الاستیک  
حده کم بود

$$\epsilon_{\text{مقداری}} = \int_0 \sigma d\epsilon$$

اثری جز بهانه در محاسبه پلاستیک در واحد حجم



\* \* در تخریم الاستیک ماندگی بین این بازه پدید می آید. در پیاپی یک حرکت نامرئی دارد.

دوالوئی در ... فصل هستند

$$T = \int_0^{\epsilon_f} k \epsilon^n d\epsilon = \frac{k \epsilon^{n+1}}{n+1} \Big|_0^{\epsilon_f} = \frac{k \epsilon_f^n}{n+1} \epsilon_f \Rightarrow$$

$$T = \frac{\sigma_f}{n+1} \epsilon_f$$

این تئوری است. استاتیکی است و اینجاست که به کمک آن می توانیم ثابت کنیم.

مثال: ( انرژی بر واحد حجم )  $T = ?$   $\epsilon_f = 0.8$   $\sigma_f = 8000 \epsilon^{0.25}$

$$T = \frac{\sigma_f}{n+1} \epsilon_f \quad T = \int_0^{0.8} 8000 \epsilon^{0.25} d\epsilon = \frac{8000 \epsilon^{1.25}}{1.25} \Big|_0^{0.8} = 4842.17 J$$

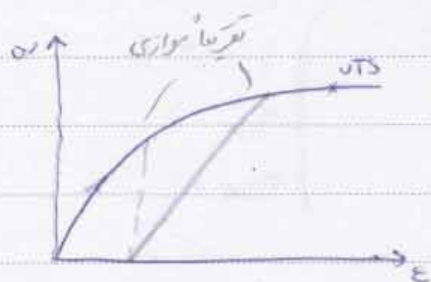
دفتر فرهنگی دانشگاه مواد و متالورژی

$$1. \begin{cases} \epsilon_1 = 0.2 \\ \epsilon_2 = 0.3 \\ \epsilon_3 = 0.4 \\ \epsilon_{Tot} = ? \\ \epsilon_{Tot} = ? \end{cases}$$

$$2. \begin{cases} \epsilon_1 = 0.2 \\ \epsilon_2 = 0.3 \\ \epsilon_3 = 0.4 \\ \epsilon_{Tot} = ? \\ \epsilon_{Tot} = ? \end{cases}$$

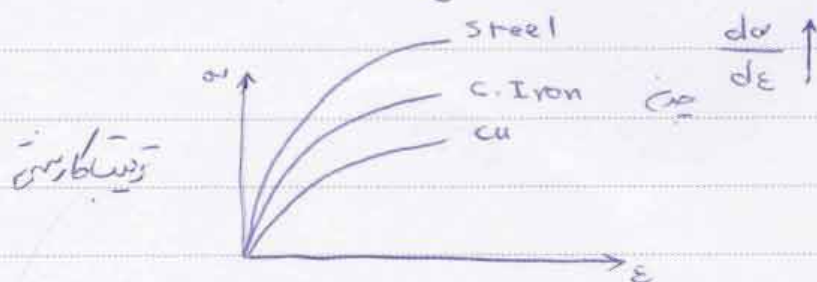
$$3. \begin{cases} q_1 = 20\% \\ q_2 = 30\% \\ q_3 = 40\% \\ \epsilon_{Tot} = ? \\ \epsilon_{Tot} = ? \end{cases}$$

$$1. \epsilon_T = \epsilon_1 + \epsilon_2 + \epsilon_3 = 0.9$$



مقدار  $\sigma_y$  در پهن ثابت است، فقط بعضی در راستای  $\epsilon$  کمی جابجا شده اند.

۱۰ درصد کرنش که در دینامیک کرنش خطی در مولات منطقه الاستیک  
رسم می‌شود.

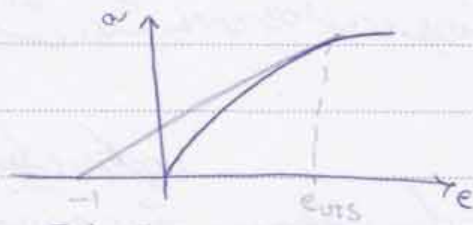


دفتر فرهنگی دانشکده مواد و متالورژی

در نمودار بالا، اگر داده ای که در کارگاه مورد  
؟ در جدول موجود است، خاصیت سطح قطع

$$\epsilon_T = n \ln \frac{1}{1-q}$$

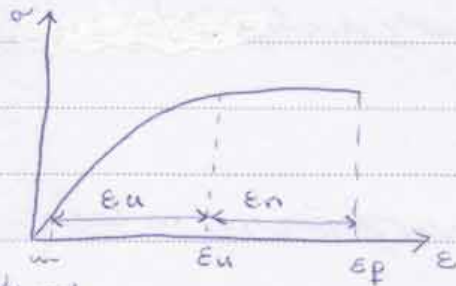




$$\frac{d\sigma}{d\varepsilon} = \frac{\sigma_u}{1 + \varepsilon_u}$$

$$\sigma = B e^m$$

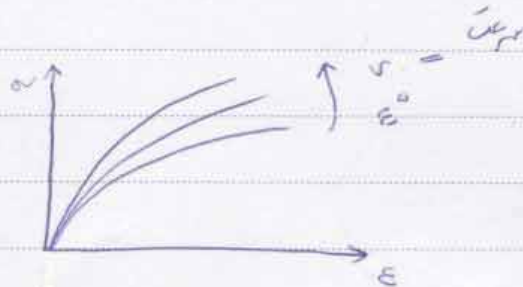
$$B m e^{m-1} = \frac{\sigma_u}{1 + \varepsilon_u} = \frac{B e^m}{1 + \varepsilon_u} \Rightarrow \varepsilon_{UTS} = \frac{m}{1-m}$$



$$\varepsilon_p = \varepsilon_u + \varepsilon_n$$

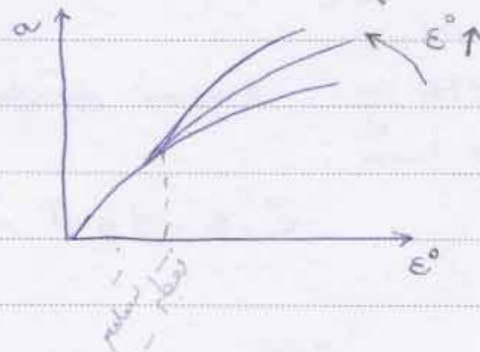
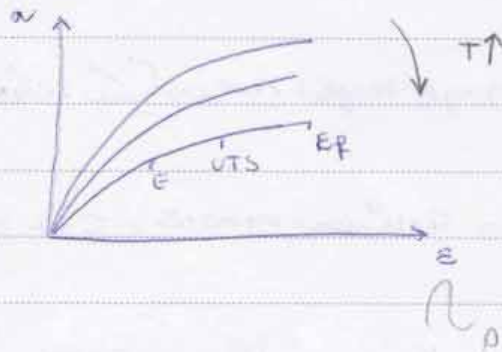
$$\varepsilon_n = \ln \frac{l_f}{l_u}$$

$$\varepsilon_n = \ln \frac{A_u}{A_f}$$



$$\frac{d\varepsilon}{dt} = \frac{1}{S}$$

$$\sigma = c e^m$$



تست کشش، تست مناسی برای اندازه گیری مواردی است که حرکت نامرئی جانبی و انحراف در ناحیه necking می شود.

نوع بارگذاری اعمال شود - حوی عیب می تواند در یک آزمایش از نوعی تست استفاده کنیم (ESR) به نام بارگذاری کشش که در حالت ثابت باشد.

نام جانبی - طایقی، stacking fault، عیبی هستند که در حلقه وجود دارند و می توانیم حوی به وجهی آن را مشاهده کنیم.

وایس، باید در آلیاژی که به این صورت هستند whisker تولید کنند که در آن هم به جانبی هر یک کمتر از بین می آید.

$$\sigma = C \epsilon^m$$

$$\ln \sigma = \ln C + m \ln \epsilon$$

با افزایش  $m$ ، باربری شیب دارد و به سمت راست می رود.



دفتر فرهنگی دانشگاه مواد و متالورژی

$$\epsilon^{\circ} = \frac{d\epsilon}{dt} = \frac{v}{l}$$

$$\epsilon^{\circ} = \frac{de}{dt} = \frac{v}{L_0}$$

$$\epsilon = \ln(1+e)$$

$$\frac{d\epsilon}{dt} = \frac{d(\ln(1+e))}{dt} = \frac{e^{\circ}}{1+e}$$

$$\epsilon^{\circ} = \frac{e^{\circ}}{1+e}$$

$$v = 0.75 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$$

$$dl = 3 \text{ mm}$$

مثال: در یک آزمون کشش با 20mm gage length و سطح مقطع  $A = 5 \text{ mm}^2$

مطابق با  $\epsilon^{\circ}, \epsilon^{\circ}, n, T$  .  $K = 5 \times 10^4 \text{ MPa}$  ,  $m = 0.03$  ,  $C = 4.98 \times 10^{-4} \text{ MPa}$

$$\epsilon^{\circ} = \frac{v}{l} = \frac{0.75}{2.3} = 0.326$$

$$\epsilon^{\circ} = \frac{v}{L_0} = \frac{0.75}{2} = 0.375$$



$$\sigma = C \epsilon^{0.03} \Rightarrow \sigma = 4.98 \times 10^4 \times 10^6 \times 0.326^{0.03} = 4.82 \times 10^{10} \text{ Pa}$$

$$\sigma = K \epsilon^n \Rightarrow \epsilon = \frac{\ln L}{L_0} = \frac{\ln 2.3}{2} = 0.139$$

$$\sigma = 5 \times 10^4 \times 10^6 \times 0.139^n = 4.82 \times 10^{10}$$

$$0.139^n = 0.964$$

$$n \ln 0.139 = \ln 0.964 = -0.0366$$

$$n(-1.973) = -0.0366$$

$$n = 0.0185$$

$$T = \int_0^{0.139} K \epsilon^n d\epsilon = \int_0^{0.139} 5 \times 10^4 \epsilon^{0.185} d\epsilon =$$

$$\frac{T}{m^3} = \frac{N \cdot m}{m^3} = \frac{N}{m^2} = \text{Pa}$$

دفتر فرهنگی دانشکده مواد و متالورژی

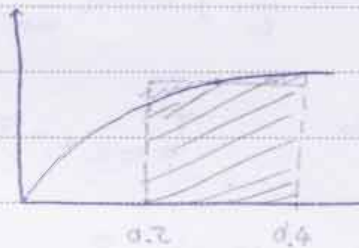
تسليم متورق:

$$\sigma' = 360 \epsilon^{0.25} \text{ mpa}$$

$$\epsilon_1 = 0.2$$

$$\epsilon_2 = 0.4$$

$$\bar{\sigma}_y = ?$$

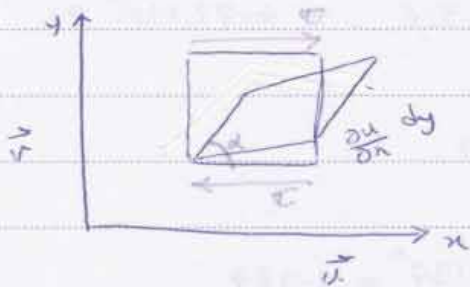


$$\bar{\sigma}_y = \frac{\int_{0.2}^{0.4} 360 \epsilon^{0.25} d\epsilon}{0.4 - 0.2} = 265.5 \text{ mpa}$$

میانگین تنش در کرنش متوسط

$$\sigma_{ij} = \begin{bmatrix} \sigma_{xx} & \sigma_{xy} & \sigma_{xz} \\ \sigma_{yx} & \sigma_{yy} & \sigma_{yz} \\ \sigma_{zx} & \sigma_{zy} & \sigma_{zz} \end{bmatrix}$$

$$\epsilon_{ij} = \begin{bmatrix} \epsilon_{xx} & 1/2 \epsilon_{xy} & 1/2 \epsilon_{xz} \\ 1/2 \epsilon_{yx} & \epsilon_{yy} & 1/2 \epsilon_{yz} \\ 1/2 \epsilon_{zx} & 1/2 \epsilon_{zy} & \epsilon_{zz} \end{bmatrix}$$



$$\tan \alpha = \gamma$$

$$\epsilon_{xy} = \epsilon_{yx} = \frac{1}{2} \gamma_{xy}$$

$$\epsilon_x = \frac{1}{E} [\sigma_x - \nu(\sigma_y + \sigma_z)]$$

$$\epsilon_z = \frac{1}{E} [\sigma_z - \nu(\sigma_x + \sigma_y)]$$

$$\epsilon_y = \frac{1}{E} [\sigma_y - \nu(\sigma_x + \sigma_z)]$$

دفتر فرهنگی دانشکده مواد و متالورژی

$$\epsilon_x + \epsilon_y + \epsilon_z = \Delta$$

$$\Delta = \frac{1}{K}$$

$$\Delta = \ln \frac{v(t+w)}{v_0(t_0+w_0)}$$

$$p = k \Delta$$

$$\Delta = \ln \left( \frac{l}{l_0} \right) + \ln \left( \frac{t}{t_0} \right) + \ln \left( \frac{w}{w_0} \right)$$

$$\sigma = 240 \epsilon^{0.5} \text{ MPa}$$

$$T_{\epsilon=0.2} = ?$$

$$w = ?$$

$$\epsilon = 0.2$$

$$V = 15 \times 10^{-7} \text{ m}^3$$

$$T = \int_0^{0.2} 240 \epsilon^{0.5} d\epsilon = 14.23 \times 10^5 \text{ J/m}^3$$

$$\text{J/m}^3$$

$$w = T \cdot V$$

$$iP \quad m = 0.4$$

$$\epsilon_2^0 = \epsilon_1^0 \quad \sigma_2 = ?$$

$$\sigma_1 = C \epsilon_1^{0.4}$$

$$\ln \sigma_1 = \ln C + m \ln \epsilon_1^0$$

$$\sigma_2 = C \epsilon_2^{0.4}$$

$$\ln \sigma_2 = \ln C + m \ln \epsilon_2^0$$

$$\frac{\sigma_1}{\sigma_2} = \left( \frac{\epsilon_1^0}{\epsilon_2^0} \right)^m$$

$$\frac{\sigma_1}{\sigma_2} = \left( \frac{1}{6} \right)^{0.4}$$

$$\sigma_2 = 2.04 \sigma_1$$

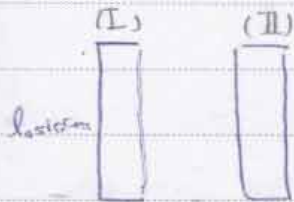
$$\ln \frac{\sigma_1}{\sigma_2} = m \ln \frac{\epsilon_1^0}{\epsilon_2^0} = m \ln \frac{\epsilon_1^0}{\frac{\sigma_1}{C}} = m \ln \frac{1}{\frac{\sigma_1}{C}}$$



$$k = \frac{E}{3(1-2\nu)}$$

8. مثال: یک تیر در حالت بارگذاری مشخص

مثال: یک تیر در حالت بارگذاری مشخص  $\nu = 0.5$   $\Delta \nu = 0$



$$l_0 = 10 \text{ cm}$$

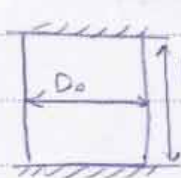
$$(I) \quad e^0 = \frac{\nu}{l_0} = \frac{5 \text{ mm/min}}{100 \text{ mm}} \times \frac{1}{60} = \frac{5}{6000} \times \frac{1}{5} = 0.04$$

$$\nu_1 = 5 \frac{\text{mm}}{\text{min}}$$

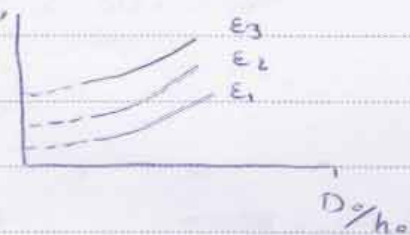
$$\nu_2 = 10 \frac{\text{mm}}{\text{min}}$$

$$\epsilon^0 = \frac{e^0}{1+e} = \frac{e^0}{1+\frac{\nu t_1}{l_0}} = \frac{5/6000}{1+\frac{5 \times 1}{100}} = 0.08 \text{ /min}$$

### دفتر فرهنگی دانشگاه مواد و متالورژی



تیر در حالت بارگذاری



آزمون کشش: برای مواد در حالت بارگذاری

$$\sigma = c \exp\left(-\frac{Q}{RT}\right)$$

محدود در آزمون کشش: در شرایط مشخص، اگر سطح مقطع اولیه بزرگ باشد، تغییرات در آزمون کشش در خود اگر ضعیف باشد، چنانچه در آزمون کشش.

برای کاهش اصطکاک  $\frac{D_0}{h_0}$  و بهینه سازی در آزمون کشش.

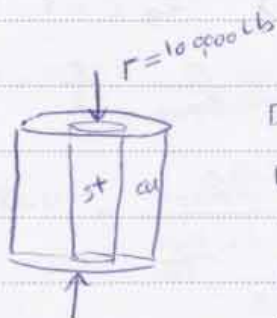


در آزمون کشش: در شرایط مشخص، اگر سطح مقطع اولیه بزرگ باشد، تغییرات در آزمون کشش در خود اگر ضعیف باشد، چنانچه در آزمون کشش.

علت اینکه از استوانه استفاده می‌کنیم و فلک مستطیل استفاده نمی‌کنیم این است که اگر سطح بریده را به صورت یک مستطیل در نظر بگیریم و آن را به یک استوانه تبدیل کنیم، در طول آن تغییراتی داریم.



$$\varepsilon = \ln \frac{h_0}{h_r}$$



$$D_{st} = 2 \text{ in}$$

$$D_{cu} = 4 \text{ in}$$

$$E_{st} = \frac{F_{st}}{\Delta L_{st}}$$

$$F_{cu} = \frac{F_{st}}{A_{st} E_{st}} = \frac{F_{cu}}{A_{cu} E_{cu}}$$

$$E_{st} = E_{cu}$$

$$F_{st} = F_{cu}$$

$$87, 12, 17$$

$$F_T = F_{st} + F_{cu} = 100,000 \text{ Lb} \quad \text{I}$$

$$\frac{F_{st}}{\pi (2)^2 \times 210} = \frac{F_{cu}}{\pi (4)^2 \times 10 - A_{st}}$$

$$F_{cu} = 0.47 F_{cu} \quad \text{II}$$

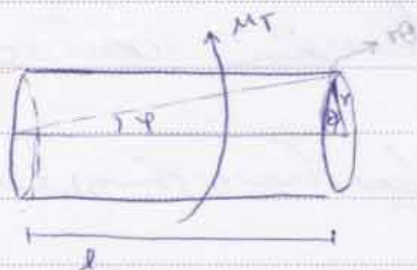
$$\text{I} \rightarrow \text{II}$$

$$F_{cu} + 0.47 F_{cu} = 100,000$$

$$F_{st} = 34,000 \text{ Lb}$$

$$F_{cu} = 66,000 \text{ Lb}$$

دفتر فرهنگی دانشگاه مواد و متالورژی



$$\tan \varphi = \frac{r\theta}{l}$$

$$J = \int_{r_1}^{r_2} 2\pi r^3 dr$$

$$\tau = G \cdot \gamma$$

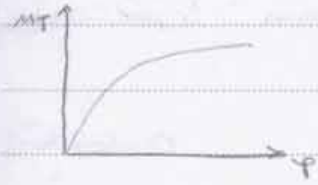
$$\tau = \frac{G r \theta}{l}$$

$$M_T = \int_0^r \tau \cdot dA \cdot r = \int_0^r \tau (2\pi r^2) dr = \int_0^r \frac{G r \theta}{l} 2\pi r^2 dr = \int_0^r \frac{G \theta r^3}{l} 2\pi dr$$

$$M_T = \frac{\tau J}{r} \quad M_T = \frac{G \theta}{l} J$$

PAPCO





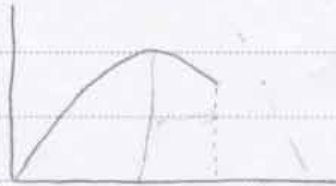
مثال: یک تیر کشش طول سطحی 250 mm تغییر طول آن نسبت 10 mm گزارش شده است. اگر رابطه تنش در این تیر به صورت

$$\sigma = 250 \epsilon^{0.35} \quad \text{انرژی}$$

$$l_0 = 250 \text{ mm}$$

$$l_f = 40 \text{ mm}$$

$$\epsilon = \ln \frac{40}{25} = \ln \frac{8}{5}$$



$$\eta = 0.35 = \epsilon_u$$

### دفتر فرهنگی دانشکده مواد و متالورژی

$$\epsilon_f = \frac{\Delta l_f}{l_0} \rightarrow u \quad \Delta l_u \rightarrow P$$

$$0.35 \approx \epsilon_u$$

$$\epsilon_f = \epsilon_u + \frac{\alpha}{l_0}$$

$$\alpha = P \sqrt{A_0}$$

$$\epsilon_f = \epsilon_u + \beta \frac{1}{l_0} \quad *$$

$$\epsilon_u = \frac{\Delta l_u}{l_0}$$

$$\epsilon_f = \frac{\Delta l_f - u}{A_u}$$

$$0.35 = \ln(1 + \epsilon_{UTS})$$

$$\epsilon_{UTS} = 0.41$$

$$\epsilon_f = \frac{15}{25} = 0.6$$



(I)  $e = 35.2 / \frac{P}{P_0}$   $l_0 = 51 \text{ mm}$   $D = 14.3 \text{ mm}$  فشار آزمون کشش

$e = 24.2 / \frac{P}{P_0}$   $l = 60 \text{ mm}$   $D = 5.4 \text{ mm}$  (II)

$A = 254 \times 12.7 \text{ mm}^2$   $l_0 = 100 \text{ mm}$  مقطع ۹ کرون میزان اریا طول نمونه (III)

$e = \frac{\Delta l}{l_0}$  نسبت کاهش سطح مقطع ۹ نسبت اریا طول

$e_p = \frac{l_p - l_0}{l_0}$

$\sigma_{UTS I} = \sigma_{UTS II} = \sigma_{UTS III}$

$e_{p1} = \frac{35.2}{100} = \frac{\Delta l}{l_0} \Rightarrow \Delta l_1 = 17.952 \times 10^{-3}$

دفتر فرهنگی دانشکده مواد و متالورژی

$e_{p2} = \frac{24.2}{100}$

نام یکی از این تست ها آن یک است.

$e_p = 2 \ln \frac{D}{D_0}$

Subject:

Year. Month. Date. ( )

ثابت کشید در حالت بارگذاری یک محوره:

$$k = \frac{E}{3(1-2\nu)} \quad p = k\Delta$$

$$\Delta = (\sigma_x + \sigma_y + \sigma_z) \frac{1-2\nu}{E} \quad \sigma_x = \sigma_y = \sigma_z \quad \Delta = 3\sigma_x \frac{1-2\nu}{E}$$

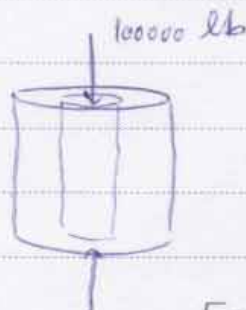
$$p = \sigma_x \quad k = \frac{\sigma_x \times E}{3\sigma_x(1-2\nu)} = \frac{E}{3(1-2\nu)}$$

ثابت کشید در حالت بارگذاری سه محوره:  $\Delta V = 0$  اگر  $\nu = 0.5$ 

$$\Delta = \frac{\Delta V}{V_0} \xrightarrow{\Delta V = 0} \Delta = 0 \quad (\sigma_x + \sigma_y + \sigma_z) \left( \frac{1-2\nu}{E} \right) = 0$$

$$1-2\nu = 0 \quad \nu = 1/2 = 0.5$$

دفتر فرهنگی دانشکده مواد و متالورژی



$$D_{st} = 2 \text{ in}$$

$$D_{cu} = 4 \text{ in}$$

$$E_{cu} = 120 \frac{\text{GN}}{\text{m}^2}$$

$$E_{st} = 200 \frac{\text{GN}}{\text{m}^2}$$

$$F_{cu} + F_{st} = 100000$$

$$\sigma_{cu} A_{cu} + \sigma_{st} A_{st} = 100000$$

$$0.14(16) \sigma_{cu} + 0.14(4) \sigma_{st} = 100000 \Rightarrow 4\sigma_{cu} + \sigma_{st} = 31830.988$$

$$t_{in} = 0.254 \text{ m} \quad D_{cu} = 1.016 \text{ m}$$

$$D_{st} = 2 \times 0.254 = 0.508 \text{ m}$$

$$\sigma_{cu} = \sigma_{st} \xrightarrow{\div l} \epsilon_{cu} = \epsilon_{st} \Rightarrow \frac{\sigma_{cu}}{E_{cu}} = \frac{\sigma_{st}}{E_{st}}$$

$$\Rightarrow \sigma_{cu} = \sigma_{st} \frac{E_{cu}}{E_{st}}$$



Subject :

Year .      Month .      Date .      ( )

دفتر فرهنگی دانشکده مواد و متالورژی

edge (لبه‌ای) } dislocation (حرکت ناچسبی)  
 screw (پیچی)  
 mixed (مختلط)  
 twinning (دوقطبی)

مکانیزم تغییر شکل

cu-zn (آلیاژ مس و روی)  
 (B, H, N, C) (عنصرهای بین‌فلزی)  
 نقطه‌ای (نقطه‌ای خاص)  
 خطی (خطی خاص)  
 سطحی (سطح آزاد، مرزها، دوقطبی)  
 حجمی (آخال، ترک، ترک)

عوامل کریستالی

### دفتر فرهنگی دانشکده مواد و متالورژی

bcc, hcp, fcc cubic

رابطه کریستال  $r = 1.25 \text{ \AA}$  ،  $N_{\text{unit}} = 2.23 \times 10^{23}$  ،  $V = 1 \text{ cm}^3$

$$V_{\text{unit cell}} = \frac{1 \text{ cm}^3}{2.23 \times 10^{23}} = 4.48 \times 10^{-24} \text{ cm}^3$$

لافتی کنید

$$V = a^3_{\text{unit cell}}$$

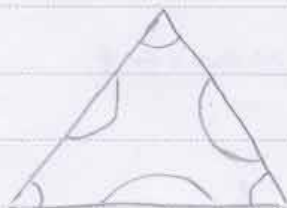
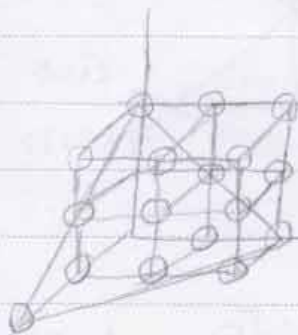
$$a = 1.25 \times 10^{-8} \text{ cm}$$

$$\frac{r}{a} = 0.125$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{fcc: } \sqrt{2}r \\ \text{bcc: } \sqrt{3}r \\ \text{sc: } 2r \end{array} \right.$$

ساختار fcc

بسیار شبیه bcc ،  $|b| = ?$  ،  $a = FA^\circ$  ، در صفحه (111)



$$d = \frac{a}{\sqrt{h^2 + k^2 + l^2}} = \frac{r}{\sqrt{1^2 + 1^2 + 1^2}}$$

$$\frac{r}{\sqrt{3}} = \frac{r}{2\sqrt{3}} = \frac{r}{\sqrt{3}}$$

طول کوتاه ترین برآیند در جهت  $[111]$  در شبکه آهن خالص چقدر است؟

جهت برآیند:  $bcc$  آهن خالص



$$a\sqrt{3}/2 = b$$

دفتر فرهنگی دانشگاه مواد و متالورژی

دانشیه ایی بر روی سطح یک شبکه  $bcc$   $10^{-4} \text{ cm}^2$  برآیند اگر تنش در سمت  $(110)$  و برآیند در جهت  $[\bar{1}11]$  در یک آهن

$\epsilon^0 = 10^{-4} \text{ s}^{-1}$  - مطلوب است: با استفاده از متوسط حرکت ایی برآیند  $\bar{v} = 1.5$  و  $\alpha = 45^\circ$

$$\tau_{P.N} = \frac{2G}{1-\nu} \exp\left(-\frac{r a w}{b}\right)$$

$$\rho = 10^{-4} \frac{1}{\text{cm}^2}$$

$$\Rightarrow w = \frac{a}{1-\nu}$$

سمت تنش  $(110)$   $[\bar{1}11]$

$$\Rightarrow w = a$$

$$\epsilon^0 = 10^{-4} \frac{1}{\text{s}}$$

$$\alpha = 45^\circ$$

$$\delta = b \rho_m \bar{v}$$

$$b = \frac{\sqrt{3}}{2} a = \frac{\sqrt{3}}{2} 2.8 \text{ \AA} \times 10^{-8} \Rightarrow \frac{\sqrt{3}}{2} 2.8 \times 10^{-8} \text{ cm}$$

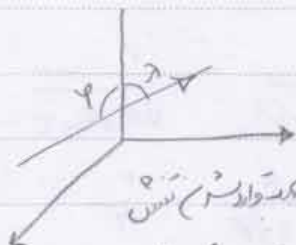
$$10^{-4} = \frac{\sqrt{3}}{2} \bar{v}$$

$$\bar{v} = 1.1547 \times 10^{-4} \text{ cm/s}$$

گروه من تنش  $\sigma = 500 \text{ MPa}$  در جهت  $[001]$  داریم شعاع. مطلوب است: با استفاده از شبکه  $FCC$

$cu: FCC$

$\{111\}$   $\langle 110 \rangle$

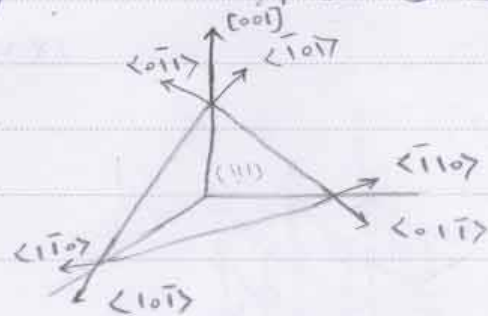


$$\tau = \sigma \cos \lambda \cos \phi$$

$$\cos \phi = \frac{1}{\sqrt{3}}$$

زاویه بین جهت تنش و جهت برآیند

$$\phi = 54.73^\circ$$



$[001]$  و  $[011]$

$$\cos \lambda = \frac{1}{\sqrt{2}} = \sqrt{2}/2 \quad \lambda = 45^\circ$$



$$n = n_0 \exp\left(-\frac{Q}{RT}\right)$$

تعداد ذرات خالی

$$\sigma_y = \sigma_0 \exp\left(\frac{Q}{RT}\right)$$

تعداد ذرات در درجه اول BCC (محیطی)  $\rho = 7.89 \text{ g/cm}^3$  و  $m_{Fe} = 55.847 \text{ g/mol}$

$a = 2.866 \times 10^{-8} \text{ cm}$  تعداد ذرات خالی در محاسب کنید.

$r = a^*$  (در صورت نبودن) ذراتی که در درجه اول است

محیطی  $\rho = \frac{2 \times 55.847}{(2.866 \times 10^{-8})^3 \times 2 \times 10^{24}}$

محیطی (درجه دوم)  $\rho = \frac{2 \times 55.847}{(2.866 \times 10^{-8})^3 \times 2 \times 10^{24}}$

محیطی  $\rho = 7.188$

محیطی  $\rho = \frac{7.188 - 7.18}{7.18} \times 100\%$

درجه اول برای محاسبه (100) (110) (111) برای FCC، BCC، و محاسبه

### دفتر فرهنگی دانشگاه مواد و متالورژی

تعداد سیستم‌های تقوین (درجه دوم)  $\rho = \frac{2 \times 55.847}{(2.866 \times 10^{-8})^3 \times 2 \times 10^{24}}$



$\{100\}$  (درجه دوم)  $\rho = \frac{2 \times 55.847}{(2.866 \times 10^{-8})^3 \times 2 \times 10^{24}}$

$\langle 111 \rangle$  (درجه دوم)  $\rho = \frac{2 \times 55.847}{(2.866 \times 10^{-8})^3 \times 2 \times 10^{24}}$

FCC

$$\sqrt{2}a = 4r$$

(100)



$$\rho = \frac{2 \times 55.847}{\left(\frac{4r}{\sqrt{2}}\right)^3 \times 2 \times 10^{24}}$$

bcc

$$\sqrt{2}a = 4r$$



$$\rho = \frac{1 \times 55.847}{\left(\frac{4r}{\sqrt{2}}\right)^3 \times 2 \times 10^{24}}$$

(111)



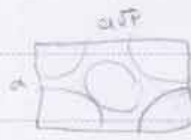
$$\rho = \frac{2 \times 55.847}{\left(\frac{4r}{\sqrt{3}}\right)^3 \times 2 \times 10^{24}}$$



(110)

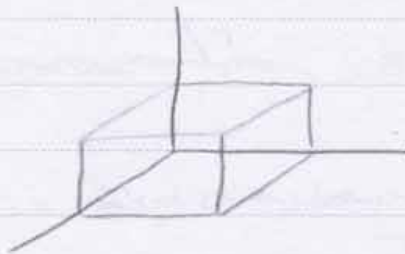


$$\rho = \frac{2 \times 55.847}{a^2 \sqrt{2} a}$$



$$\rho = \frac{1 \times 55.847}{a^2 \sqrt{2} a}$$

برش یک بلور به شکل مکعب مستطیل  $5 \times 2 \times 2$  در جهت [100] تحت نیروی کششی  $F = 10000 \text{ kg}$  نیروی کششی  
نسبت به این جهت [110] در صفحه (110)  $\tau = 1.5 \text{ kg/mm}^2$  آیا تنش آسانق می افتد یا نه؟



$$\cos \lambda = \frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$\cos \varphi = \frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$\sigma = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$\tau = \sigma \cos \lambda \cos \varphi = 1.25 \text{ kg/mm}^2$$

برای استوانه ای شکل با بعد یک سانتی متر. که کجرا استوانه؟ به ترتیب در جهت دی [110] [112]

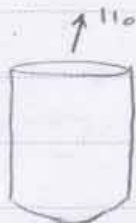
[012] است. اگر در جهت [110] استوانه را تحت نیروی کششی محوری قرار دهیم

### دفتر فرهنگی دانشگاه مواد و متالورژی

کدام یک از جهت ها تنش خواهد دید و در این حالت چقدر است؟

$$\tau = 20 \text{ mpa}$$

$$D = 5 \text{ mm}$$



اگرچه تنش یکسان نخواهد بود و در جهت های مختلف.

۴ زاویه بین جهت اعمال نیرو و صفحه (110) و ۵ زاویه بین جهت اعمال نیرو و جهت تنش

$$\cos \varphi = 0$$

$$\cos \lambda = \frac{1}{2}$$

$$\cos \varphi = \frac{2}{2\sqrt{2}}$$

$$\cos \lambda = \frac{1}{\sqrt{2} \times \sqrt{2}}$$

$$\cos \varphi = \frac{1}{\sqrt{2} \sqrt{5}}$$

$$\cos \lambda = \frac{1}{\sqrt{2} \sqrt{5}}$$

$$\tau = 0 \times 0 = 0$$

$$\tau = 0 \sqrt{2}$$

$$\tau = 0 \times \frac{\sqrt{2}}{5\sqrt{2}}$$

$$\tau = \frac{1}{2} \sigma_y$$

$$\tau = A \sigma^m$$

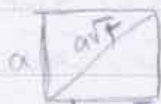
$$A \approx 1$$

$$n \approx 1$$

$$1 < m < 2$$

$$\tau = \frac{1}{2} \sigma_y$$

اگر بخواهیم ناچایی باشد  $\Rightarrow$  برای ایجاد تنش سطح بهتری شود



کتابی ناچایی در یک سیمان  $10^9 \frac{1}{cm^2}$  اگر یک سیمان  $10^9 \frac{1}{cm^2}$  تا تغییر شکل دهد در سیم فکری (111) [101]

$$\rho_m = 10^9 \frac{1}{cm^2}$$

FCC

میانگین سیمان ناچایی چند است؟  $a > 4.95 \text{ \AA}$

$$\sqrt{2}a > 2b$$

$$b = \frac{\sqrt{2}}{2} a$$

$$b = \frac{\sqrt{2}}{2} \times 4.95$$

$$\delta = b \rho_m \bar{v}$$

دفتر فرهنگی دانشکده مواد و متالورژی

$$10^9 = \frac{\sqrt{2}}{2} \times 4.95 \times 10^9 \bar{v} \quad \bar{v} =$$

طول کل ناچایی در یک سیمان  $10^9 \frac{1}{cm^2}$  در سیم فکری  $10^9 \frac{1}{cm^2}$   $\rho_{Cu} \text{ (m)} \bar{v}$

$$\frac{\text{طول ناچایی}}{\text{قسم کل}} = 10^9 = \frac{x}{\text{قسم کل}}$$

Sat 88, 2, 19

واکنش بین ناچایی و

تجزیه ناچایی و

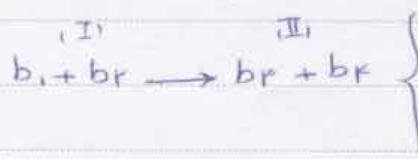
ترکیب ناچایی و

نیز در سیم ناچایی و

در آلیاژهای استیل و آهن و فولاد

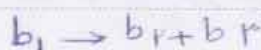
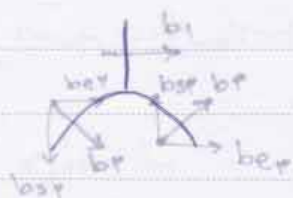
$$v = AT^m$$

$$\delta = \epsilon = b \rho_m \bar{v}$$



از روی طرف دوگانه از طرف اول باشد

در آلیاژهای استیل و آهن و فولاد





$$E \propto b^r$$

$$E \propto G b^r$$

$$b_1^r + b_r^r > b_r^r + b_r^r$$

حدود پلاستیک آسان می افتد.

$$\frac{E}{l} = \alpha G b^r \left\{ \begin{array}{l} \alpha \text{ برای } r = 1 \text{ تا } 1.75 \\ \alpha \text{ برای } r = 1.75 \end{array} \right.$$

این سازه به هم می پیوندد و در bcc, fcc, hcp

$$a[\bar{1}\bar{1}0] \rightarrow a_{1/2}[\bar{1}\bar{1}1] + a_{1/2}[\bar{1}\bar{1}\bar{1}]$$

$$r \quad \quad \quad \frac{r}{r} \quad \quad \quad \frac{r}{r}$$

$$r > \frac{r}{r} + \frac{r}{r}$$

مثال: آرایش واکش این آرایش است:

جمع جری برقرار است.

وکان پذیر است  $\Rightarrow$

$$a[\bar{0}01] \rightarrow a_{1/2}[\bar{1}\bar{1}1] + a_{1/2}[\bar{1}\bar{1}\bar{1}]$$

$$1 \quad \quad \quad \frac{r}{r} \quad \quad \quad \frac{r}{r}$$

$$1 \quad \quad \quad \frac{r}{r}$$

واکش در این حد اتفاق می افتد

حد واکش برقرار است و هیچ آرایش ترکیب دیگری نمی گویم



$$b_1 + b_r \rightarrow b$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \alpha > 90^\circ \quad \text{تجزیه صورت می گیرد} \quad b \rightarrow b_1 + b_r \\ \alpha < 90^\circ \quad \text{در ترکیب صورت می گیرد} \quad b_1 + b_r \rightarrow b \end{array} \right.$$



$$a^2 = b^2 + c^2 - 2bc \cos \alpha$$

دفتر فرهنگی دانشکده مواد و متالورژی

حکایت استوار bcc < bct به منظور این که به تغییر حجم نسبت به مارتزیت (M)

fcc  $\rightarrow$  BCT = Body centred tetragonal

$$bct \left\{ \begin{array}{l} a = 0.286 \text{ nm} \\ c = 0.294 \text{ nm} \end{array} \right.$$

$$fcc \left\{ \begin{array}{l} a = 0.3605 \text{ nm} \end{array} \right.$$

نوع چگال است

$$\text{bot} = \text{abf} \bar{1} \bar{1} \bar{1}$$

$$1Fcc \rightarrow 1bct$$

چون جرم ابر یونانی ثابت  $\Rightarrow$  مقدار  $unit^{cell}$  دوبرابر می شود

$$V_{bcr} = a^2 C = (0.285)^2 \times 0.294 = 0.0238$$

$$r_{PCC} = a^4 = (0.3605)^3 = 0.0468$$

$E = 26 \text{ GPa}$      $\nu = \frac{1}{3}$      $R = 1.25 \text{ \AA}$     اسید منو ایت     $10^8 \frac{1}{\text{cm}}$      $\frac{1}{\text{cm}}$

۱. تعیین ماحصله سود طایفای ۵۶ - مقدار سود طایفای ۵۶ از کل درآمد طایفای ۵۶ منفرجه است نصف طایفای ۵۶ و ۵۷

$$T = \frac{Gb}{2R} \rightarrow \text{تقاطع الممانات المتجاورة}$$

$$T = \frac{Gb}{\lambda} \rightarrow \text{فاصله بین نقاط}$$

دفتر فرهنگی دانشکده مواد و متالورژی

مثال: برای بریزه خاکی  $\alpha = 3^\circ$ ، ضریب تنش ناخوابی  $\mu = 1/3$ ، ضریب تنش دراز برای حرکت  $G = 38 \text{ Gpa}$ .

$$T = \frac{Gb}{\lambda} = \frac{38 \times 10^9 \times 3 \times 10^{-10}}{0.03 \times 10^{-6}} = 38 \times 10$$

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

number of grain

$n =$  ASTM number

مثلاً دانه‌های ۱۰۰ تقابل دانه‌های اینج ریم (نشان بدهد)

$$N_{old} (100)^2 = N_{new} (200)^2$$

اگر دانه‌های مثلاً ۲۰۰ شود

$$N = 2^{n-1} = 2^3 = 8$$

۱ in<sup>2</sup> له دانه در

نرخ سگستراننده دانه‌ای شکل مستند

$$b = 4 \text{ Å} \quad n = 4$$

مطلوب است به سبب لازم برای حرکت ناچایی؟

طول یک ناچایی برابر با قطر یک Grain

$$\frac{1}{80000} = (80000)^{-1} \text{ inch}^2 \Rightarrow \text{تقریباً Grain}$$

هوا در سطح معادل  
 عدد قابل رابطه

در هر ۱ in<sup>2</sup> دانه‌های ۱۰۰ ۸ دانه در سیم اگر دانه‌های ۱ شود ۸۰۰۰۰ Grain در سیم

$$\frac{(1)^2}{(100)^2} = \frac{?}{8}$$

$$\frac{RD^2}{4} = (80000)^{-1}$$

$$D = \lambda$$

ناچایی می‌تواند در حباب‌ها آزاد می‌تواند باشد

**دفتر فرهنگی دانشگاه مواد و متالورژی**

۱. باریک آزاد می‌شود

۲. Loop تشکیل دهد

۳. باقی‌مانده شود

مثلاً:  $\lambda = 0.024 \text{ Å}$  ،  $b = 2.6 \text{ Å}$  ،  $G = 28.7 \text{ GPa}$  ،  $R = 0.024 \text{ μm}$  مطلوب است  
 تنش لازم برای حرکت ناچایی؟

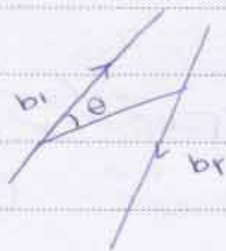




$$F_{12} = F_{21} = \frac{G b_1 b_2}{2 R d}$$

دو کابل بی‌حی مولی

دو کابل بی‌حی

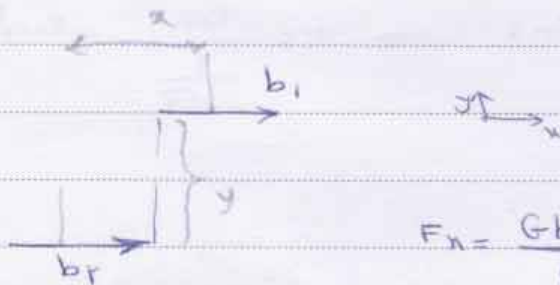


$$F_{12} = F_{21} = \frac{G b_1 b_2}{2 R d} [\cos(\theta) (\cos^2 \theta - \sin^2 \theta)]$$

دو کابل بی‌حی متقاطع

دو کابل بی‌حی

دفتر فرهنگی دانشکده مواد و متالورژی



$$F_x = \frac{G b_1 b_2}{2 R (1 - \gamma)} \frac{x (x^2 - y^2)}{(x^2 + y^2)^2}$$

$$F_y = - \frac{G b_1 b_2}{2 R (1 - \gamma)} \frac{y (x^2 + y^2)}{(x^2 + y^2)^2}$$

دو کابل بی‌حی

دو کابل بی‌حی Field نیروی میدان است یعنی سیم‌ها را به هم می‌چسباند و این دو کابل بی‌حی را نظریه است.



9: 88, 2, 26 Sat



مثال: نشان دهید که اگر تنش بر یکای  $\sigma$  در جهت  $[111]$  باشد  
افزاید است.

$$\frac{\sigma}{\sqrt{3}} [111] = \frac{\sigma}{\sqrt{3}} [1\bar{1}1] + \frac{\sigma}{\sqrt{3}} [11\bar{2}]$$

$$\frac{1}{\sqrt{3}} \sqrt{3} > \frac{1}{\sqrt{2}} (\sqrt{3}) \Rightarrow$$

مثال: تنش کششی لازم برای یک رتبه برای AL محاسبه کنید  $[001]$  سیستم کریستال دوجهی، (111) جهت  
[101] تنش  $\sigma = 300 \text{ MPa}$   $\tau = 7$

$$\tau = 400 \text{ KSI}$$

$$\sin \phi = \frac{1}{\sqrt{3}}$$

$$\sin \lambda = \frac{1}{\sqrt{3}}$$

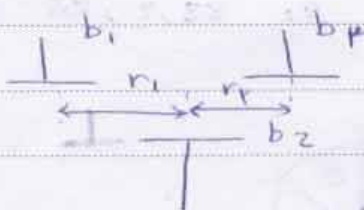
$$\tau = \sigma \sin \phi \sin \lambda \Rightarrow \sigma = \frac{400}{\frac{1}{\sqrt{3}}} = 400\sqrt{3} = 692 \text{ KSI}$$

دفتر فرهنگی دانشگاه مواد و متالورژی

مثال: یک میله تحت یک بار  $G = 80 \text{ GPa}$  تنش برشی  $\tau$  max حیدر است؟

$$\tau = \frac{G}{r_n}$$

مثال: یک میله با مقاطع مثل بر روی میله قرار دارند در صورت تعادل است  $r_1 \sim r_2 \sim r_3$



$$F = \frac{G b_1 b_2}{r_2 (1 - \nu) r}$$

$$F_{12} = \frac{G b_1 b_2}{r_2 (1 - \nu) r_1}$$

$$F_{23} = \frac{G b_2 b_3}{r_3 (1 - \nu) r_2}$$

$$\frac{F_{12}}{F_{23}} = \frac{\frac{G b_1 b_2}{r_2 (1 - \nu) r_1}}{\frac{G b_2 b_3}{r_3 (1 - \nu) r_2}}$$

$$\frac{F_{12}}{F_{23}} = \frac{r_1 b_2}{r_2 b_1} = 1$$

$$\frac{r_1}{r_2} = \frac{b_1}{b_2}$$

مثال: یاسه گزیده از ۲۸

$$\frac{a}{r} [11\bar{1}] = \frac{a}{r} [11\bar{1}] + \frac{a}{r} [11\bar{1}] + x$$

$$x = \frac{a}{r} [11\bar{1}]$$

$$\frac{1}{r} = \frac{1}{r} + \frac{1}{r} + x_r$$

$$x_r = \frac{1}{r}$$

$$-\frac{1}{r} = -\frac{1}{r} - \frac{1}{r} + x$$

$$\frac{1}{r} = \frac{1}{r} + \frac{1}{r} + x_1$$

$$x_1 = \frac{1}{r}$$

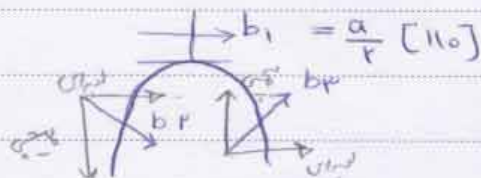
$$x_2 = -\frac{1}{r}$$



extrinsic



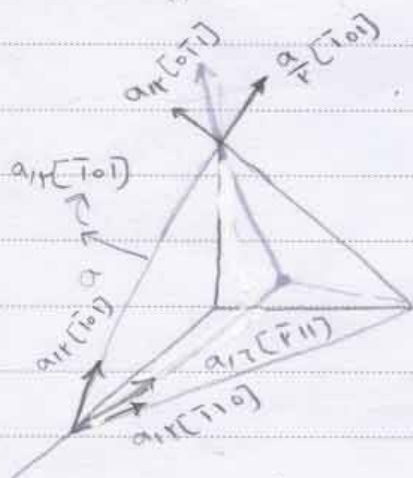
intrinsic



$$b_1 = b_r + b_p$$

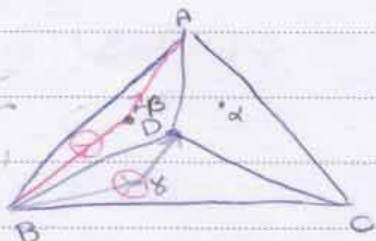
$$\frac{a}{r} [110] = \frac{a}{r} [110] + \frac{a}{r} [110]$$

$$\frac{a}{r} [110] = \frac{a}{r} [110]$$



دفتر فرهنگی دانشکده مواد و متالورژی

$$\frac{a}{r} [\bar{1}01] = \frac{a}{r} [\bar{1}11] + \frac{a}{r} [\bar{1}\bar{1}r]$$



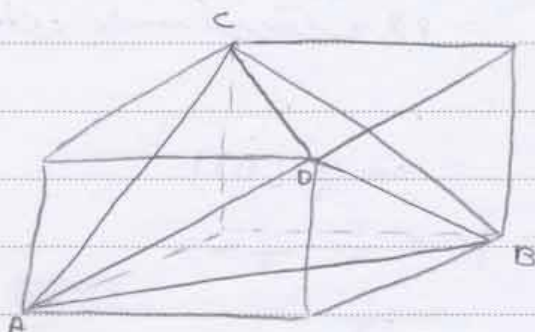
ABC (111)

ABD (111)

ADC (111)

BCD (111)





نشان بدهیم

$$AB + \beta C = AC$$

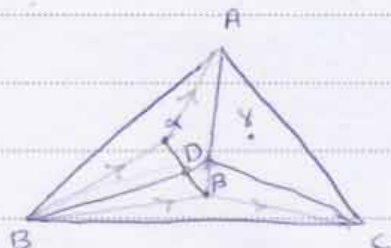
$$A\gamma + \gamma D = AD$$

$$\beta\alpha + \alpha C = BC$$

$$A\gamma + AB = \beta\gamma$$

$$C\gamma = A\gamma + AC$$

نشان



جبری

$$B\beta + \beta C$$

$$A\alpha + \alpha\beta$$

دفتر فرهنگی دانشکده مواد و متالورژی

نمای برش AB, AD, BD, CD, AC

$$B\beta + c\beta = BC$$

نمای برش

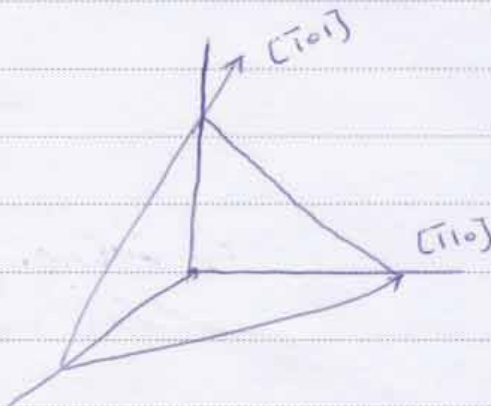
$$B\beta + \beta D = BD$$

$$B\alpha + \alpha D = BD$$

نمای برش

$$AC + c\beta = AB$$

$$\frac{a}{r} [111]$$



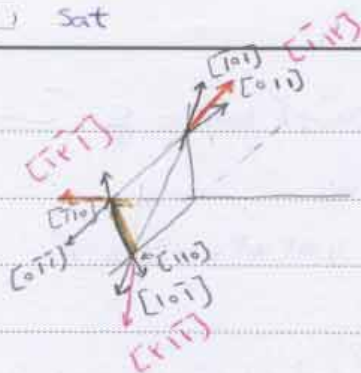
$$\begin{Bmatrix} [110] \\ (111) \end{Bmatrix}$$

$$\frac{a}{r} [\bar{r}11]$$

$$\frac{a}{r} [\bar{r}1\bar{r}]$$

$$\frac{a}{r} [110] = \frac{a}{r} [\bar{r}11] + \frac{a}{r} [\bar{r}1\bar{r}]$$

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



$$\frac{a}{\sqrt{3}} [\bar{1}\bar{1}0] = \frac{a}{\sqrt{3}} [\bar{1}12] + \frac{a}{\sqrt{3}} [\bar{1}\bar{1}\bar{1}]$$

BD  $\times$   $\beta \alpha$



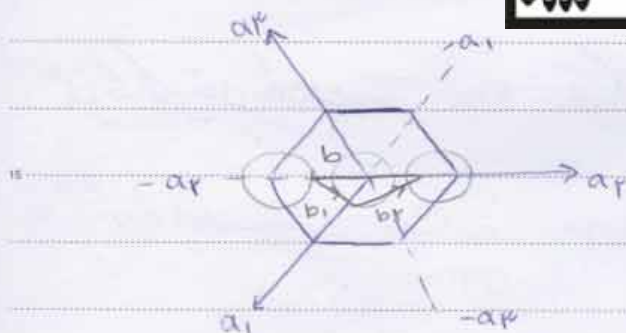
در یک سیستم BCC اتفاق می افتد.



$$b_r = \frac{a}{\sqrt{3}} [\bar{1}11] + \frac{a}{\sqrt{3}} [1\bar{1}1] \Rightarrow b = \frac{a}{\sqrt{3}} [002]$$

منجر به حرکت می شود.

### دفتر فرهنگی دانشکده مواد و متالورژی



$$b_1 = a_1 - a_r$$

$$b_r = a_r - a_1$$

$$\frac{a_1}{a_r} [\bar{1}\bar{1}0]$$

$$\frac{c}{a} \uparrow \Rightarrow \text{cross slip}$$

\* Cross slip لغزش متقاطع در صورتی که یکی اتفاق می افتد.

$$\text{ex. } a[001] \rightarrow \frac{a}{\sqrt{3}} [\bar{1}\bar{1}1] + \frac{a}{\sqrt{3}} [111]$$

اتفاق می افتد یا نه؟ BCC

$$b_r = \frac{a}{\sqrt{3}} [111] \text{ و } b_1 = \frac{a}{\sqrt{3}} [\bar{1}\bar{1}\bar{1}]$$

$$\frac{a}{\sqrt{3}} [1\bar{1}0] = a[100]$$

در این حالت هر دو یک جهت هستند.

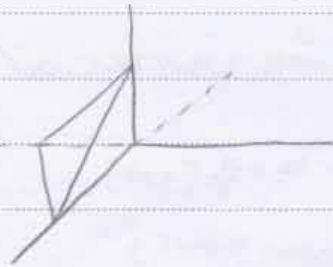
همه ملاحظاتی که در این سیستم اتفاق می افتد.

مثبت  $T_1$  باشد  $h_{cp}$  دارای نسبت  $\frac{c}{a} = 1.53$  اگر تمام اجزای آن  $14450^\circ$  باشد  $a$  و  $c$  برابر است  
 $a = 2r = 2 \times 11445$

$$\frac{c}{a} = 1.53 \Rightarrow c = 1.53 \times 2 \times 11445 \text{ A}^\circ$$

مثال: یک ناخالصی به صورت  $cc$  روی صفحه  $(1\bar{1}1)$  قرار دارد و سطح برش آن  $\frac{a}{\sqrt{3}} [110]$  است. چنانچه این

ناخالصی در امتداد  $z$  و  $y$  متقاطع انجام دهد صفحه جدید چیست؟



$$\frac{a}{\sqrt{3}} [110] \Rightarrow \frac{a}{\sqrt{3}} [212] + \frac{a}{\sqrt{3}} [1\bar{1}2]$$

$$\frac{1}{\sqrt{3}} \begin{bmatrix} 2 \\ 1 \\ 2 \end{bmatrix} + \frac{1}{\sqrt{3}} \begin{bmatrix} 1 \\ \bar{1} \\ 2 \end{bmatrix}$$

$$\frac{1}{\sqrt{3}} \begin{bmatrix} 3 \\ 0 \\ 4 \end{bmatrix} \Rightarrow (1\bar{1}2)$$

دفتر فرهنگی دانشکده مواد و متالورژی

یک شکرستان شکل در حد ۱۵۰ تنگشت در نمای قطبی بر آن چند صندلی قرار داده اند و در صورت

تنش بر روی ایستاده روی صورت لغزش  $40 \text{ MPa}$  است در این حالت در نتیجه ناخالصی در

$$b = 4.52 \times 10^{-4} \text{ cm}$$

$$\sigma = 4.5 \times 10^4 \text{ MPa}$$

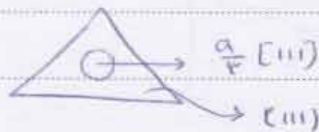
$$\tau = \frac{\sigma b}{L}$$

$$\text{ناخالصی} = \frac{\tau}{\sqrt{\rho}}$$



این ای باید در صفحه حرکت کند اما بعضی می‌تواند از صفحه جدا شود و می‌تواند از صفحه جدا شود.

فرمان



ناجایب جزئی + ناجایب کامل = فرمان

معتبرتر از کم سیات دی صفحه برتر کم است.

در آرایش گره در هم ضد - خارجی می‌کنند صفحه جدا می‌شود.

$$b_1 \times b_2 = n$$

مربوط صفحه  
مورسط

### دفتر فرهنگی دانشگاه مواد و متالورژی

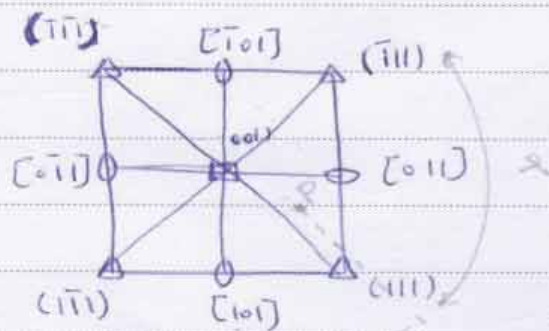
حالت کشش :  
باقی ماندن در حالت در هم گریز اگر یک دانه از دانه glide می‌آید = گوی است اتفاق می‌افتد.  
رنگ طلوع :



لاسه ، (بالا شتر) x-ray

$$\epsilon_c = 1.254$$

در طرف نقطه p باید شش حالی باشد.



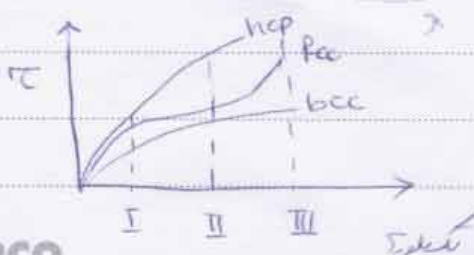
p صفحه ای که نیرو بر آن اعمال می‌گردد.

لغزش در صفحه ای اتفاق می‌افتد که در آن صفحه بر حرکت لغزش  
معمول است.

در اثر اعمال نیرو نقطه p حرکت می‌کند (در جهت) این حرکت

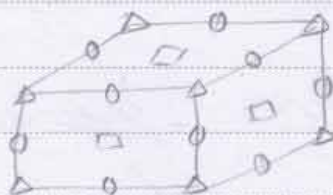
$$m = c_1 \gamma c_2 \lambda$$

معنی کشش در طلوع



Subject :

Year . Month . Date . ( )



تأثیر تغییرات بارگذاری در رفتار سیستم های سازه ای و مصالح های مختلف در شرایط بارگذاری یک طرفه

دفتر فرهنگی دانشگاه مواد و متالورژی

در مورد تغییرات بارگذاری در سیستم های سازه ای و مصالح های مختلف در شرایط بارگذاری یک طرفه

فصل اول: تغییرات بارگذاری در سیستم های سازه ای و مصالح های مختلف در شرایط بارگذاری یک طرفه

primary system

secondary

conjugate

مکانیزم تغییرات بارگذاری در سیستم های سازه ای و مصالح های مختلف در شرایط بارگذاری یک طرفه

در مورد تغییرات بارگذاری در سیستم های سازه ای و مصالح های مختلف در شرایط بارگذاری یک طرفه