

در آزمایشگاه میکروگرافی، میکروسکوپی که نمونه را با بزرگنمایی 17000 برابر نشان می‌دهد، این نوع Magnification یا بزرگنمایی است. مثل دوربین‌ها که دو نوع zoom دارند: optical - digital - pt. zoom. می‌توان این‌ترید (جزئیات معلوم است)

قدرت تفکیک (Resolution): کوچکترین فاصله‌ی بین دو نقطه به گونه‌ای که آن دو نقطه به صورت مجزا مشاهده گردند. چشم انسان از فاصله‌ی 20 cm ،  $0.1 \text{ mm} = 100 \mu\text{m}$  است.

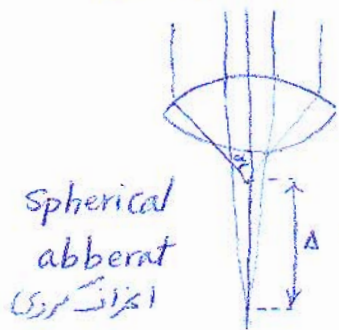
قدرت تفکیک -  $d = \frac{0.612 \lambda}{n \cdot \sin \alpha}$  -  $\lambda$ : طول موج عامل مسئول کننده اطلاعات - چشم انسان طول موج‌های 4000-8000 Å را می‌بیند. هر چه طول موج شیر باشد، فایده‌تری بینم. در این رابطه  $d$  هر چه کوچکتر باشد بهتر است زیرا جزئیات را بهتر می‌توان دید. ( $d$  حداقل فاصله است که بتوان دید یعنی از این  $d$  کوچکتر، دو نقطه را یک نقطه می‌بینم) بواسطه‌ی لامپ‌های حال‌روزه می‌توان طول موج نور مورد نظر را کاهش می‌دهد -  $\lambda$  هر چه کوچکتر باشد بهتر است. در process های معمولی در ابعاد  $1 \times 10^2 \text{ cm}^2$ ، 200 میلیون تراشه‌ی سیلیکون کنار هم قرار دارند.

عصب‌های درون بدن انسان با امواج الکتریکی کاری کنند. رنگ سبز وجود خارجی ندارد بلکه نوری است با طول موج معین که با آنرا منبری بینم.

$n$ : ضریب شکست حلاً -  $n$  اگر بزرگ شود خوب است.

عدسی هر چه این تر باشد، نقطه‌ی کانونی آن به تری یا عدسی نزدیک تر می‌شود. پس در بزرگنمایی‌های بالا در میکروسکوپ‌های نوری عدسی این تر شده و به نمونه نزدیک تر می‌شود.

تذکره: مهم این است که opt. zoom را با لامپ تا قدرت تفکیک وجود داشته باشد و گرنه dig. zoom رای می‌توان تا 1000 هم رساند.



$\alpha$ : زاویه‌ی تابش نور - عدسی هم در فاصله‌ی کانونی متمرکز است.

از دید اپتیک عدسی وجود ندارد که نقطه‌ی کانونی واحد داشته باشد. چون زاویه‌ی برخورد به عدسی مهم است.

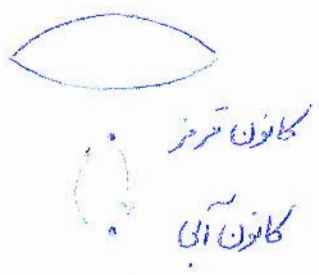
اگر فاصله‌ی min نقطه‌ی کانونی تا max آن کمتر از قدرت تفکیک دید انسان باشد (کمتر از 0.1mm) این

دو نقطه را یک نقطه می‌بینم. بوسیله‌ی روزنه می‌توان بازتاب اشعه‌های کناری را حذف کرد و این فاصله را کاهش داد.

این روزنه aperture نام دارد. با تراودادن روزنه  $\alpha$  کوچک رده و  $\sin \alpha$  کوچک می‌شود. فاصله‌ی  $\Delta$  را کم می‌کنند

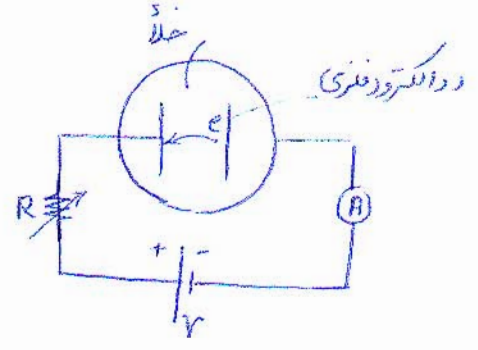
با  $\sin \alpha$  در هنجار کوچک می‌شود.  $\Rightarrow$  یک optimal (اپتیمم) وجود دارد که مناسب دارد. مثل میکروسکوپ‌های نوری

اگر دو اشعه با طول موج مختلف به عرضی برخورد کنند، در دو نقطه‌ی مختلف کانون ایجاد می‌شود. رنگ کارهای مربوط به اینست که را محدود می‌کند. تمام عکس‌های متالوگرافی سیاه و سفید هستند. اشعه با طول موج کمتر، کتری می‌شکند.



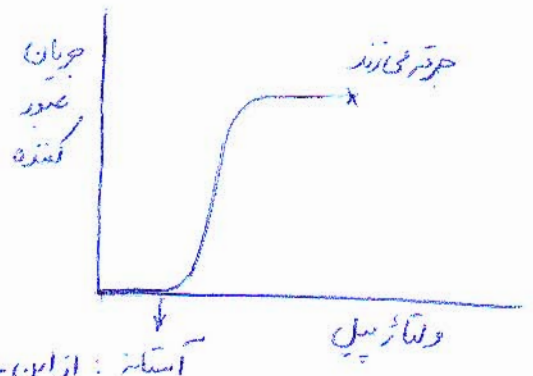
{chromatic Abberation}

آزمایش J.J Thomson :



اگر  $V$  با اندازه‌ی کافی باشد، آمپرسنج جریان را نشان میدهد. در واقع  $e$  ها بین دو صفحه حرکت می‌کنند.

با تغییر  $R$ ، ولتاژ تغییر می‌کند (در مدار الکترودها)



اینشتین و میلیکان :

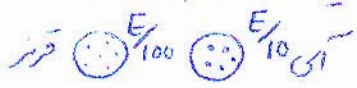
اگر نور مرئی را با اتم بیابانیم قاعدتاً باید آن را بشیم اما چون این انرژی خیلی کمتر از انرژی سکون آن است دیگر اتم نمی‌تواند آن را بشیم. با میکروکوپ های AFM نمی‌توان اتم دید.

آستانه : از این جا به بعد اگر  $R$  کم شود،  $V$  زیاد شده و جریان برقرار می‌شود.

اگر در آستانه باشیم ( $I=0$ ) نور قرمز بسیار قوی - آن بیابانیم، جریان برقرار شد. اما نور آبی با شدت خیلی کم جریان را برقرار نکرد.

رشته‌ی چاق درست را نمی‌برد اما تغییر می‌آید - تکرار انرژی سطح است.

به نظر رسید در امواج الکترومغناطیسی انرژی بصورت پیوسته نیست و کوانتومی است. در واقع اگر دو نور قرمز را داشته باشیم با انرژی یکسان ( $E$ ) هر کدام از آن‌ها بصورت سوزن ریز است اما با مقدار شدت 10 - در قرمز سوزن‌ها ریزتر اند با مقدار بیشتر. { فوتون‌ها }



بنابراین نور بصورت تکه تکه است و حالت پیوسته ندارد { فوتون } - این سیستم انرژی کوانتیک (جزء می‌گویند) quantic. به مکانیک کوانتوم آمد.

\* حرکت رایره ای حرکت طبیعی نیست زیرا نیاز به انرژی دارد. (گرمتر از نورتر) پس باید عاملی باشد تا این انرژی را فراهم کند. انرژی اولیه از سنگ شد، تا این رفته است. طوطی تئوری را در مورد این آزمایش تمام شده بود. (کتاب ۲۰۰۰) سوزن می‌آید.

هر جسمی که در حال نوسان باشد، انرژی آن بصورت تابش ممتد می شود. (مکینواخت نیست)

$E = h \cdot \nu$  : پله انرژی       $h$  : ثابت پلانک       $\nu$  : فرکانس

اگر  $\nu$  طوری باشد که پله انرژی آن 1J شود باید تکثیر نمی توان انرژی آن را تغییر داد مثلاً 1.5J شود. باید ماحدی به آن انرژی داد که انرژی آن 2J شود یعنی یک پله انرژی.

اگر  $\nu = 0$  (فرکانس نهد) پله انرژی صفر است و نتیجه هر مقدار انرژی می توان آن را داد.

نظریه دی برای (De Broglie)

هر جسم دارای حرکت از خودش موج تولید می کند. که  $\lambda = \frac{h}{m \cdot v}$        $v$  : سرعت       $h$  : ثابت پلانک

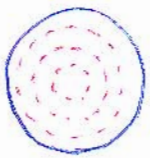
طول موج این موج وابسته به جرم و سرعت آن است. برای زمین این موج  $\lambda = 3 \times 10^{-63} \text{ m}$  است. کوچکترین  $\lambda$  قابل اندازه گیری برای گاما است ( $10^{-11} \text{ m}$ ). بنابراین این موج را نمی توان اندازه گرفت. این طول موج برای ذرات نیز مثل الکترون که جرم کمی دارند قابل اندازه گیری است. این امواج الکترومغناطیسی هستند.

جرم این ذرات طوری است که خود رزه روی موج سوار می شود (مثل موج سواری) و با هم دیگر برخورد دارند.

← الکترون موج نیست ولی رفتار آن به گونه ای است که گاملاً موجی به نظر می رسد.

بنابراین حرکت الکترون بصورت موجی است و چون  $E = h \cdot \nu$  پس الکترون هر انرژی را می تواند داشته باشد.

اگر یک اشعه الکترونی را به صفحه ای عکاسی بیا بینیم و بعد با آشکارساز آنرا مشاهده کنیم، ثابت می شود انرژی الکترون کوانتیده است:



مدار الکترونی طبق نظریه های کوانتومی اصلاً وجود ندارد و الکترون می تواند هر جایی باشد، اما اصلاً طبق همین نظریه ها کاری نمی

\* اگر دو چین گرافیتی را به هم نزنیم، مدار آن خفه می شود چون گرانیف دارد. اما اگر دو فولاد را به هم نزنیم صدای واضحی ایجاد می کند.

\* آزمایش میلکان : electron gun - اساس میکروسکوپ الکترونی همین است.

← تغییرات شتاب یک جسم (جرم) در حال حرکت موجب تشعشع امواج الکترومغناطیسی می گردد.

اگر فولاد را گذاشته کنیم نور از خود ساطع می کند : انرژی ذرات (یون ها) زیاد شده و این ها با الایا پایش رفته و از خود نور

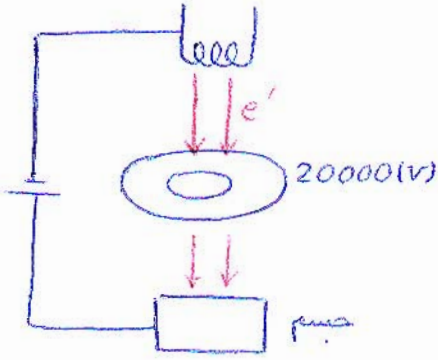
ساطع می کند. مثل لامپ ها که در اثر عبور جریان نور ساطع می کنند. مثلاً الکترون از سیم مسی با مقاومت کم بگذرد و به تنگس

می رسد و stop می کنند ← امواج الکترومغناطیسی ساطع می کنند.

دریای الکترون : مثلاً برای آهن در ظرفیتی اگر 1000 اتم آهن داشته باشیم، 1000 یون آهن ( $Fe^{2+}$ ) و 2000 الکترون داریم

باران حرارت این الکترون‌ها بالا رپاشن میشوند اما از سطح جدا نمی‌شود چون داخل لول وجود دارد. حالا اگر نخواهیم این الکترون‌ها را جدا کنیم:

با یک اختلاف پتانسیل قوی (20000V) الکترون‌ها از سطح جدا کرده و به سمت صفحه می‌کشند. ممکن است



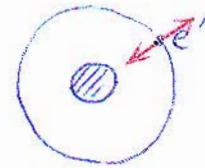
چند الکترون جدا شود اما متوقف میشود (یونیزه نمی‌شود) چون تقبیلی الکترون‌ها محکم تر به فلز (یون‌های  $Fe^{2+}$ ) می‌چسبند. در نتیجه مدار درست می‌کنیم

اگر سر راه این اشعه‌های الکترونی حساسی قرار نگیرد، میکروسکوپ الکترونی ایجا رنده است. (تفنگ الکترونی)

گفته شد که الکترون به دور هسته می‌چرخد. اما حرکت دایره‌ای نیاز به نیروی جانبی برقرار دارد. بنابراین طبق این نظریه یعنی حرکت دایره‌ای باید انرژی کاهش یابد. حالا چرا الکترون روی پروتون نمی‌افتد؟

طبق این نظریه، چرا الکترون بین دو مدار قرار نگیرد؟

(\*\*\*\*) نیروی گریز از مرکز یک ردی تمام میشود و e روی پروتون



می‌افتد

← بار دیدگاه کوانتومی باید به آن نگاه کرد:

حرکت الکترون ← موج ← قانون کوانتیک ← یا در مدار اول یا در مدار دوم ... است. (نظریه‌ای)

(\*\*\*\*) طبق قوانین کلاسیک نیوتن الکترون در نقطه‌ای 1 در لحظه‌ای معین تعادل دارد اما با ادامه حرکت بدلیل نیروی گریز از مرکز، e روی هسته سقوط می‌کند.

قانون کلاسیک نیوتن و نظریه‌ی رادرفورد نمی‌تواند توضیح دهد که الکترون روی مدار خاصی حرکت می‌کند.

اما طبق کوانتوم اگر به e انرژی بدهیم به پله‌ی بعدی صعود می‌کند.

هر چه الکترون از هسته دورتر باشد، انرژی آزاد آن افزایش می‌یابد. اما انرژی لازم برای گذر آن کاهش می‌یابد.

با توجه به نیروهای جاذبه بین هسته و الکترون و دفع بین الکترون‌ها، در هر مدار تعداد الکترون خاصی قرار می‌گیرد. الکترون

5 روی مدار دوم (دوره دارد): در مدار دوم نباید ← دفعی شدید بین الکترون‌ها در نتیجه این الکترون پنجم به مدار سوم برود ← تا با دفعش انرژی آزاد

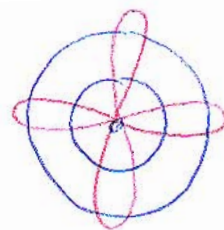
یک مسیر دایره‌ای شکل را انتخاب می‌کند تا راه صعود کند. در الکترون دیگر در این راه خواستند به این الکترون نزدیک شوند

این الکترون از مسیر دایره‌ای از این دور دور می‌شود. این مسیر انرژی بیشتری نسبت به مدار دایره‌ای دارد. اما این حال

انرژی آن در حدی نسبت کم به لایه سوم برود.

بیشتر فضای جهان، تهی است. مثلاً اگر زمین وارد سیاه چاله شود حتی خیلی کوچکتر میشود. رادرفورد با آزمایش تابانندگی اشعه  $\alpha$  به صفحه ای از طلا به این موضوع پی برد.

$n$ (عدد کوانتومی اصلی)	$l$ (عدد کوانتومی اوربیتی) $(\frac{h}{2\pi})$	$L$ : میزان (میلی اورب) رانشان می دهد.
1	0 ( $0 \rightarrow n-1$ )	
2	0, 1	$L=2$ از $L=0$ ، میلی تراست
3	0, 1, 2	
4		



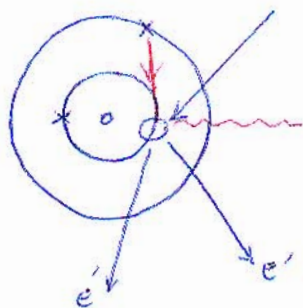
$m$  (عدد کوانتومی مغناطیسی)  $s : (\frac{h}{2\pi}) \text{ erg}\cdot\text{sec}$  (عدد کوانتومی اسپین)

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

اختلاف انرژی در الکترون در یک لایه  
باندازه ای یک بده است.

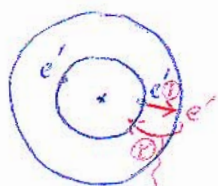
علت اینکه الکترون سوم در  $L=1$  به لایه دوم رفت این است که در الکترون در لایه اول وجود داشت و اگر این الکترون هم به لایه اول می آمد، انرژی بالای بود.

حال اگر با تشنگ الکترونی، الکترون دوم در لایه اول را از مدار خارج کنیم جای آن یک vacancy ایجاد میشود و الکترون لایه دوم به لایه اول می آید.



در این صورت یک موج ساطع می شود. این امواج الکترومغناطیسی دقیقاً باندازه ای بده که انرژی بین این دو مدار است. اگر این موج را بررسی کنیم، نوع ماده بدست می آید. چون برای هر ماده ای

این موج فرق می کند. این موج بخاطر تفاوت انرژی بین دو مدار است. از همین روش فهمیدند که مثلاً در خوردنی هلدیوم وجود دارد. هلدیوم در خوردنی تحرک می شود و نوری از خود ساطع می کند. هلدیوم عنصر شماره 2 است.



در اثر تحرک He، الکترون به لایه بعدی رفته و مانع تحرک دوباره به لایه اول برمی گردد. چون بارش به لایه بعدی، انرژی آزاد آن اثرش یافته است.

این اختلاف انرژی بین دو لایه، برای هر عنصری، منحصر بفرد است. در He الکترون در دو مدار از مدار 1 - سوم برود.

روی زمین اندازه گیری می شود و چون کوانتومیت مقدار مشخصه است.

هر مدار برای خود، حد انرژی دارد.

اگر الکترون از مدار اول کنده شود و بیرون رود، الکترونی از مدار دوم به مدار اول می آید. و یک اشعه می گند  
 به نام  $K\alpha$ .

ممکن است از مدار سوم به مدار اول پرش داشته باشیم:  $K\beta$ . طول موج  $K\beta$  از  $K\alpha$  کم تر است چون انرژی بیشتری دارد.

اگر از مدار دوم الکترونی کنده شود، از مدار سوم الکترون می تواند به جای آن آید:

$3 \rightarrow 2 : L\alpha$

$4 \rightarrow 2 : L\beta$

$K\alpha$  و  $L\alpha$  ... برای هر عنصر منحصر به فرد است اما ممکن است

$L\alpha$  برای یک عنصر با  $K\alpha$  یک عنصر دیگر برابر شود. در این صورت نسبت ها شروع می شود.

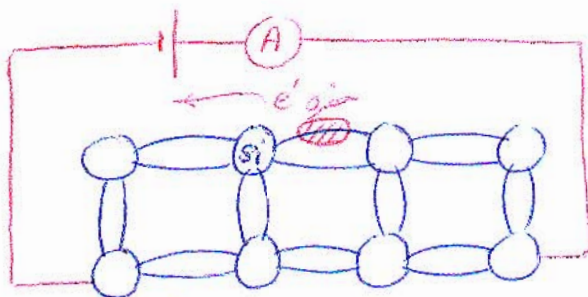
86.8.2 - حلبرومی سوم

طبیعی که از آنم شش می شود را می سنجیم. (اندازه گیری انرژی). Energy dispersive spectroscopy. (EDS)

اما روش دیگر هم وجود دارد: روش اندازه گیری طول موج.

wave length Dispersive spectroscopy. (WDS)

در مورد انرژی، از نیمه هادی ها استفاده می شود (سیلیسیم و ژرمانیم) که چهار ظرفیتی هستند.



مقاومت الکتریکی در این حالت به نهایت است.

چون: الکترون های آزاد از Si با هم درگیر هستند.

با دادن انرژی به این نیمه هادی، حفره ایجاد می شود.

و مقاومت تغییر می کند. اگر انرژی آزاد شده از آنم را به نیمه هادی بنماییم مقاومت تغییر می کند. در واقع الکترون ها کنده شده (با زمین رفتن پیوندها) و مقاومت کاهش می یابد.

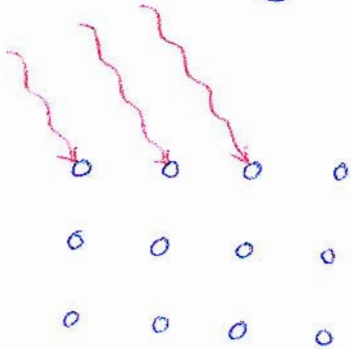
اما مشکل اینجاست که گریسیال کامل در واقعیت نداریم و عیوب زیادی در آن وجود دارد. همه دقت این روش هم جنبی بالاست. تا 1٪ تقریب یا 0.1٪ تقریب می زند.

حدهای موم - P(5)

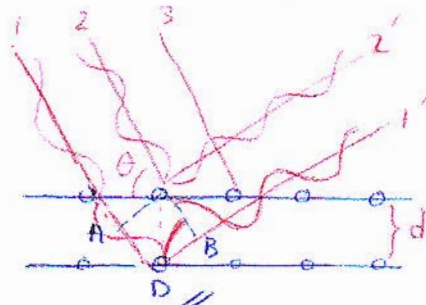
رشته‌های حساس را در دمای معینی بکار می‌برند چون ممکن است دچار تحول‌های برگشت ناپذیر شود. مثل همین رشته اندازه‌گیری انرژی. بخصوص اگر در رشته‌های نیرهای باشد.

۲- روش اندازه‌گیری طول موج :

براک (Brag) : در مقیاس اتمی، فضاهاک خالی زیادی وجود دارد. اگر طول موج کاربردی ما در حدی باشد که - ساختمان اتمی نفوذ کنند. یک دسته اشعه‌ی هم فاز را به اتم‌های ما بیاوریم :



در موجی که با هم اختلاف فاز دارند اثر تضعیف کننده‌ای دارند



قانون براک :

موج ۱ - داخل نفوذ کرده اما ۲ بلافاصله برمی‌گردد. موج اول  $AD + DB$  مسیر فاصله طی کرده است. همچنین دلیل

در موقع برگشت برخلاف آمدن، اختلاف فاز پیدا می‌کنند.

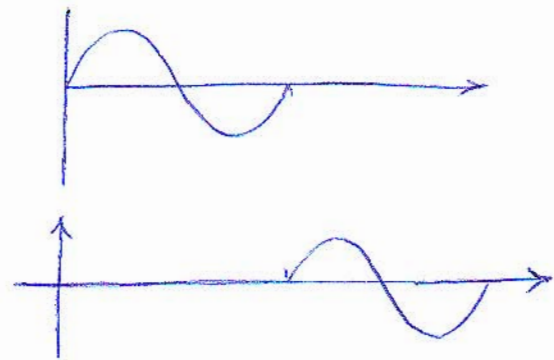
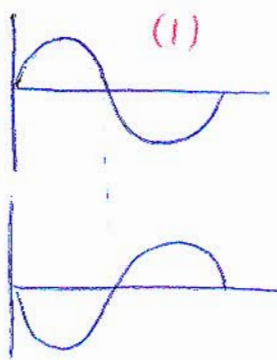
اگر بین شعری اول و دوم  $0.01\lambda$  اختلاف باشد.

شعری اول و شعری بیست و پنجم  $0.25\lambda$  در رفت و  $0.25\lambda$  در برگشت با هم اختلاف مسیر پیدا می‌کنند.

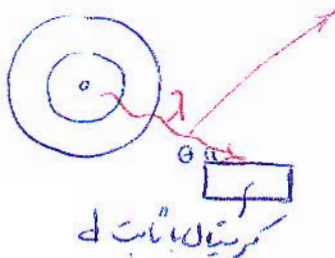
در کل  $\frac{\lambda}{2}$  اختلاف مسیر پیدا می‌کنند. یعنی : همدگر را خنثی می‌کنند. پس اگر موجی به داخل ساختمان

اتمی نفوذ کند هیچ بازتابی از آن وجود نخواهد داشت مگر : اختلاف مسیر در رفت و برگشت شعری از  $\lambda$  باشد.

یعنی :  $n\lambda = 2d \sin \theta$  < موجی را که فرستاریم پس می‌گیریم



این طول موج (موج) که از اتم  
شعری می‌شود : طیف مشخصه  
Characteristic Ray



در روش ۲ :

سطح گریسالی را طوری می‌چرخانیم که در برگشت موج داشته باشیم  
در نتیجه در یک  $\theta$  مخصوص این اتفاق می‌افتد.  $d$  و  $\theta$  را داریم در نتیجه  
 $\lambda$  بدست می‌آید و این  $\lambda$  برای هر اتم مقدار ویژه‌ای است.

❓ در دستگاه معمولاً برای  $n=1$  و خیلی کم برای  $n=2$  درست می آید.

روشنی (موقعی، زمان بر و گران قیمت است).

در آینه چطور نور مری را تحت حرز ادبی می بینیم؟ نفوذ نمی کند (طول موج مری به آینه نفوذ نمی کند)

نمونه گیری باید صحیح کل نمونه باشد. سپس سیستم نمونه گیری باید درست باشد.

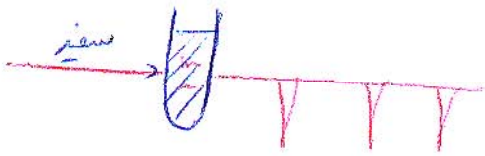
- ۱- وقت
- ۲- سرعت
- ۳- قیمت (دوری)
- ۴- تعداد نمونه

روش های نمونه برداری:

- ۱- نمونه برداری سیستماتیک
- ۲- نمونه برداری اتفاقی

در روش برای حرکت کردن اجسام: درجهی روش ها طیف سنجی (spectroscopy) می کنیم.

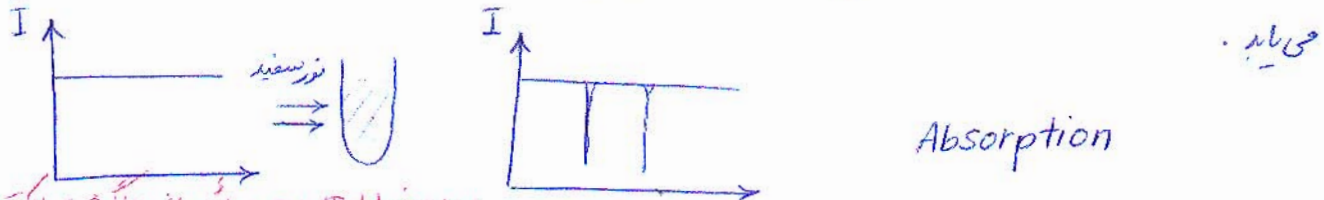
۱- روش جذب (Absorption): جسم را در لوله در محلول حل می کنیم. طول موج سفید (دارای تمام طول موج ها) را آن می آید. نگیسی از عناصر نگیسی از طول موج ها را جذب می کند. پس طول موج حاصل نگیسی ها افت پیدا می کند.



۲- روش نشر (Emission): از تیرین موج های بنی در هم. نمونه را حرکت کرده و موج نشر شده را بررسی می کنیم. مثلاً روی آن لیزر می زنیم، حبه می زنیم، یا تعنگ الکتریکی. دامن موج را با همان در روش انرژی طیف سنجی (طول موج) بررسی می کنیم.



در مورد جذب: بعضی از طول موج ها توسط محلول جذب می شوند. شدت این طول موج ها نسبت کاهش می یابد.



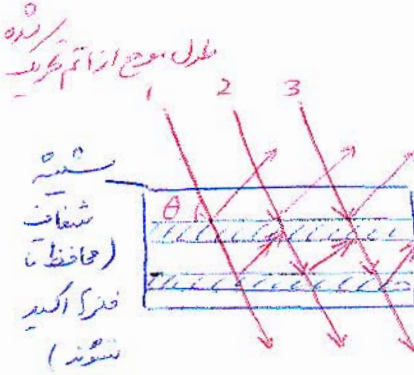
در طول خوردگی هم موج های سازگار گشت اکثرین به محل تپلی خورد ایجاد می شود ولی جذب کمی کم است

هدی دستگاه های دنیا از 5 بخش (box) زیر تشکیل می شود:

- ۱- نگهدارنده ی نمونه: در جذب لوله ی شیشه ای شفاف نور تا نور از آن عبور کند. برخی محفظه ها خلا هستند و...
- ۲- منبع تحریک: در جذب نور سفید است. می تواند شعاع، جرمه و لیزر باشد.
- ۳- انتخاب گر طول موج: جدا کردن انواع طول موج ها از هم. اول **quality** و بعد **quantify**: مسترر <sup>کیفیت</sup> <sup>کمیت</sup>
- ۴- آشکارساز: وسیله ایست که موج گرفته شده را معین کرده و مقیاس را هم معلوم می کند.
- ۵- تحلیلگر سیگنال: تبدیل این امواج به برق به منظور تحلیل این امواج: Remote (کنترل تلویزیون) در واقع نور <sup>بدری شده</sup> به برق توسط آشکارساز را تحلیل می کند توسط <sup>بگیری وسیله و دستگاه؟</sup>

اگر طول موج ها از هم جدا نشوند طول موج آهن و سیلیسیم مثلاً با هم جمع شده و پیوند های Si یا Ge را شکسته و یک برق خاصی را تولید می کند که مثلاً مربوط به سدیم است.

مستور می تواند طول موج های برقی را تقلیل کند. اما در حد طول موج های پایش نیست.



{ فیلتر های جذبی }

$$n\lambda = \frac{2d}{\cos\theta} \checkmark$$

اگر راه طبری بالا معتبر باشد نور را پایش می بینیم و گرنه چیزی را پایش نمی بینیم. یکی از معایب این وسیله این است که مقداری زیادی از نور را جذب می کند.

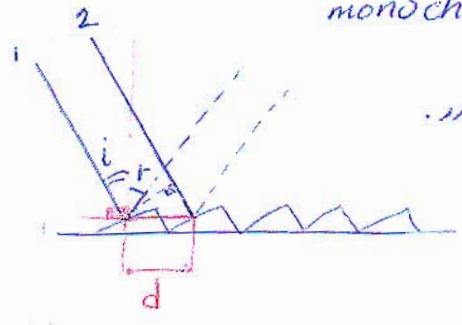
لیزر را نیز از همین جهت دارای رانندگی پایش می داریم چون مثلاً 80% نور را حذف و 20% را انتخاب می کند و تکفام می کند. مسیری فوق را در جهات مختلف قرار می دهیم.  $\theta$  را داریم،  $d$  را هم داریم از نتیجه  $\lambda$  وادست می دهد.

### مفهوم کاربرگ :

داخل شبکه‌ی ام‌ها فضاهای خالی زیاد است. اگر طول موج کوتاه باشد به داخل شبکه نفوذ کرده و راه می‌رود. بر اساس اختلاف راه طول موج‌ها، اختلاف فاز ایجاد می‌شود.

تانون برآگ برای ام‌ها نیست که ساکن باشند. از میکروسکوپ الکترونی در نمای ازت تابع استفاده می‌شود. رقت این دستگاه وقتی بالایی بود که میزان کتری را جذب کند و میزان بیشتری را رد کند.

سیستم مونوکروماتور: (تک رنگ کننده) monochromator



Grating (شبه انعکاسی) اساس کار: روی صفحه‌ی دندان‌دندان وجود دارد. (اختلاف راه = اختلاف فاز)

وسط دندان‌ها  $d$

حین این دندان‌ها آینه است. در  $1 \text{ mm}$  ، 4000 از این دندان‌ها وجود دارد. هر دندان  $250 \text{ nm}$  است و عمق این دندان‌ها بسیار است. اجازه‌ی بازدید از این قسمت کارخانه وجود ندارد.

تا به حدود دندان، درون دندان  $d \sin i$  پرتو راه می‌رود. در برگشت، اوجی  $d \sin r$  پرتو راه می‌رود. اختلاف راه این دو =  $d \sin i - d \sin r$

اگر  $n\lambda = d(\sin i - \sin r)$  ، اشعه بازتابش می‌شود. در غیر این صورت برگشتی نداریم. (بازتاب نداریم) تقریباً هر چه نزدیک این Grating می‌خورد برمی‌گردد چون آینه است. اما قطار یک زردایی خاصی آینه است چون اختلاف راه ایجاد میکند. (مطابق سیستم برآگ کار می‌کند) پس دورترین طول موج داشته نداریم.

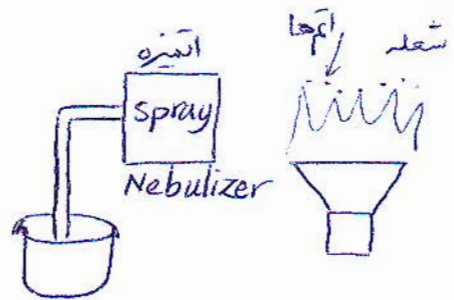
اساس دستگاه Grating می‌باشد چون وقت دستگاه را تعیین میکند.

مشهور چند مشکل دارد:

- ۱- شبیه کامل نداریم. - تفکیک مناسب را ندارد.
- ۲- فاصله‌ی بین دو طول موج را نمی‌توانیم (در طول موج بازتابی) و منظم نیست. بدست آوریم.

Atomic Absorption Spectroscopy \*

وقت آن در حد ppm (part per million) است. خیلی اهمیت دارد. چند هزارم درصد در سسیمی اندک و آلوده می کند، جایی که احتیاج داشته باشیم بیشتر داریم. جسم را باید حل کرد. پس نمونه محلول است. در این روش مستقیم کار نمی کنیم (سختیها اکسیدها ... لازم نیست حفظ کنیم). پس نمونه باید حل شود.



در اسید حل می کنیم ← دستگاه اسپری کننده. خارج از سیستم مشعل داریم. نمونه را اسپری می کنیم داخل شعاع تا تک آتمی شود.

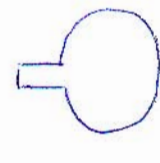
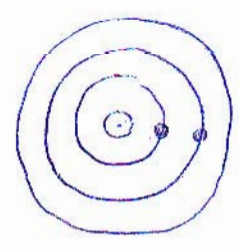
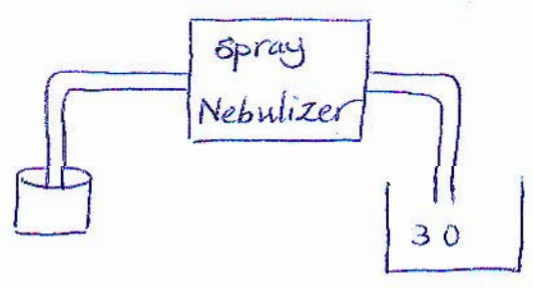
چرا ppm؟ در واقع ساختار را داریم. ساختار را تحریک می کنیم یعنی اساس را بهم می زنیم ←  $K\beta, K\alpha, \dots$



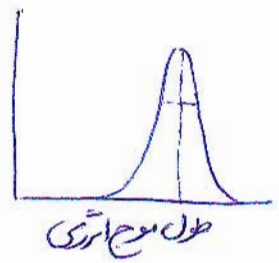
کارهای آزمایشی انجام می دهیم. آهن خالص چقدر بدست می آید؟ عملاً نداریم. Low Carbon. معمولاً Fe و C درگیر هستند. Si داخل Fe است. نیزوهای بین شنبلیله داریم. مشکل این است که در طبیعت آهن خالص نداریم. پس بهترین کار، تک تک راستن اتم هاست.

۱- جسم را محلول می کنیم. (در اسید حل می کنیم) ← در شعاع اسپری می کنیم نمونه ای که بعضی رسیدن قطرات، بخار و تک آتمی شود. مثل Spray های معمولی. ولی نوی تر است به نام Nebulizer. سعی می کند کاملاً تک آتمی شود.

بعد از این مرحله یعنی وقتی تک آتمی شد، از کجا بفهمیم این چه ماده است؟ مشکل این جاست که باید تک تک نشان اتم ها بگیریم.



$K\alpha$   
 $K\beta$   
 $L\alpha$   
 $L\beta$



تنگستن (W) در حالت طبیعی دارای دارد کاملاً مشخص. در اینجا 2، E جدا داریم: E جذب - E خارج شدن از تحریک

دو جور مختلف هستند. «گذرن و ناشی از انتقال»

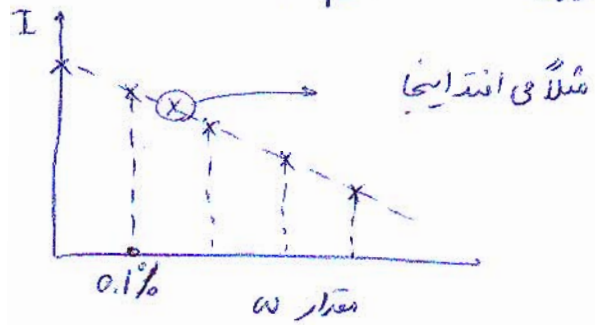
چون  $7200\text{eV}$  این است، انرژی جدا شدنش را نیز در بر می گیرد.  $7200\text{eV}$  }  $6800\text{eV}$  }

اگر  $\omega$  باشد،  $I$  کوچک می‌شود.

اگر  $\omega$  خیلی نا نداشتن باشیم،  $\max(I)$ .

شدت بعد از سطحه  $I$  شدت قبل از سطحه  $I_0$

اگر  $\omega$  موجود باشد،  $I$  تضعیف می‌شود.



کالیبراسیون دستگاه

حالا لامپ را در آورده، لامپ را عوض می‌کنیم. رینال Mo می‌گیریم.

\* این دستگاه 2 فالتور مختلف دارد: حساسیت جفتراست }  
 grating Nebulizer جنبی مهم است مثل grating }  
 تعداد لامپ دستگاه چهارتاست. }  
 2 لامپ فوق درون > 20 لامپ نمونه

برای عرضی باید این کار را انجام داد. بعضی جاها واجب است انجام دهیم. اهمیت ppm را بدینم.

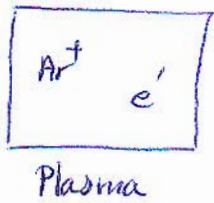
روش دومی است اما طولانی مدت. محلول گران قیمت است. دقت جنبی بالا است. 100 هزار Transition برای هر عنصر کنار می‌گذارد. مشکل: هر عنصر باید لامپ و عوض کرد.

ICP : (Inductivity Coupled Plasma) \*

پلاسما چیست؟

جواب: محیط اتمی یونیزه شده. تعداد یون‌ها و تعداد الکترون‌ها، بالانس شده باشد.

از نظر بار کل الکتریکی خنثی باشد. پلاسمای رابع و سرد داریم.



$n(e^-) \uparrow$  و  $n(Ar^+) \downarrow$  ← پلاسمای سرد تر

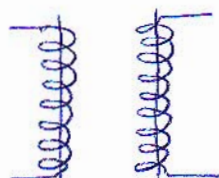
در این جا از این سیستم استفاده می‌کنیم ← جذب ←  $\lambda$  می‌فرستیم  
 ← نشر ← خود ماده نشر می‌کند

رنگ، عامل اصلی خود جسم است. اختلاف بار روش تبلی: شعله و لامپ نداریم.

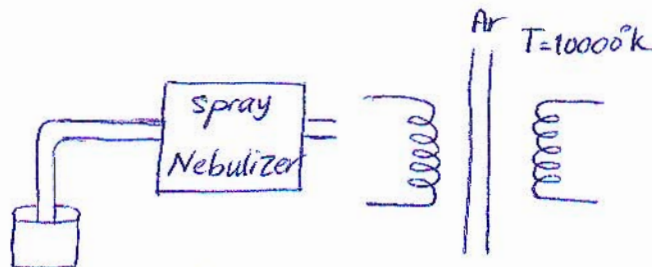
Transformer (ترانسفورماتور) با برق AC کار می‌کنند. تغییرات متناوبی جریان ← تغییر جریان مضاطبی

جریان برق شهر = 50HZ در این جا = 2.8MHz B به قدری است که

هر موجودی، انسان، و...



2.8 MHz



برای گرم کردن و تحریک کردن از پلاسما استفاده می‌کنیم

اتم‌های Ar شدت به هم می‌خورند. E کافی برای تحریک و اصطکاک اتمی

دما تا 10000°k بالای رود. دمای سطح خورشید 5000°k است. { پلاسما آنگرد می‌کند دمای 10000°k را تحمل کند }

حتماً آتیزه می‌شود. وقت این دستگاه‌ها راجد PPB است؛ 1 اتم غریبه را در بین 1 میلیارد تشخیص می‌دهد

1 کیپسول Ar را در 2-3 hr مصرف می‌کند. فقط نمونه‌ی اول هزینه در بر دارد. چون روشن نمی‌شود، 100 تا مصرف را

بهم انداز می‌گیریم.

کافی است در جبهه‌ها { در قبل از هر دفعه 1 لایه } در اینجا حدیثین مصرف می‌کنیم  
 وقت راجد ppb ، فعلاً همین روش وجود دارد.

\* هزینه‌ی ایزت بالاست. تلب این سیستم grating است؛ (Spark Emission Spectroscopy)

فجالت بیشتر از 2mm باشد، حتماً می‌زند. نمونه را در محل قرار داده. آند: تلگس W V

چون فزاست، تحریک، grating می‌آید. نمونه‌ی منفی

حس: 30 - 40 - 50 تا مصرف می‌کنیم انجام می‌دهد. مرتب شروع می‌کنیم هزینه‌ی بزرگ

درده می‌زند و آکسید می‌شود. تحت گاز ایزت.



کوانتومتر: نام منفی روش

پایه‌ی دستگاه. کف نمونه باید صاف باشد. بخاطر نمونه‌هایی که می‌زند سیاه می‌شود. وی اگر N2 داشته باشیم فقط 1 نقطه سفید در اثر جریتم‌زدن. (فقط نمونه‌های منفی)

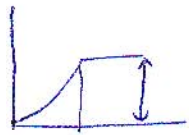
نام علمی: SES. وقت؟ عناصر خاص در محدوده‌ی خاص

تنظیم برای استاندارد مشخص؟ در روش تلبی spray می‌بریم برای آتیزه کردن

std چه در است؟ L نمونه blank می‌گذاریم و آن را می‌زنیم و معیار قرار می‌دهیم



در SES که حال کوانتومتر است، باید نمونه شناخته شده و std داشته باشیم.



این ارتفاع معادل  
2٪ کریب است

نمونه در دستگاه spark، می‌دانیم 2٪ دارد.

یعنی باید ترکیب نمونه‌ها را بدانیم.

مثلاً می‌دانیم چدن داریم. نمونه‌ی شمول را مشخص می‌کنیم. خیلی سریع range را تعیین می‌کنیم.

روش بسیار سریع و باید بدانیم دنبال چه می‌گردیم. وقت: 0.1٪.

کارخانه‌هایی که با چدن کار می‌کنند، base = Al دارند.

بناظر spark، روی کنیواختی حساب می‌کنیم. در چدن C 3٪ کریب داریم. به شکل گرافیت آزاد، بدت

تجزیه می‌شود! (تجزیه می‌شود)

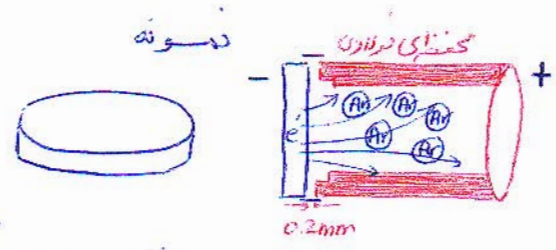
فولاد کریب بالا. (چدن سفید) با چدن خاکستری فرق نمی‌کند. گرانیت آزاد دارند و مستقیماً نمی‌توان از این روش برای

آنها استفاده کرد. پس remelt می‌کنیم تا چدن گرافیتی به چدن سفید تبدیل می‌شود.

تک اتمی در طبیعت وجود ندارد اما در کربن سیال می تواند وجود داشته باشد که خواص آن با حالت اتمی متفاوت است. تمایل داریم آنمیزه کنیم. یعنی آنمیزه کردن نمونه. توسط دستگاه ICP. که دقت آن در حدود  $1 \text{ ppb}$  است. در این دستگاه دما تا  $10000^\circ \text{K}$  بالاتر می رود و حالت ماده پلاسما می شود.

در دستگاه کوانتومتر، در مورد جدول های گرافیتی جواب نمی دهد و باید دوباره آن را ذوب کرده و سریع سرد کنیم تا چون سفید ابار شود.

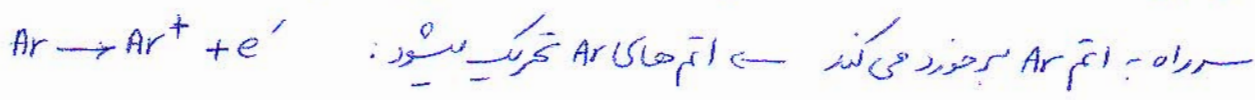
\* Glow discharge (G.D)



یک محیط پلاسما معمولی است.

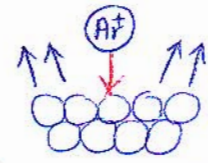
درون سیستم با Ar پر شده است.

یک جریان از  $e^-$  از کاتد به آنده می رود چون نمونه را هاری گرفته ایم. این  $e^-$  از محفظه آرگون را عبور می کند.  $e^-$



$\text{Ar}^+$  به سمت نمونه پرتاب می شود.  $e^-$  ها به سمت محفظه می روند. به بیابان یونی

اگر شدت پرتاب کافی باشد (V کافی باشد) - اتم های نمونه خارج می شود



- اتم های نمونه وارد سیستم می شود. لا - لا - اتم ها کند شده و اتم - اتم دارد محفظه

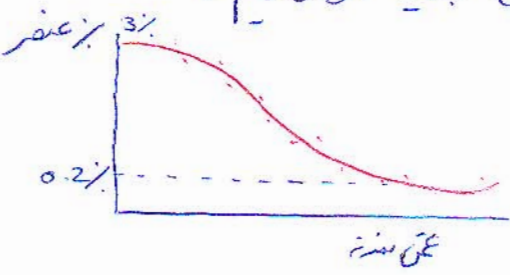
می شود - همان بددی سر این اتم های آید که به Ar آید بود. - این اتم ها تحریک شده و اثر

آن را توسط grating بررسی می کنیم. pick آرگون معلوم است چون در رابطه اشعه ای مربوط به Ar -

grating برخورد می کند.

در روش Absorption باید ابتدا آنرا حل کرد. در روش کوانتومتری (spark...) ادلا نمونه تک اتمی می شود

ثانیاً فقط نا حیدای که برته آن رده می شود. آنالیز می شود. در روش GD - یک منحنی می رسم:



چون در روش GD، اتم ها لا - لا - کنده می شود

اما در روش های دیگر فقط گفته می شود مثلاً 0.2%

GD میزان اکسیداسیون در سطح را نیز می توان نمود.

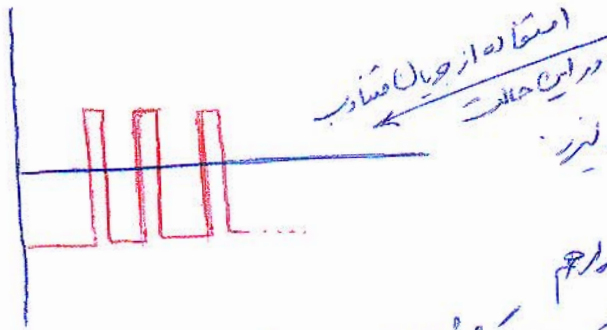
در این روش فقط فیلتر می توان قرار داد. اما برای غیرهاری ها باید فکری کرد.

هیچ جسمی جاری مطلق و عاتی مطلق نیست. اما مشکل آنها این است که بعد از یک مدت که آنکرون جایماند

قلعه می شود. بعد آنکه در آن در سطح اول کنده می شود اما چون جری های این آنکرون را نمی گذرد و ارا به پیدا

نمی‌کنند. بجای چند ثانیه جسم یونیزه می‌شود و روی سطح اول یون‌های Ar قرار می‌گیرد ← Ar حتی شده و

تکرار می‌شود: (الکترون‌ها برمی‌گردند) [۴]



چون فقط برای نمونه‌ی فیزیکی حرکت ایجاد می‌کند برخلاف لیزر spark ...

گنج را که کوآنتومتری کرد چون هاری نیست.  $\lambda = 1000 \text{ nm}$

بجای لیزر چون لیزر  $\lambda = 1000 \text{ nm}$  بود و کوآنتومتری نمی‌توان کرد چون انرژی‌ها غیرهاری اند.

در روش ICP: طیف وسیعی از عناصر را به نامی دارد. مثلاً در یک ماده ممکن است 20، 50 تا عنصر را آسانیز کنند.

spark ... چند مشکل دارد: برای هاری حالت - انرژی نمی‌کند - در مورد چگونگی جواب نمی‌دهد چون گرانتی خاص

دارد. طیف اتمی خیلی اتم‌ها را کمت تأثیر قرار می‌دهد چون خیلی اورد حرکت می‌شود. در این نمونه معاماید زرد محدود انجام

دار ← remelt ← سریع سرد کردن ← آهن - سنجیت

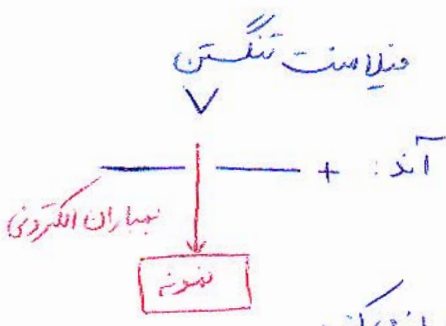
میکروسکوپ الکترونی:

فقط ترکیب شیمیایی مهم نیست. مثلاً فولاد با 0.3٪ کربن نمی‌توانیم چه‌قدر سختی دارد. این به ساختار داخلی مربوط می‌شود.

اگر میزان خیلی کم Te در فولاد باشد کار را خوب می‌کند.

اگر فولاد را در ICP حل کنیم دیگر ساختار را از دست می‌دهیم. تغذیه الکترونی

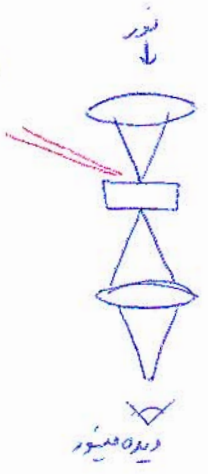
در روشی مواد وقتی درون گاهی از خوب درین هم تراست.



در تقالوگرافی روی برگشت نور حساب بازمی‌کنیم:

→ سطح پوشش می‌شود.

میکروسکوپ معمولی:



نمونه سفت

در میکروسکوپ الکترونی با تغییر دلتا اندک  $\lambda$  برای تراز کردن

تغییر کرد.

$$d = \frac{0.612 \lambda}{n \cdot \sin \alpha}$$

$$E = e \cdot V \text{ (در انرژی الکترون)}$$

$$E = \frac{1}{2} m v^2 = e \cdot v$$

$$\lambda = \frac{h}{m v}$$

انرژی زیاد، سرعت زیاد ←  $\lambda$  کم ←  $d$  کوچکتر

در میکروسکوپ TEM که اشعه‌ی مربوط باید از ماده رد شود و دلتا زیاد نیاز است: 100 kv ، 200 kv

Transmission Electron Microscope

و حتی در ناسا 1000 kv. طول موج حدود 2 nm. نمونه باید درجه‌ی چندانایی کمی سرد باشد تا که آب مثلاً نباید در حال حرکت باشد و سوراخ نور همی باز باشد

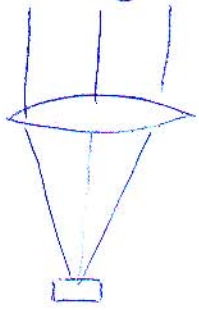


میکروسکوپ TEM در Ultrastructure مفید است. مناطق GP. یک مرحله پایش تراز. Mirostr. در تلویزیون هم اشعه های الکترونی داریم. وقتی از structure میگذرد باید یک صفحه فلورسین داشت. اگر شبیه تقریباً در یک نقص باشد، تصویری شیری رنگ می بینیم. اگر در شبیه نقص باشد، حالتی از آن در فلورسین دیده میشود. مثل سایر هر دست روی صفحه کاغذ. آبیتری نمونه در TEM خیلی سخت است. ← شبیه از SEM استفاده میشود.

(کتاب در مورد اصول و کاربرد میکروسکوپ های الکترونی - سرپرستی - درستی - علم و صنعت)

SEM :

برای دیدن یک جسم که نازک نیست، TEM فایده ای ندارد. میکروسکوپ نوری دو مشکل دارد:  $\lambda$  - نور عبور نمی کند. عمق میدان: depth of field: حداکثر عمقی است که می تواند بصورت واضح دیده شود.



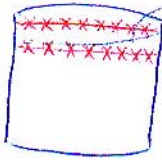
اگر تصویر روی فاصله کانونی نباشد اما در فاصله کمتر از 0.1 mm باشد ما آنرا باز هم واضح می بینیم. چون کمتر از قدرت تفکیک چشم ما است.

$$H = \frac{0.612 \lambda}{n \cdot \sin \alpha \cdot \tan \alpha}$$

عمق تپت: H

استفاده از اشعه های الکترون، d بالاتر از H پلاستی بی نامی دهد.

برگشت سریع سرخط



در لامپ تصویر تلویزیون، همان تفنگ الکترونی داریم.

← با داشتن یک سری سیم پیچ (yoke) در میان مغناطیسی متحرک میشود. scanning coil

تمام تصویر باید قطع ساخته میشود اما این نقطه ندرانی بودن خود را از دست نمی دهد. این

تصویر متحرک نیست ← ۲۵ تصویر در ثانیه ایجاد می کند. اگر خطاب شود خط ها که برگشتن را هم می بینیم.

SEM: scanning Electron Microscope

SEM فقط به سیم scanning آن ربط دارد. در TEM هم scanning گذاشته اند ← STEM

اما کمترین آن Transmission است. پس SEM اسم مناسبی برای این میکروسکوپ نیست.

با این سیم، نمونه را جا روی کنیم. (سطح کمرته) ← انتقال روی تلویزیون. اگر  $10^{10}$  جا در ثانیه روی  $10^{10}$  بیاید

بزرگنمایی 1 است. اگر  $5^{10}$  جا در ثانیه روی  $10^{10}$  بیاید ← بزرگنمایی 2. در SEM ، 200000 برابر

است. 3.4nm . TEM tanan است

تصویر در میکروسکوپ الکترونی سیاه سفید است. درنگ وجود ندارد. فقط Contrast است.  
درصدا در عمق هم وجود دارد.

۱۶/۹/۷

P(1)

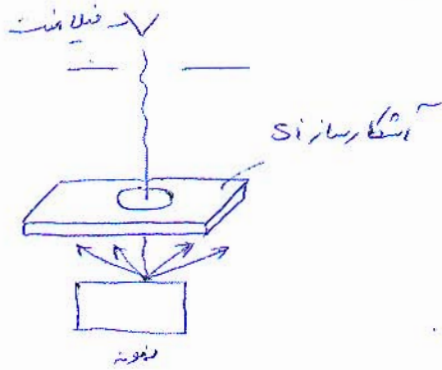
در میکروسکوپ الکترونی تصویر روشنی است. (SEM)

الکترون ها به سطح خورده و پس از برخورد پراکنده می شوند.

توپ اگر به زمین بخورد به بالای می گردد ولی اگر به سطح نرم برخورد بر نمی خورد چون انرژی آن صرف تغییر شکل سطح رفته است.

اگر الکترون به سطح برخورد و برگردد، (Back scattered) شده است. تصویر ازل از این الکترون ها است:

Back scattered electron (BSE) : تصویر الکترون های بازگشتی



Si : پیوند ها کئوولانت ← مقاومت ∞  
↑ با خوردن الکترون هدایت

انرژی الکترون ها را خود مان با تعیین ولتاژ تعیین می کنیم.

چون سطح یکسان نیست پس انرژی های متفاوتی را آشکار ساز حس می کند.

پس در هر نقطه از سطح یک انرژی ثبت می شود. مثلا اگر در سطح آهن یک جاتی

گرافیت باشد وقتی گرافیت می رسد، انرژی کمتری نشان داده چون نسبت به آهن نرم است. این سطح به شکلی آن نقطه ایگی دارد که آیا شکله باز است یا نه.

در این روش فازهای که 3 عدد اتمی اختلاف داشته باشند، تشخیص داده می شوند.

کاربردش : شناسایی - رخنه گیری


در میکروسکوپ الکترونی یک شش را می توان بصورت بزرگ دید. اما در میکروسکوپ الکترونی، بصورت درمکز سفید سیاه

می بینم.

در میکروسکوپ الکترونی موارد زیر مشاهده می شود:

- ۱- عدد اتمی متوسط : سنگین تر
- ۲- آرایش کربنی کربانی بهیج : جهات خوردن خوردن کرده می شود. مثلا یک دانه دارای باشد، بیشتر می گراند.
- اندیس (۱۱۱) و (۱۱۰) ← پس الکترون ها با برخورد به (۱۱۱) در برخورد انرژی بیشتری دارند.

چه اجسامی را می‌توانیم ببینیم؟ چون دو چشم داریم، در بین ۱ متر دارد ← عکس دو بعدی است.

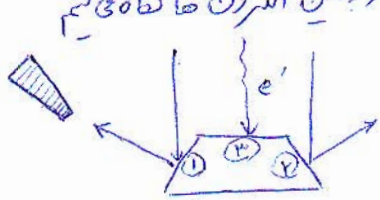
تصاویر سه بعدی  دیدیم یک تصویر در دو بعد دیگر تصویر دیگر.

راه دیگر: از جسمی در دو جهت با دو زنگ تصویر بگیریم و یک عکس می‌گیریم که زنگ در دو طرف مثل همان زنگ‌های اولی باشد.

تصویر الکترون‌های ثانویه: Secondary electron Image (SE)

اگر الکترون شنبه را به هم نزنند مثل: توپ از فاصله کمی در آب بیفتد. اگر ارتفاع توپ زیاد شود، قطر آب را از هم جدا می‌کنیم. اگر الکترون‌ها دارای انرژی کافی باشند، ممکنه را تحریک کرده ایم. انرژی: وگنارین آند و کاند از نیروی

چینندگی الکترون‌ها به درازمانند، الکترون تحریک می‌شود ← الکترون از نمونه کنده می‌شود. پس با یک الکترون چندین الکترون از نمونه بیرون پاشیده می‌شود. در این حالت، آشکارساز کنار است؛ پس از آنجا بر این الکترون‌ها نگاه می‌کنیم



الکترون ثانویه ← از جسم آمده

سطح ① دیده می‌شود. سطح ③ خاکستری است. سطح ② تیره.

در بررسی شکست از SE استفاده می‌شود. (مقاطع شکست) اما در میکروسکوپ‌های نوری عموماً میدان کم است و تیره دیده می‌شود. تصویر در SE سه بعدی تر است.

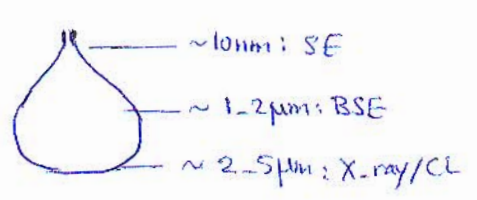
در تصویر SE، رنگ سفید مسکن است از جنس بیرون سطح ناشی می‌شود اما در BSE، رنگ سفید یعنی نازهای سنگین تر.

در SE گرانیت حل شده را می‌توان تشخیص داد. اما در ICP فقط در صد گرانیت دیده می‌شود. وجود گرانیت حل شده در موتور، نسبت ایجاد می‌کند.

برای تشخیص باز بودن شبکه، حرمی شبکه بسته تر باشد، نفوذ سخت تر است. قیمت‌های پرزنگ (در slide) احتمال برگشت

اتم بیشتر است و سازه‌های بی‌انتهای بعضی الکترون‌های هزرتنه. قیمت‌های پرزنگ شبکه، گلابی است. حرمی وگنارین آند و کاند

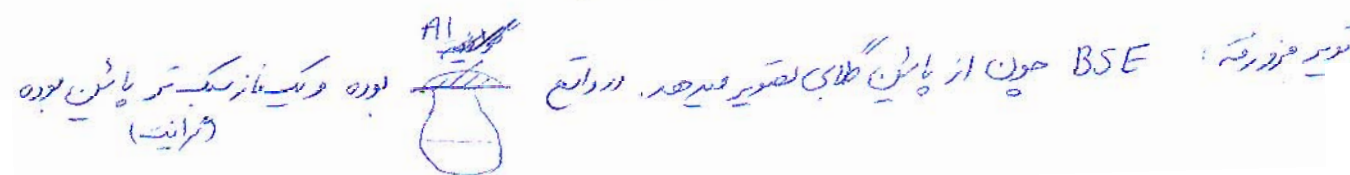
تیره، در این گلابی بزرگتر می‌شود.



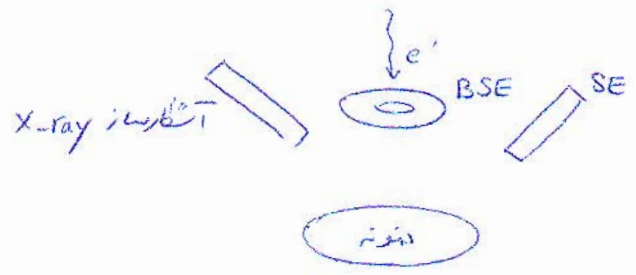
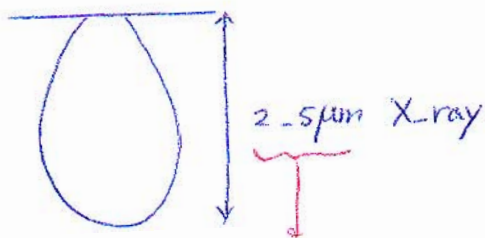
تصویر ثانویه، از عموماً سطحی شده در بیرون می‌آید برای BSE از عموماً بیشتر می‌آید.

پس در BSE عموماً نمونه دیده می‌شود. تیره‌تر است.

در SE چون الکترون از نمونه می‌آید، انرژی کمتری دارد. مثلی توپی که بر می‌خورد و آبی که از طرف بیرون می‌ریزد.



برای کندن الکترون اولی در آهن، انرژی لازم است بین ولتاژ بین آن دو کاند معلوم می شود.



Energy dispersive spectroscopy

بسیار انرژی اشعه و جنبش تقطع بسطی دارد

کلیتاً انرژی کم X-ray

آنها سازهای از جنس Si هستند.

scanning کل سطح و کل عناصر

3- آنالیز خطی

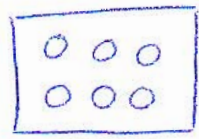
2- آنالیز نقطه ای

انواع ممکن آنالیز شیمیایی: 1- آنالیز عمومی

4- آنالیز نقطه ای

تقریباً تعیین می کند در این نقطه چه آنالیزی داریم.

دنه اگر از 1µm کوچکتر باشد، اشعه دور و بر آنرا هم می زند حین حدود بزرگی اشعه، 1µm (قطر اشعه) است.



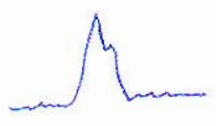
تصویر از بالا

تصویر میکروسکوپ الکترونی دوبعدی دیده می شود اما در واقع سه بعدی است.

این دایره ها ممکن است، رنگ، استوانه و دیگره باشد که بعد سوم دیده نمی شود.

طبق همین ظاهری، خودش و نا چیزی زیرش هم دیده می شود. چون اشعه از این سطح و سطح زیرین آن می آید.

ممکن است در آنالیز مثلاً Mg بینیم. این Mg ممکن است از زیر نمونه آنالیز شده باشد. با تأخیر انرژی اشعه را ولتاژ فیلد منت می توان حدس زد.



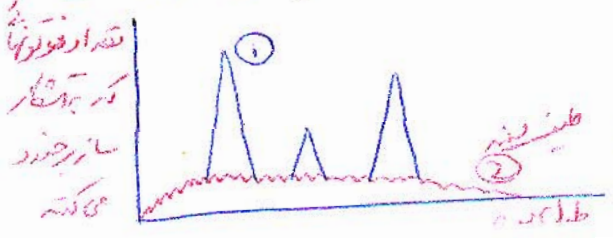
آنالیز خطی: در طول یک خط حرکت می کند در هر یک عنصر مشخص راستان می رود.



آنالیز نقطه ای: هر جا که یک عنصر خاص ببیند، یک تقسیم می گذارد.

در نمونه های نانو (که ریز هستند) ولتاژ را کم می کنیم تا ممکن نفوذ کم شود. در غیر اینصورت تصویر غیر واقعی به ما میدهد.

جایگاهی خاص، طیف خاصی می دهند: طیف مشخص

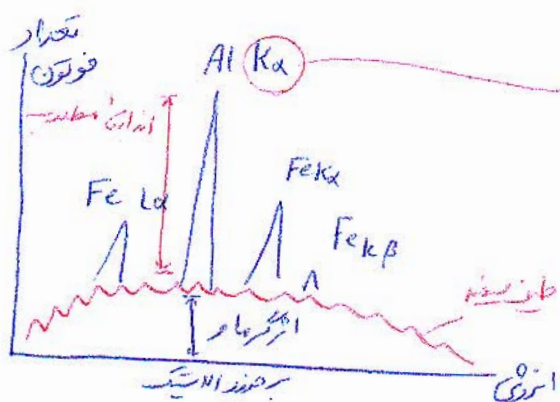


characteristic ray (آنالیز را با این انجام می دهیم)

از برکت یک الکترون به لایه ی قشری (امار مورد)

نظریه بر خورد الکترونیک است. 98٪ حضورها از این نوع اند - گرما + طیف سفید Brehmistrulung

بر خورد غیر الکترونیک که از نمونه نتیجه ای حاصل می شود.

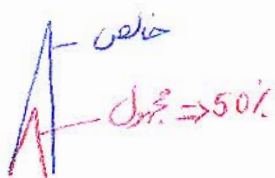


qualitative } از منحنی ها در نتیجه می توان گرفت  
 quantitative }

هیچ دروغی وجود ندارد نه بیک Kα یک داشته باشند.

در روش EDS، قدرت تفکیک 130eV است یعنی اگر اختلاف کمتر از 130eV باشد، در یک پیک می بینیم. و این یکی از معایب روش EDS است.

آنالیز کمی: کوچک نمونه خالص را زیر میکروسکوپ الکترونی می گذارند. مثلاً Fe خالص را زیر میکروسکوپ گذاشته و یک هاگ آنرا پیدا می کنند. بعد نمونه ی خنجر را بر آن می دهند و یک ها را پیدا می کنند.



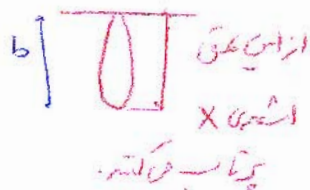
این سیستم بیش از 90 درصد اشتباه است اما اولین قدم است. علت: در EDS تاکنون تصحیحی ZAF تقریباً می شود.

در شرایط یک اشتباه کمین بیشتر شود می کنند.



a JOT

b = sa



برای فولاد هم، کربن را باید از جهات منحنی بفرستیم. که امکان پذیر نیست.

وقتی از ناحیه ی نزدیک به سطح، اشعه می فرستند. در این صورت درصد

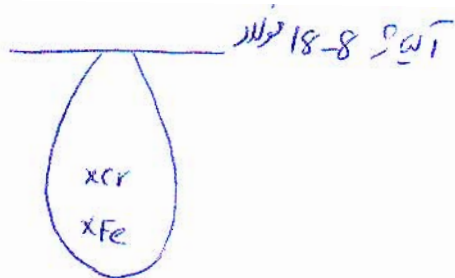
کمتر از مقدار واقعی نشان داده می شود: 0.03٪ = یک ضرب

۱- حالت عدد اتمی ج.

تصحیح می خواهیم: 3x0.03=0.09

تا توجه میزان نفوذ الکترون است در هر دو حالت خالص این ضرب تعیین می شود.

در نمودار بالا: اگر بیک حتی بلند باشد، خط کم است اما اگر بیک، بیک های طیف سفید نزدیک به هم Fe Kβ در هر دو خط بالای بود.



گلابی ، مخفی است که برای ما اطلاعات می فرستد

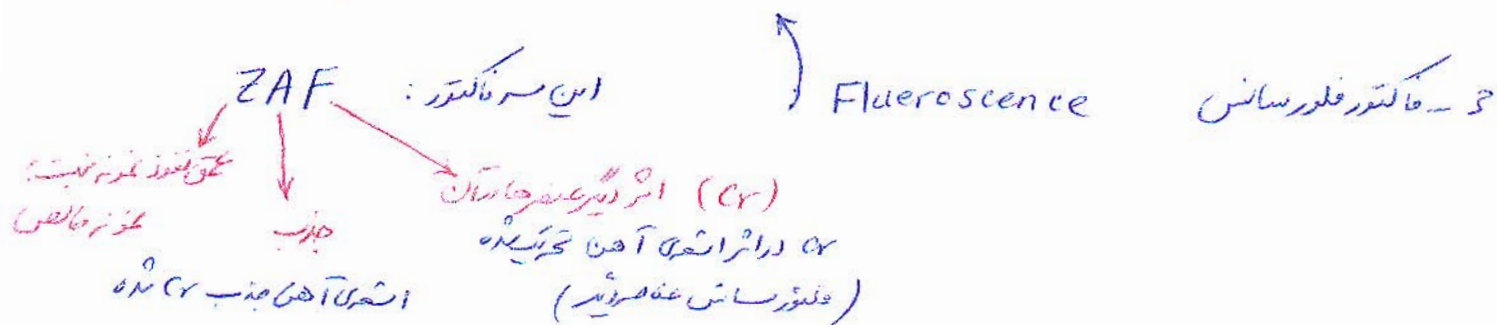
انرژی آزاد شده Fe از K $\alpha$  :  $6.7 \text{ keV}$  ~~6.7 keV~~  
 انرژی لایم Fe :  $7100 \text{ eV}$

Cr یک بار در اثر رقت موج برای تحریک دند به درازتر گشت  
 موج از Fe تحریک می شود . پس یک فاکتور دیگر لازم است :

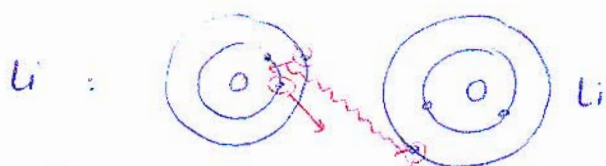
انرژی تحریک Cr =  $5500 \text{ eV}$

Cr بیشتر Fe کمتر دیده می شود

۲- فاکتور جذب - Absorption



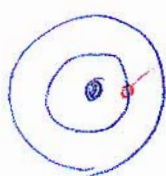
Auger Electrons



عنصر سبک راحت تأثیر خود قرار می دهند

در Li تحریک شود : اگر e از مدار دوم خارج شود به پهنه اشعه Auger (موج می شود)  
 در غیر اینصورت طیف آزاد شده داریم . در مورد عنصر سبک احتمال اینکه طیف آزاد شده از یک اتم توسط اتم دیگر  
 های Li تا بیرون بیفتد : اتم های مجاور جذب می شود زیاد است . (مصرف طیف مشخصه)

این اسکان می شود توسط های اتم درونی خاص بنام Auger است



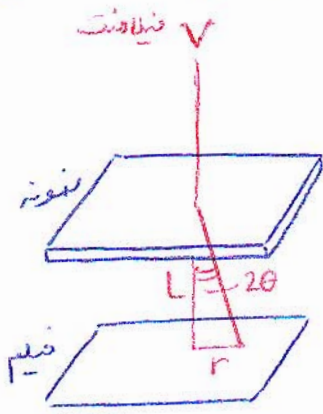
7100 eV

تحریک سبب ، 3-1.5 برابر آستانه تحریک اتم است . مثلاً برای آهن :

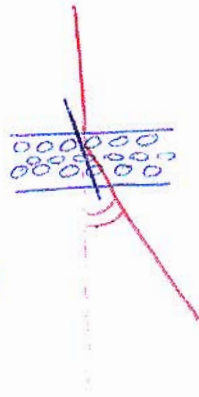
از این بیشتر باشد ، تحریک می شود  
 از این کمتر باشد ، تحریک نمی شود .  
 سرعت کم

کندتر از 1.5 به دلیل دمای سردی گلابی می آید برعکس دمای زیاد انجام می دهد

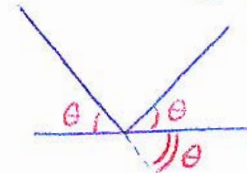
در مورد TEM نمونه باید چندلایه ای آتسی باشد. چون آشکار ساز پایش نمونه است. بکین رسیل و لایه بالایی نیاز داریم اگر اشعه پنیلی بر خورد کند، فیلم را سفید می کند.



r/L = 2θ



با برخورد اشعه به این صفحات طبق قانون براگ از مسیر خود منحرف می شود.



برگ : nλ = 2d sinθ

λ = 2d sinθ  $\xrightarrow{\text{کوچک است}}$  λ = 2d · θ → λ/d = 2θ ⇒ r/L = λ/d

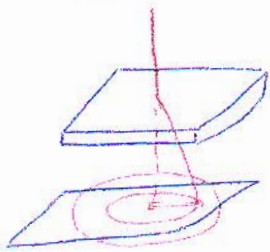
L و λ را داریم ← d بدست می آید. صفحه ای که انحراف را ایجاد کرده است. ما این کار می توان

فیلد شبکه چینی شبکه است. صفحات (۱۰۰) آهن در تمام دنیا، d یکسانی دارند اما (۱۰۰) آهن

عکس است روی (۱۱۱) سد بنفید. در طبیعت پی کریستال داریم. به دنبال صفحات دیگر هم می گردیم.

رنگ کریستال بگیری نقطه ظاهر می شود اما در پی کریستال گیری دایره ظاهر می شود چون تقاطیک صفحه این کار را نمی کند

(صفحات هم منظم)



عکس نابجایی پیچی را با TEM می توان دید:

در چندلایه ای آتسی، اشعه الکترونی عمود می کند چون شبکه باز است.

با گرم کردن یک ماده، اتم ها دانه های حرکتشان زیاد می شود اما فرکانس این حرکتشان مخصوص به همان ماده است. اگر شبکه کامل باشد روی فیلم عکس یکینواخت سری رنگ ظاهر می شود اما اگر اعوجاج در شبکه باشد یکجائی از فیلم سیاه می شود.

در اطراف نابجائی هم اعوجاج داریم. وقتی نابجائی بر خورد می کند منحرف می شود و یک هاله ای مشکی در فیلم ایجاد می کند

چون نابجائی اطراف خود، اعوجاج ایجاد می کند.

10 nm ↑

کارهایی که TEM می کند: Ultrastructure (لوزی و Microstructures SEM)

TEM توانایی بریز ساختار هم دیده در (در حد نانومتر)

P(2)

AFM : مثل لیس کردن - خواندن کتاب نابینایان . یک سوزن دارد که حرکت میکند .

مشخصات نفوذ در SEM :

اگر سوراخ اشعه پدید آید ، نمونه هوایماند به حرکت میسوزد و اتم ها منحرف میسوزد . خلاصی داریم .  
نمونه نباید مرطوب باشد چون به فیلامنت آسیب می رساند . همچنین آب آن کشیده میسوزد و تغییر میکند .

اگر نخواهیم موجود زنده را زیر SEM ببازیم ، خلاصی موجب میسوزد که موجود بترکد . به نمونه را یک تا دو هفته در اسیل اتیلک می گذارند تا چربی ها را حل کرده و بعد چربی ها حذف شوند . تا رعایت کنیم این خاصیت را دارد .  
چربی یک موجود زنده را از بین می برد .

الکترون ها وقتی به سطح برخورد می کنند در آن پیش میسوزند ( طای ) البته اشعه حالی هم در هم در می روند و در می روند . جسم تاریک می پدید آید . جسم  $\left\{ \begin{array}{l} \text{هاری} \leftarrow \text{با یک دستگاه مستقل میکند} \\ \text{غیر هاری} \leftarrow \text{نمونه باردارند} \end{array} \right.$  .

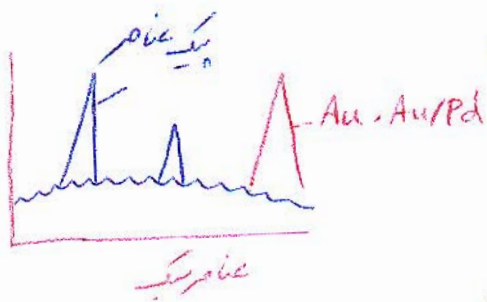
از الکترون های پرتو که می فرستد که می خواهند به سطح برخورد ، پس زده میسوزد . به این یک مشکل عمده SEM است . همچنین آنالیز را هم

خراب می کند . چون پس زدگی داریم به اثری را کم می کند .  $\leftarrow$  باید نمونه را هارک

هاری کردن نمونه : باید توسط Center روی سطح پوشش دهند با : Au/Pd , Au , C  $\leftarrow$  این پوشش هاری است به الکترون ها را مستقل میکند .

این پوشش اگر بیش از حد ضخیم باشد مانع از رفتن الکترون میسوزد و همچنین تصویر Secondary کم می آید .  
ناصی 10nm دور از دست می دهیم .

اگر نمونه هاری عناصر سنگ باشد از پوشش Au/Pd , Au استفاده نمی کنیم  $\leftarrow$  طیف مشخصه .  
" " " " " " از " C استفاده می کنیم .



اگر ولتاژ بین آن دو 1KV  $\approx$  باشد بهترین پوشش است .  
اگر ولتاژ زیاد باشد ، الکترون آتوم را از آن جدا کرده و دیگر نمی تواند بیرون آید . ولتاژ کم

$\leftarrow$  طای کوچکتر . در آن دستگاه  $V = 15-20 \text{ kV}$

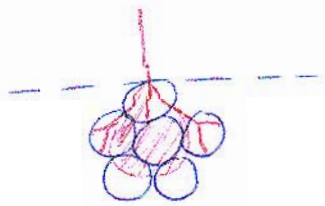


وقتی دلتا کم می‌شود زمان عبور از طولانی می‌شود. تصویر قشنگی نیست اما خوب است.

دلتا کم ← یعنی فنون کم ← اتم‌ها تحرک کرده و از خود غنچه می‌روند می‌آیند و ساختار نمی‌شود و شاید ثابت هم شود.

در مورد SE، ترازدادی کم انرژی کمتر از soev باشد. و گرنه راهی وجود ندارد که بتوان scatter را از SE تشخیص داد.

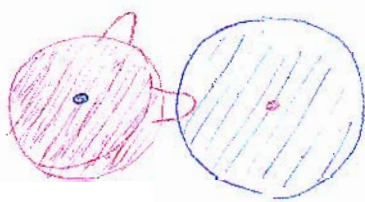
اگر فنون لوپ را باید: اسم از لوپ بر رنده و دیگر طای را از دست می‌دهیم و مثل TEM می‌شود و این مشکل در حالت آینه است ← باید لوپ را پس کرد. تا حجم طای را از دست ندهیم.



نموده‌ی تویکل:

بین دو اتم یک الکترون مستقل می‌شود و این به ابر الکترونی و عدم قطعیت در مورد محل الکترون در اطراف اتم است.

اسال  
↓  
AFM



ساخت ساختارهای اتمی به روش اشعری X:

کد بخار فیزی را تحرک می‌کنند و از یک لامپی خارج می‌شود.

بررسی پیکریستال‌ها که این روش در دمای سرد debye - scherer

اگر اشعری X به فیلم بتابد، فیلم را سیاه می‌کند.

شرایط: 1- ماده این روش سرد باشد.

2- توزیع اتفاقی لانه‌ها در فضا

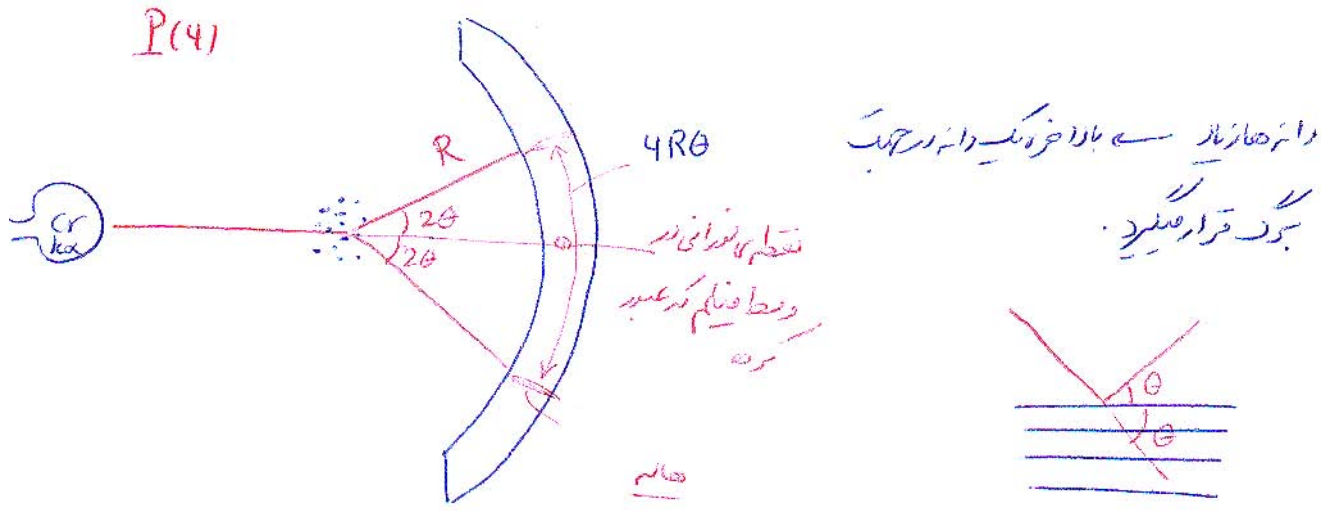
3- تعداد زیاد لانه‌ها

↓  
صفحات هم منطقه‌ی زیاد

گیری دانه‌ی مجهول داریم. لامپ کرم داریم نظیر Cr Kα تولید می‌کنند.

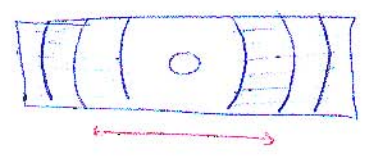
در این لوپ یک فیلم قرار می‌دهیم (شکل معلوم دارد)

P(4)



دانه‌ها از بازه با زاویه کوچک‌تر دانه در جهت بزرگ قرار می‌گیرند.

فاصله‌ی اینها را از وسط بدست می‌آورند.  
(فاصله‌ی بین خط‌ها =  $x$ )



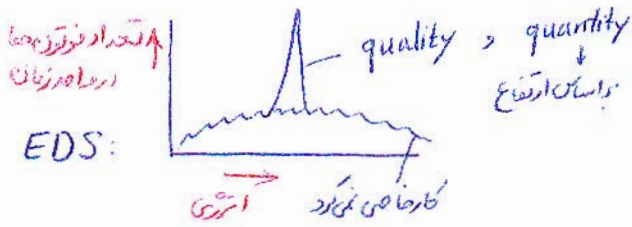
$$x = 4R\theta$$

$\theta$  بدست می‌آید.  $\Rightarrow$  شعاع فیلم:  $R$

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

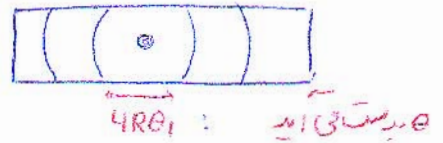
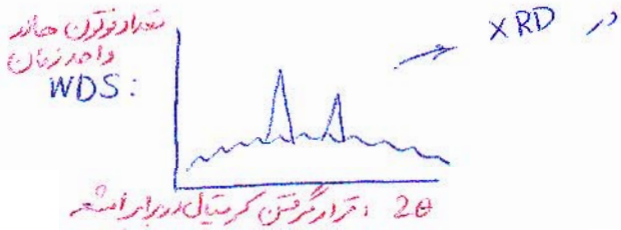
حکام از این خطوط  $\theta$  های مختلف دارند.

$\lambda$  را داریم  $\leftarrow d$  بدست می‌آید. حرکت بر اساس اشعه‌ی X است.



\* XRF و XRD :

روایی - شدد :

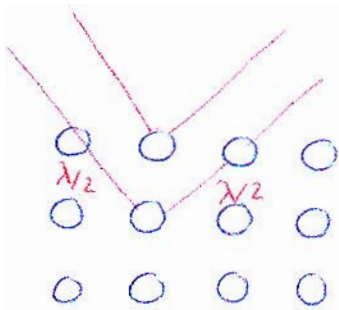


$n\lambda = 2d \sin \theta$

از اینجا، d بدست می آید.

λ را از جدول آتاماذه بیوریم.

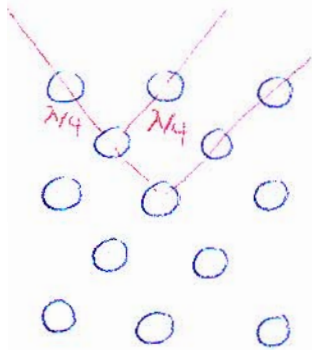
نوع ساختار را چگونه می توان انسد؟ bcc ، fcc و hcp



اختلاف راه باید  $\frac{\lambda}{2}$  در رفت و  $\frac{\lambda}{2}$  در برگشت باشد تا ما بازتاب داشته باشیم.

این ساختار، ممکنه ساده است. اما چنین ساختاری در طبیعت نداریم.

اختلاف هر صغمه با صغمی بعدی باید  $\frac{\lambda}{2}$  باشد تا بازتاب داشته باشیم.



در bcc : بزرگ به صغمی اتمی کار داشت (ABAB)

طبق برایش صغمی اول با نیم صغمی بین ختی می شود.

فاکتور ساختاری : قانون بزرگ را داشته به ساختاری کند.

$$F_{hkl} = \sum_{i=1}^N f_i [(\cos 2\pi (hx_i + ky_i + lz_i)) + j \sin 2\pi (hx_i + ky_i + lz_i)]$$

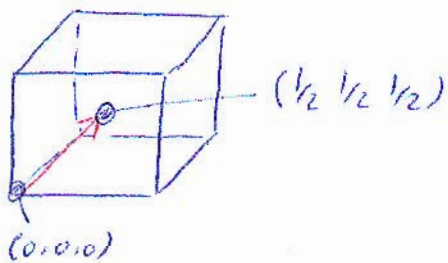
(000) را حذف می کنیم. بعد  $(\frac{1}{2} \frac{1}{2} \frac{1}{2})$  :

$$= 1 + 0 + \cos \pi (h+k+l) + 0$$

(000) (1/2 1/2 1/2)

برای bcc وقتی بازتاب داریم که  $F_{hkl}$  صفر نشود. پس:

$h+k+l$  فرد  $\rightarrow F_{hkl} = 0$



P(2) ۱۷/۹/۲۱

bcc:  $(1\overset{x}{0}0)$   $(1\overset{x}{1}0)$   $(1\overset{x}{1}1)$   $(2\overset{x}{0}0)$   $(2\overset{x}{1}0)$   $(2\overset{x}{1}1)$   
 $(2\overset{x}{2}0)$   $(2\overset{x}{2}1)$   $(3\overset{x}{1}0)$  ...

برای (100) در bcc نمی توان پراش داشت. در دایه شش و سه پنجم باز سید نباید پراش (100) در آن دیده شود.

در f.c.c چهار مورد داریم:  $(0\frac{1}{2}\frac{1}{2})$   $(\frac{1}{2}0\frac{1}{2})$   $(\frac{1}{2}\frac{1}{2}0)$   $(000)$

f.c.c:  $\begin{matrix} \text{همگی زوج} \\ \downarrow \\ \text{همگی فرد} \end{matrix} \rightarrow F_{hkl} \neq 0$

f.c.c:  $(100)$   $(110)$   $(111)$   $(200)$   $(210)$   $(211)$   
 $\times$   $\times$   $\checkmark$   $\checkmark$   $\times$   $\times$   
 $(220)$   $(221)$   $(310)$   
 $\checkmark$   $\times$   $\times$

$\checkmark$ : پراش سید /  $\times$ : نمی دهد.

خطه ستوان نیست f.c.c است یا b.c.c ؟

اگر بود که در امتداد جهت قرار می دهیم، هر صغیری می تواند پراش دهد. (به شرط بالا)

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

$\lambda$ : ثابت

$$\Rightarrow n^2 \lambda^2 = 4 \sin^2 \theta \frac{a^2}{h^2 + k^2 + l^2} \quad d = \frac{a}{\sqrt{h^2 + k^2 + l^2}}$$

$$\Rightarrow \frac{n^2 \lambda^2}{4a^2} = \frac{\sin^2 \theta}{h^2 + k^2 + l^2} \quad \frac{\sin^2 \theta_2}{h_2^2 + k_2^2 + l_2^2} = \frac{\sin^2 \theta_1}{h_1^2 + k_1^2 + l_1^2}$$

برای پراش های مختلف

بین برای صفحات مختلف  $\frac{\sin^2 \theta}{h^2 + k^2 + l^2}$  ثابت است.

بین فاکتور ساختاری برای این است که بین صفحات اتمی، یک صغیری را در نظر بگیرد و اثر آن را بررسی کنیم.

مثال: دایه را باز کرده و 4R $\theta$  ها را حساب کرده ایم. (bcc)  $\lambda_{Cu K\alpha} = 0.1537 \text{ nm}$

$$\theta = 0.343 - 0.484 - 0.593 - 0.685 - 0.766 - 0.84 - 0.908$$

$$\frac{0.118}{2} = \frac{0.234}{4} \quad (W_{\alpha})$$

$$\sin^2 \theta = 0.118 - 0.234 - 0.352 - 0.469 - 0.587 - 0.706 - 0.828$$

$\downarrow$   
110

$\downarrow$   
200

$\downarrow$   
111

$\rightarrow$  بزرگترین bcc:  $a = 1.537 \frac{\sqrt{2}}{2} \times \frac{1}{4} = 3.17 \text{ \AA}$

$\theta$  های مختلف را که بدست آمد ،  $\sin^2 \theta$  را بدست آورده و بر  $h^2+k^2+l^2$  های f.c.c و b.c.c تقسیم می کنیم اگر نسبت مساوی شد شبکه را بدقت بدست می آید .

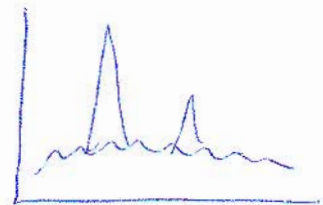
نویز را باید خیلی زیر کنیم تا تمام صفحاتی که می تواند پراش بدهند ، پراش بدهند . (بسی از شرایط دبابه سر)

مثال . نویز فولادی را زیر اشعه X قرار می دهیم .

$$\sin^2 \theta = 0.5511 - 0.5586 - 0.6364 - 0.7898 - 0.9000 - 0.9675$$

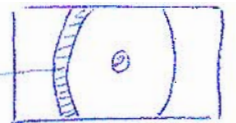
$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{0.5511^2}{3} = \frac{0.6364^2}{4} = \frac{0.9^2}{8} \rightarrow (220) \\ \frac{0.5586}{2} = \frac{0.7892}{4} = \frac{0.9675}{6} \end{array} \right.$$

فولاد را ، X باقی مانده دارد .



از سبک ، مقدار ناهارها را هم با هم بدست می آورند .

از صفحات ، تنش ها را هم اندازه می گیرند . (تنش باقی مانده)



\* ترکیب به ناسختی و ... را هم در هر شبکه ساختار هم باید معلوم باشند .

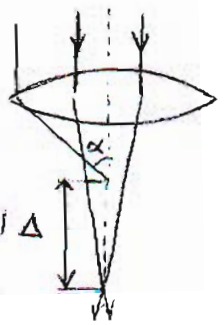
XRF - طیف تابش مجزا است . (EDS) طیفی ، انرژی را اندازه می گیرند . (به نیمی هاری می نامیم)

↓  
می گفت چه چیزی را داریم و چه چیز ؟

XRD : ساختار را هم معلوم می کنند .

TEM : صفحات میکروس : کبیره اطلاعات درباره ساختار

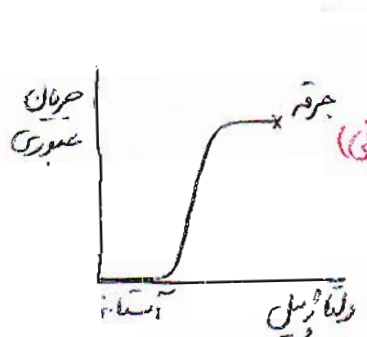
1



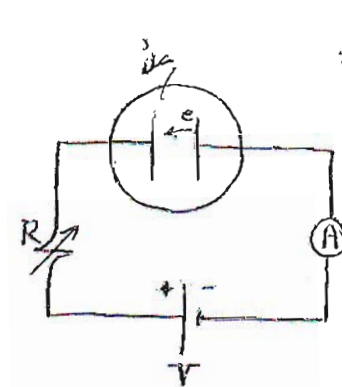
\* قدرت تفکیک :  $d = \frac{0.612 \lambda}{n \cdot \sin \alpha}$  طول موج  $\lambda$  کوچکتر ریزیم

رنگ‌های آبی و بنفش را محدود می‌کنند چون رنگ‌های مختلف طول موج مختلف دارند و شکست یکسانی در عدسی ندارند پس chromatic aberration هم داریم

اگر  $\Delta$  از قدرت تفکیک چشم انسان کمتر باشد تصویر دیده می‌شود. برای کم کردن  $\Delta$  از روزنه aperture استفاده می‌کنیم اما با این کار  $d$  کوچک و  $\lambda$  زیاد می‌شود.



\* آزمایش انیشتین - میلیکان :  
در آستانه اگر در فرکانس قوی تابشیم (منفی) جریان برقرار می‌شود اما در آستانه ضعیف نمی‌تابد جریان را برقرار نکند.



\* آزمایش تامسون :  
اگر  $V$  با اندازه کافی بزرگ باشد، جریان برقرار می‌گردد.

\* تذکر : اگر در نور فرکانس با انرژی یکسان داشته باشیم، هر فوتون با انرژی بیشتری دارد نسبت به هر فوتون کمتر. (تعداد فوتون‌های کمتر بیشتر است) این سیستم کوانتیک است. کمترین انرژی در آبی بیشتر است.

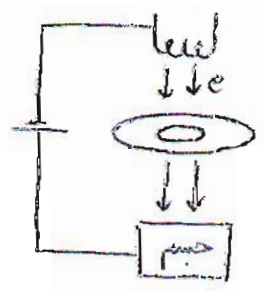
\* هر جسمی که در حال نوسان باشد، انرژی الی بصورت تابش می‌دهد بیشتر می‌شود :  $E = h \cdot \nu$   
 $E$  پله‌ی انرژی. مثلاً اگر  $\lambda = E$  باشد نمی‌توان آن جسم 0.5 انرژی داد.

\* نظریه‌ی ریاضی : هر جسم دارای حرکت از خودش موج تولید می‌کند :  
 $\lambda = \frac{h}{m \cdot v}$  سرعت  $v$

\* آزمایش میلیکان (electron gun) :  
اساس میکروسکوپ الکترونی همین است. تغییرات بسیار کم جسم در حال حرکت موجب تشعشع امواج الکترومغناطیسی می‌گردد. (لامپ)

این موج برای ذرات زیر مثل الکترون قابل اندازه‌گیری است. این موج الکترومغناطیسی بوده. الکترون موج نیست بلکه رفتار موجی از خود نشان می‌دهد. پس چون حرکت موجی دارد پس  $E = h \nu$  بوده و هر انرژی خواهد پذیرفت.

فلزات دارای دریای الکترون هستند. برای جدا کردن این الکترون‌ها به اختلاف پتانسیل زیادی نیاز داریم. (20000V) برای اداسی



این جریان ما مدار درست می‌کنیم. به حد شدن چند الکترون اول چون برین فلز داریم کندن الکترون‌های کثیر امکان ندارد ← مدار می‌بینیم

تذکر : قانون کلاسیک نیوتن و نظریه‌ی رادرفورد نمی‌تواند توضیح دهد که الکترون در مدار خاصی حرکت نمی‌کند. اما طبق کوانتوم ما پله‌ی انرژی داریم. هر چه الکترون از هسته دور می‌شود، انرژی آزاد آن کمتر می‌شود باید اما انرژی لازم برای کندن آن کاهش می‌یابد.

این اساس کار میکروسکوپ الکترونی است یعنی تفکیک الکترونی

الکترون 5 در راه دارد : در لایه‌ی دوم باید → دانته‌ی سوبدین  $e$  ها → لایه‌ی سوم بود → بلا فرکانس انرژی آزاد → سیر میلی استجاب می‌کند.

\* عدد کوانتوم اصلی  $n$  : عدد کوانتوم اوربیتالی  $(\frac{h}{2\pi})$  \*  $L$  با عدد اتمی 3 را در نظر می گیریم :

$n=1$   $l=0$   
 $n=2$   $l=0, 1$

$l$  : میزان دمبلی بودن رسانال می باشد .  $l=1$  (دمبلی تراز  $l=0$ )

$l$  : عدد کوانتوم اسپین  $(\frac{h}{2\pi})$  :  $\pm \frac{1}{2}$

$\pm \frac{1}{2}$  : دقیقاً یعنی یک پله اختلاف انرژی بین دو الکترون هم تراز

\* اگر الکترون از مدار اول کنده شود و الکترون از لایه دوم آمد  $K\alpha$  نام دارد اگر از سوم - اول آید :  $K\beta$  .  $M$  از  $K\alpha$  انرژی بیشتری دارد .

اگر الکترون از لایه دوم کنده شود نیز همین ترتیب :

$L\beta : 4 \rightarrow 2$       $L\alpha : 3 \rightarrow 2$

\* طیفی که از اتم مسطح می شود دو قسمت دارد : انرژی و طول موج در روش هایی می آیند که از اینها استفاده می کنند :

Energy Dispersive Spectroscopy : انرژی (EDS)

Wave length Dispersive Spectroscopy : طول موج (WDS)

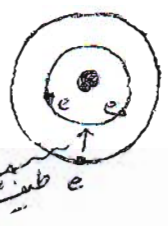
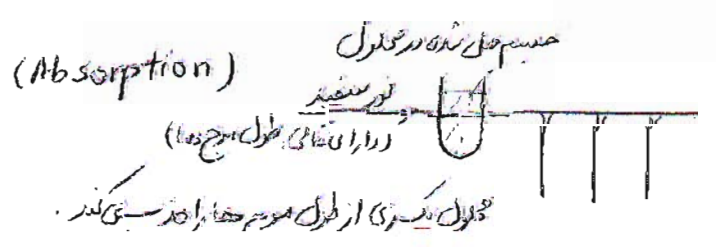
تکثیر در این شرایط حرز اولیای ما بازناسه داریم ؟

چون انرژی نمی تواند در شکله که آینه نفوذ کند اما قانون بزرگ

برای طول موج های بلندتر به شکله نفوذ می کنند

\* نمونه گیری : وقت - سرعت - قیمت - تعداد نمونه

\* روش های نمونه برداری : سیستم اتوماتیک



اگر بافتند الکترونی یکی از الکترون از لایه

اول کنده شود و خارج شود ، الکترون

لایه دوم به جای آن می آید و طول موجی

باندازهی اختلاف این دو لایه آزاد می کند . که این طول

موج مختص هر عنصر است .

\* ممکن است  $K\alpha$  یک عنصر مساوی  $M$  عنصر دیگری باشد

در اینصورت باید طیف دیگر لایه ها را بررسی کرد ، اختلافی پیدا شود .

\* در مورد EDS میتوان از نیمه های استفاده کرد . (در اثر سنگست پیوند ، مقادیر نیمه ها را کم می شود)

\* قانون برگراک :  $n\lambda = 2d \sin\theta$

$d$  : فاصله بین صفحات اتمی

(شرط اینکه این دسته موج هم فاز بازتاب داشته باشد)

تفاوت بزرگ در روش WDS کاربرد دارد

طول موج مسطح شده از یک اتم را یک کریستال با یک

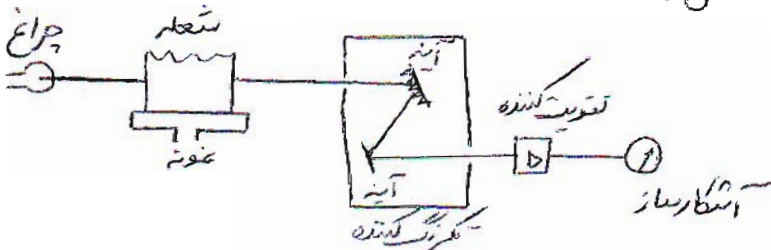
شکله  $d$  می نامیم . در  $\theta$  های مختلف در هر جهت  $(\theta)$  که

بازتاب داشتهیم رابطه بزرگ را نوشته و آزمایش می آید .

\* WDS دو راه دارد : جذب (Absorption) / نشر (Emission)

نمونه را تجزیه کرده و موج مسطح شده (Emission) : را بررسی می کنند .

شکل دستگاه AAS :



دستگاه AAS توانا کمتر هم دارد. حساسیت و مقدار لامپها. برای آنالیز هر عنصری باید این مراحل انجام شود. لامپ باید هر سری عوض شود.

معمول هم گران است اما وقت خیلی باقی است. به طر آنکه با وقت امتیزه کرده باشیم. در ضمن برای طولانی مدت است.

\* پرتو نور پدید آمده ابتدا از میان شعله ای که نمونه بصورت محلول در آن تزیق شده است عبور می کند. در شعله در حدود 2000-3000 است. نمونه در محلول بوسیله میانس به داخل شعله پاشیده می شود. این کار به منظور آسان کردن فرایند تجزیه و تحلیل و شکستن مولکول های آن در نتیجه تشکیل امپهای آزاد است.

\* اشکالات روش جذب اتمی :

- ۱- نمونه باید بسیار رقیق باشد که خیلی وقت گیر است
- ۲- این روش بطور کلی مخترب است و نمونه باید بصورت محلول وصل شود.
- ۳- امکان استتیا وجود دارد و نیاز به کنترل دقیق دارد. مثلاً جلوگیری از تجزیه عناصر خاطر تشکیل ترکیب های جانبی. تداخل خطوط جذب برخی از عناصر با هم.

مطلب مربوط به روش جذب اتمی  
Atomic Absorption Spectroscopy

\* تذکر. کاهش شدت نور تابع جمعیت امپهاست. وظیفه می چراغ پدید آوردن پرتو تک رنگ و با شدت بالاست چراغ نقطه توان پدید آوردن پرتو مربوط به یک عنصر را دارد.

\* اندازه ای مطلب در کتاب آنالیز مواد هم صحبت من ۲۷.

\* کالیبراسیون دستگاه :

نمونه هایی با درصدهای تعریف شده از عنصر مورد نظر ساخته میشود و کاهش شدت پرتو یا به عبارت دیگر میزان جذب آنها اندازه گیری میشود. یک منحنی خطی ایجاد میشود.

تذکر. وظیفه می چراغ پدید آوردن پرتو تک رنگ و با شدت بالاست اگر طول موج این پرتو بر آنندگی زیادی داشته باشد، وقت کار را کاهش میدهد.

بعد از عبور موج از شعله، چون پرتو در درونی شان چند طول موج است باید تفکیک شود توسط گریفتینگ و در پایان یک طول موج که همان پرتو مورد نظر است از آن خارج می شود.

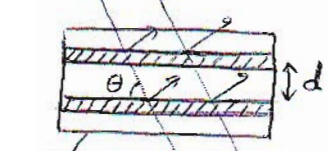
بر آنندگی امپها و برگشت آنها به حالت ابتدایی همراه با تابش است که متاثر از نوع عنصرهای موجود، طول موجها که گوناگونی پدید می آیند. شدت پرتو خروجی از شعله وابسته به این پرتوهای تابنده است، درحالی که هدف تعیین کاهش شدت پرتو ابتدایی می باشد. ← پرتوهای فرامح را حذف می کنیم.



\* تمام دستگاه های اندازه گیری تشکیل شده است:

\* یک منبع آنتی گنرول موج ، منشور است برای نورهای مرئی . برای

طول موج های پائین : (طول موج آتم تحریکی)



صفحه های نیم شفاف (نوری)  
نصف نور را جذب می کنند

$$\text{Brag: } n\lambda = \frac{2d}{\cos\theta}$$

اگر این رابطه صدق کند نور را پائین می بینیم در غیر این صورت نمی بینیم

مطابق : تعدادی برابر از طول موج را جذب می کند

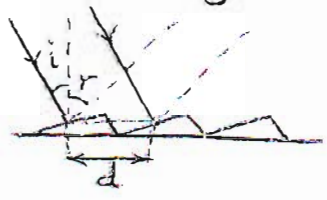
\* طیف صحنی نوری :

- 1) جذب نور { جذب آتمی (AAS)
- { جذب نوری (OAS)

2) نشر نور : نشر شعله ، پلاسمای جفت شده ی القایی  
تخلیه الکتریکی ، برانگیختگی - کاتد جرمه

\* قانون برآگ - برای آتم ها نیست که ساکن باشند یعنی برای ازت  
ناج ، ردت دستگاه وسیع بالایی دارد که میزان کنتراست جذب کند

سیستم مرکب و مانور (تک سفکته) Grating (شکل انعطافی):



$$d \sin i - d \sin r$$

$$n\lambda = d (\sin i - \sin r)$$

چون سطح منبسط است ، در درون طول موج برابریم اما منبسط  
ساختار کریستالی فقط در جهاتی خاص بازتاب مایم

- 1. مدارنده ی نمونه
- 2. منبع تحریک
- 3. آنتی گنرول موج
- 4. آشکارساز
- 5. تجزیه کننده

\* حرکت از عمق موجود در نمونه ی محلول ، تحت تاثیر عامل برانگیختگی  
تابشهای ویژه ای خواهند داشت - انرژی گوناگونی دارند اگر چه ی  
اینها وارد آشکارساز نمی توان شد پیوسته به عمق مورد  
نظر را تعیین کرد

آشکارساز فقط تعیین کننده ی شدت نور است . آشکارساز فوتون  
افزادست که انرژی نوری را به الکتریکی تبدیل می کند .

\* در روش های جذب ، منبع جرمی عنصرها که موجود در نمونه در جذب  
طول موج مشخصی از پروتو ناپیده - نمونه برست می آید ، شناسایی می شود  
در این حالت آتم ها باید در شرایط مناسب باشند تا امکان برانگیختگی در  
اثر جذب نور را پیدا کنند . چون چشم برانگیختگی در این روش ها ضعیف  
است ، هر چه آتم ها به حالت آزاد وجود از هم باشند برانگیختگی آنها  
ساده تر خواهد بود

\* مقایسه ی Grating و منشور :

در منشور پاشندگی وابسته به طول موج است . تفکیک بسیار بالا  
می تواند با Grating بدست آید و گستره ی طول موج های که می تواند  
از یک شبکه حاصل شود ، بزرگتر از گستره است که با منشور بدست می آید  
مردودیت اصلی شبکه ها ، همپوشانی در جهات است که در منشور وجود ندارد  
این مشکل با کار کردن فیلتر حل می شود .

\* Atomic Absorption Spectroscopy (AAS) :

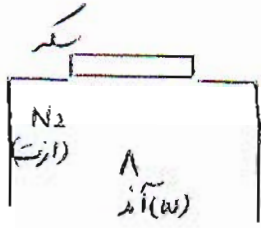
برانگیخته بوده و با انرژی برانگیختگی را در اثر دریافت انرژی از پروتوی  
که به آنها می تابند دارند - اگر پروتوی با طول موج مشخص که  
انرژی آن مطابق با تراز برانگیخته یک آتم ویژه باشد ، از محیطی  
که آتم مورد نظر در آن صورت آزار برانگیز شده است عبور داده  
شود ، دقت از پروتو جذب می شود و شدت نور پس از عبور از آن  
محیط کاهش می یابد

دقت در حد ppm است . جسم را باید حل کرد پس نمونه  
محلول است . اساس این روش توانایی جذب انرژی آتم ها که  
آزاد از پروتوی با طول موج مشخص است . وقتی در محیطی سفید ،  
آتم ها در اثر تبخیر ، به حالت آزاد در می آید ، طبق تابع توزیع  
مکسول - بولتزمن ، جمعیت مایل ترجیحی از آنها در جهات غیر

\* طیف سنجی نوری بر اساس نشر نور و برانگیختگی - لگج حرقت: (Spark Emission Spectroscopy)

برانگیختگی اتم در این حالت به لگج حرقت است. (حرقت پدید آمده با جریان متناوب بخاطر دقت و ثبات بیشتر) بوسیله مدار یک حرقتی قوی از تخلیه الکتریکی پدید می آید و نمونه مجهول که یکی از الکترودهاست و یا در بین آنها قرار گرفته است به سرعت توسط ولتاجیر میسور. اتم ها در فضای برقی، با برخورد پیوسته برانگیخته شده و طیف مشخص خود را تابش می کنند و در ارتکب رنگ کننده میسور و آشکار ساز.

حسن این روش: 50 عنصر را آنالیزی کند، با هم مرتب حرقت می زند. نام صنعتی آن: گوانومتر است.



در نل حرقت، نمونه سیاه میسور. اگر N2 باشد فقط یک لفظی سفید.

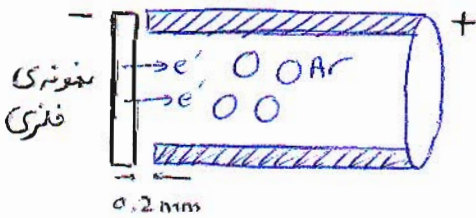
این روش برای وقتیکه ما گرافیت آزاد داریم جواب نمی دهد: چون خاکسری

(سریج سردی کنیم) و بزرگ کرده و بصورت چدن سفید هم می کنیم. چون حرقت داریم باید

نمونه بخواهت باشد. در این روش نمونه تک اتمی میسور و فقط محل حرقت آنالیز میسور. در این روش، نمونه باید فیزیکی باشد. علت چون آزار: چون چدن آزاد زرد حرکت میسور و طیف اتمی چندی اتم ها را تحت تاثیر قرار میدهد.

\* طیف سنجی بوسیله تخلیه الکتریکی: (GDS) (Glow discharge Spect.)

در فلز محفظه توسط Ar پر شده است.



جریانی از e- از کاتد به آند داریم. (نمونه فیزی است) در راه این e- ها

اتم های Ar برخورد کرده و حرکت میسور:  $Ar \rightarrow Ar^+ + e^-$  (محیط پلاسمای معمولی)

پس  $Ar^+$  تحت نمونه حرکت میکند. اگر شتاب این یونها کافی باشد به باران یونی: در برخورد این

یون ها اتم های نمونه کذبه شده و وارد محفظه میسور و همان اتقاقی که برای Ar است در این اتم ها افتد.

اثر حرکت این اتم ها توسط grating تفکیک میسور. طیف خرد Ar معلوم است. در این روش ما لایه به لایه

آنالیزی کنیم و به معنی "عنصر موجود" - یعنی "می رسم" در برزی لایه های اکسید شده و پوشش ها اغند است.

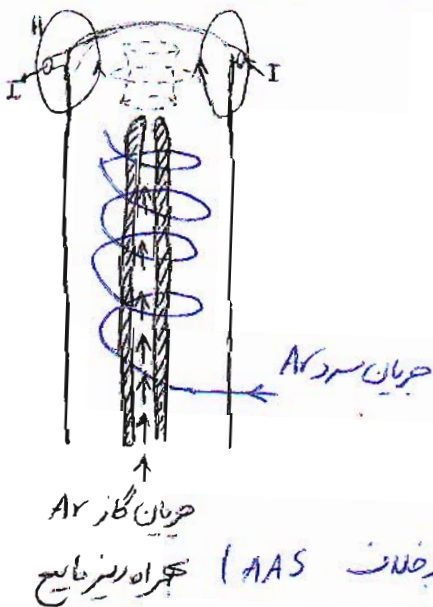
اما اگر نمونه غیر فیزی باشد باید راهی دیگر یافت! در واقع بعد از آنکه که الکترون جای سده قطعه یونیزه میسور چون چیزی

حای این e- را نمی نبرد.

### \* طیف‌سنجی نوری بر اساس نشر نور و برانگیختگی به کمک پلازما (ICP):

پلازما: گسیل اتمی یونیزه شده. تعداد الکترون‌ها و پروتون‌ها (برینا) با هم برابر می‌باشد. این روش بر اندازه‌گیری شدت امواج تابیده از اتم‌ها به هنگام برگشت از حالت برانگیخته استوار است. تفاوت اصلی این روش و AAS در برانگیختگی اتم‌ها و منابع تحریک‌شان است. در این جا، بجای شعله از مشعل پلازما استفاده می‌کنیم. (پلازما یعنی جفت شده‌ی الکترون و پروتون). این پلازما از الکتریسیته با بسامد بسیار بالا (2.8 MHz) پدید می‌آید. پلازما گازی است که قسمتی از آن یونیزه می‌شود. این پلازما به کمک الکتریسیته با بسامد بالا (2.8 MHz) پدید می‌آید. پلازما گازی است که قسمتی از آن یونیزه می‌شود. این پلازما به کمک الکتریسیته با بسامد بسیار بالا (2.8 MHz) پدید می‌آید.

مختصات گاز آرگون از طریق لوله مرکزی به طرف بالا فرستاده شده و در محوطه سیم‌ها بدلیل وجود میدان مغناطیسی، یونیزه می‌شود. از آنجا که در پلازما آر، چگالی الکتردهای آزاد زیاد است، هدایت الکتریکی مناسبی وجود دارد ← می‌تواند پس از برقراری جریان در سیم‌ها، با میدان مغناطیسی بر هم کنش می‌نماید. بواسطه‌ی تخلیه الکتریکی مقداری  $e^-$  در محوطه پلازما تخلیه می‌شود و این  $e^-$  در میدان مغناطیسی، وارد جریان گردابی می‌شود و بر خورد آنها به مولکول‌های گاز موجب یونش آن‌ها می‌شود. دمای مرکز شعله به  $6000^{\circ}K$  می‌رسد. سرعت عبور آر در لوله وسط 1 lit/min و در لوله‌های پارس برای سرباش 15 lit/min است. شکل طریقت که امکان تزیین نمونه در مرکز پلازما وجود دارد. چون از الکترود استفاده نشده است، مناطق برانگیخته و نشر از نظر فضایی از هم جدا هستند ← دقت در حد ppb است. در این روش دمای پلازما به تمام ترکیباتی جایی تیرشکسته می‌شود. در مشعل تمام عناصر بطور کامل یونیزه می‌شوند. نور تابیده از عنصرها در مشعل پلازما پس از تفکیک طول موج به آشکار ساز میرسد تا شدت آن اندازه‌گیری شود. این روش، فوق العاده گران است.



برتری‌های این روش:

- ۱- تداخل شیمیایی عنصرها از جانب محیط کمتر است.
- ۲- میتوان همی عناصر را آنالیز کرد.
- ۳- کاربری ساده.
- ۴- حساسیت زیاد (ppb).
- ۵- آتیری نمونه‌ی ساده‌تر؛ نیاز به وقتی کردن زیاد نمونه نمی‌باشد. (برخلاف AAS) همراه ریزش منابع

\* میکروسکوپ الکترونی روشنی (SEM)

(V)

برتری های این میکروسکوپ نسبت به میکروسکوپ های نوری: (۱) دامنه بزرگمایی بسیار بیشتر و تفکیک پذیری کمتر:  $200000 \times$

(۲) عمق میدان تصویرهای SEM برابر بیشتر از نوری است. (۳) به کمک سخت افزارهای مناسب میتوان اطلاعات بسیار مفیدی از ترکیب شیمیایی سطح نمونه بدست آورد.

عمق میدان:  $H = \frac{0.612 \lambda}{n \cdot \sin \alpha \cdot \tan \alpha}$

یکی از مهمترین پیشرفت های میکروسکوپی، افزودن یک آشکارساز پرتو X از نوع EDS بود. امروزه WDS آن نیز - SEM افزوده شده است.

انرژی الکترون  $E = eV$       انرژی جنبشی  $E = \frac{1}{2}mv^2$       طول موج  $\lambda = \frac{h}{mv}$

همه ی این میکروسکوپ ها یک تفنگ الکترونی (در بالای ستون خود دارند که برای پدید آوردن بار الکتریکی الکترونی می باشد. برهم کنش بار بیده و نمونه در یک محفظه ای خلا انجام می شود.

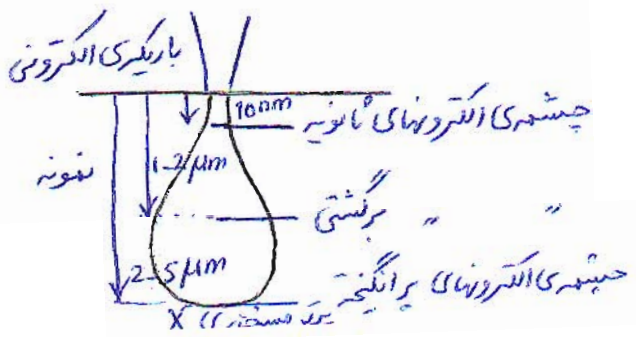
در اثر برخورد بار الکتریکی الکترونی پراثری با سطح نمونه، پدیده های فوتوالونی رخ میدهد که دلیل آن پراکندگی الکترون ها توسط اتم های موجود در نمونه است. این پراکندگی و گستردگی برهم کنش الکترون ها و اتم های ماده به عواملی وابسته است: انرژی بار الکتریکی الکترونی - اندازه ی لکه ی الکترونی - نوع اتم های ماده یا ترکیب شیمیایی آن.

افزایش جریان بار بیده به بزرگ شدن لکه ی الکترونی. در کاربرد های آنالیز پرتو X نیاز به جریان زیاد است. برای تهیه تصویر واضح باید لکه ی الکترونی کوچک باشد.

اندازه ی لکه ی الکترونی که توسط بار بیده در سطح نمونه پدید می آید، حد تفکیک پذیری را در SEM تعیین میکند. SEM نمیتواند ویژگی های کوچکتر از لکه را تفکیک کند.

\* حجم برهم کنش:

نشانه های تصویر پرتو X تابیده از نمونه فقط از محل برخورد بار الکتریکی الکترونی و سطح نمونه بدست نمی آید. الکترون های بار بیده بر داخل نمونه نفوذ کرده و در مسیر خود یک یا چند برهم کنش اتفاقی انجام میدهند. منطقه ای که در داخل نمونه که نشانه های اطلاعاتی از آن سرچشمه می گردد، حجم برهم کنش نام دارد. نوع نشانه، ترکیب نمونه و ولتاژ ستاب (انرژی الکترون ها) حجمی در این حجم متورند.



اجزای این حجم باعث محدود شدن تفکیک پذیری نشانه می شود.

ترکیب نمونه و عدد اتمی متوسط عناصر موجود در آن ، بر عین نفوذ و شکل حجم برهم کنش تأثیرگذار است . نمونه ی چگال تر ، عین نفوذ e<sup>-</sup> حاراکهش می دهد . حجم برهم کنش کم عین است . در واقع فاصدهای که تک نشانه یس از جذب دوباره می نماید را نیز کاهش میدهد .

\* الکترون های ثانویه : (SE)

در واقع الکترون های اتم های نمونه می باشند که در اثر برهم کنش با الکترون های ابتدایی موجود در بارگیری الکترونی ، به خارج پرتاب می شوند . انرژی آن ها خیلی کم است . (طبق قرارداد کمتر از 50 eV) و بهترین تعداد این e<sup>-</sup> ها در گتره ی انرژی 3-5 eV قرار دارند . فقط میتوانستند از مناطق کم عین نمونه در ترکیب سطح آن خارج شوند . و بنابراین آند و کاتد از انرژی چسبندگی الکترونها به دار بیشتر باشد ، الکترون تحرک می شود . از نمونه گزیده می شود . در بر خورد آنتکار ساز ، انرژی شان ضعیف می شود . در تصویر SE رنگ سفید ممکن است از جنبش بورن سطح ایجاد شود اما در BSE رنگ سفید بعضی فازهای سنگین تر .

\* الکترون های برگشتی : (BSE)

از عین بیشتری گسیل می شوند . این e<sup>-</sup> ها آن دسته از الکترون های بارگیر هستند که به دلیل برخوردشان که بصورت کسسان با اتم های هدف است ، به خارج پراکنده می شود . انرژی این الکترون ها زیاد است و طبق قرارداد از 50 eV انرژی الکترون های بارگیر بعضی E<sub>0</sub> میتوان تغییر کند . هسته های سنگین (عدد اتمی بالا) الکترون های بیشتری را پراکنده می کنند . روشن تر به نظری رسند . اگر سطح نرم باشد ، چون انرژی الکترون جذب می شود . آنتکار ساز انرژی کسری را نشان میدهد . سطح کرسیتالوگرافی منزه تر به انرژی بیشتری را نشان میدهد . در این روش فازهایی که 3 عدد اتمی اختلاف دارند ، تشخیص داده می شود .

\* پرتوهای X مشخصه :

یکی دیگر از تشنه های که در اثر برخورد e<sup>-</sup> های پر انرژی بارگیر با اتم های نمونه پدید می آید ، پرتوهای X مشخصه آنهاست . در واقع بارگیر تک الکترون داخلی را خارج می نماید و باقی ماندن آن در این مدار به گسیل X<sub>1</sub> انرژی پرتوهای X پدید آید . از مشخصه های اتم تا بسگر خواهد بود و برای شناسایی آن بکار می رود . پرتوهای X مشخصه اتم ها کاره از نامیه گتره ترویجی تر نسبت به SE و BSE ، خارج گسیل می شود و بریز آمانی سطحی کد نمونه بمراتب از شرایط بحرانی تر در مقایسه با تعدادی بزرگ اختاری برخوردار است .

محدودیت‌های ناشی از شرایط نمونه در SEM :

( وجود خلا زیاد در SEM محدودیت‌های ایجاد میکند. سازگاری با خلا یعنی نمونه در شرایط خلا نیاز تغییر شکل با ماهیت ندارد. فنرات با خلا سازگارند اما گاهی اوقات پوشش موجود بر همان قطعه فیزیکی نیست. ساختار یک ماده فیزیکی که دارای نیردهای هدیر و استاتیک است نیز با خلا سازگار نیست.

۱۲ رسانایی الکتریکی : بارگیری الکترود سبب برید آمدن بار اضافی در نمونه می‌شود. الکترودهای انتقال یافته به نمونه باید به گونه ای زمین منتقل شود. در مواردی که این کار از طریق نهدارنده نمونه انجام می‌شود اما در مواردی که رسانایی بارهای الکتریکی در سطح نمونه جمع شده و تغییرات موضعی در گسیل الکترودهای ثانویه پدید می‌آورد و در حالت‌های بحرانی سبب انحراف بارگیری می‌شود. ( اثر باردار شدن نمونه )  
به نسبت لایه ای از فرسایش مثل طلا برای آنالیز عناصر سنگین و لایه ای از کربن برای آنالیز عناصر سنگین به سطح نمونه رسانا می‌شود.

\* برهم کنش الکترود - نمونه :

گوناگونی برهم کنش‌های الکترودهای موجود در بارگیری الکترود و نمونه ، منجر به پدیده‌هایی می‌شود که حرکت به تریبایی اطلاعات ارزشمندی را همراه دارد : ترکیب نمونه ، نا همواری‌های سطح ، ساختار بلورین ، پیوستن الکتریکی ، برهم کنش الکترود و نمونه رو کرده است :

الف) برخورد‌های آکسیسان :

سبب تغییر میر الکترودهای بارگیری شده در داخل نمونه ؛ بدون آنکه انرژی جنبشی آنها تغییر کند. این برخورد با سبب پراکنده شدن الکترود ها شده : الکترودهای برگشتی . ( نشانه‌ای بهم در تصویر سانی )

ب) برخورد‌های آکسیسان :

انرژی  $e^-$  بارگیری به اتم‌های نمونه وارد می‌شود  $\leftarrow$  پدید آمدن الکترودهای ثانویه ، پرتو X مشخصه و ...

\* الکترودهای برگشتی (BSE) اطلاعات عنصری از نمونه به همراه دارند : نمای عدد اتمی یا ترکیب ، نسبت سطح این  $e^-$  ها وابستگی زیادی به میانگین عدد اتمی نمونه ، نسبت نمونه و نمای اندازه گیری انرژی بارگیری سنگین دارند

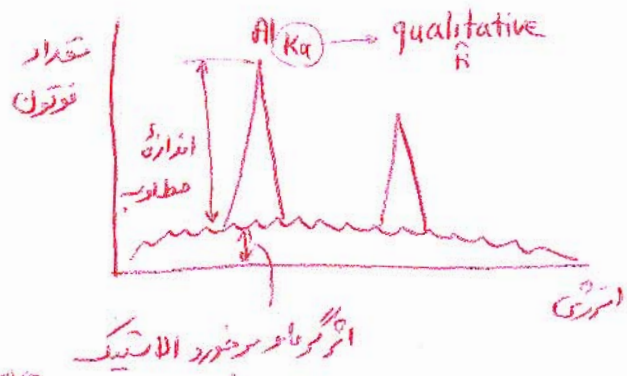
یکی از برتری های e های BSE نسبت به SE ، تمایز نفوذ آن ها است در نمونه . ← اطلاعات از ویژگی لایه های پائین تر سطح نمونه نیز بهره دارند .

در تصویر حاصل از e های BSE ، عازها به ترتیب تیره ، روشن در ررضشان هستند که دلیل آن وابستگی زیاد سازی e های BSE به عمق است .

اشعه حاصل از X-ray (2.5µm) در مرحله ی بعد ← EDS

انواع آنالیز کمی :

- (۱) عمومی
- (۲) نقطه ای
- (۳) خطی
- (۴) نقشه ای

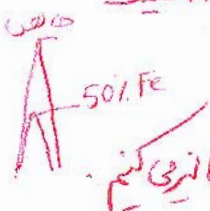


\* X-ray در واقع همان طیف مشخصه است .

در EDS قدرت تفکیک  $130\text{eV}$  است . یعنی

اگر اختلافشان کمتر از  $130\text{eV}$  باشد ، یک پیک

برده می شود . (از معایب EDS)



\* آنالیز کمی : ابتدا آهن حاصل را آنالیز می کنیم ← پیک های آن را پیدا کرده و بعد نمونه ی مجهول را آنالیز می کنیم .

اما این کار اشتباه است ← از فاکتور تصحیحی ZAF در EDS استفاده می کنیم :

\* Z : عدد اتمی ؛ عدد اتمی بالاتر کمتر ← گلابی بزرگتر . چون میزان نفوذ بیشتر می شود . پس بازتاب کمین

در حالت مایع و در حالت فولاد یکی خواهد بود و در فولاد کمین از مایع تراکم ؛ سطح اشعه می فرستد .

← در مورد کمتر از واقعیت نشان میدهد . به ماتریس به میزان نفوذ اشعه در حالت مایع ، این فریب تعیین می شود

\* A \* F : جذب (absorption) ؛ اتم های بالای Fe پس Cr در رفت ؛ فزونی از انرژی را جذب می کند و حرکت

می شود و ما رویگر موج حاصل از حرکت Fe را جذب می کند و دوباره حرکت می شود . (فلورسانس (F))

A : جذب

← Cr پس تیره Fe کمتر از واقعیت اندازه گیری می شود .

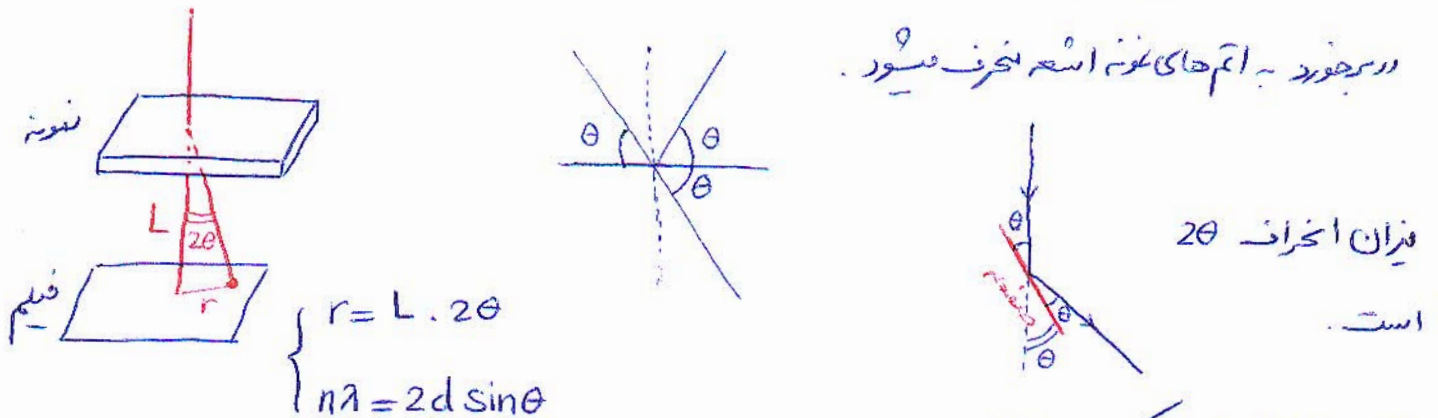
F : فلورسانس عناصر دیگر .

\* در الکترون های " Auger " هم صرف طیف مشخصه داریم. (برای اتم های سبک)

در واقع طیف مشخصه توسط الکترون های لایه بیرونی اتم های مجاور جذب می شود.

\* تحرک مناسب : ولتاژ یا انرژی الکترون ها 3-1.5 برابر آستانه ی نزدیک اتم است. برای آهن، انرژی تحرک  $7100 eV$  است لذا ولتاژ بین 15000-10000 ولت داریم. از این بیشتر و از این کمتر موجب تحرک می شود. بدین اصطلاح با اتم های مجاور هم برخورد می کند.

\* نمونه در TEM باید چند لایه ای اتی باشد چون  $e$  باید از آن عبور کند. ولتاژ بالای نیاز است.



در برخورد با اتم های نمونه اشعه منحرف می شود.

میزان انحراف  $2\theta$  است.

$\theta$  همان زاویه است که در رابطه ی براگ وجود دارد.

$$(n=1) \Rightarrow n\lambda = 2d \cdot \theta : \lambda = d \cdot 2\theta$$

$$\Rightarrow \frac{r}{L} = \frac{\lambda}{d} \quad \lambda: \text{طول موجیست که حوزة تابانیم}$$

$d$  مربوط به ضخامت است که انحراف را ایجاد کرده است  $d$  بدست می آید.

← نوع شبکه تمپه می شود. صفحات (100) آهن در تمام دنیا،  $d$  مشخصی دارند. اما دیگر صفحات دیگر فزات ممکن است روی  $d$  این قرار بگیرد.

در تک کریستال، حاصل یک سری نقاط روی فیلم است. اما در پلی کریستال به یک دایره می رسم (صفحات هم منظم که یکجور اشعه را منحرف کرده اند)

\* راهی وجود ندارد که بتوان تمپه تصویر SE است یا BSE. از روی انرژی قرار داری می تمپند.

\* تمپه می لپوری ← مشکل ترین حالت آنالیز SEM ← پس کردن پور تا طلایی را از دست ندهیم.



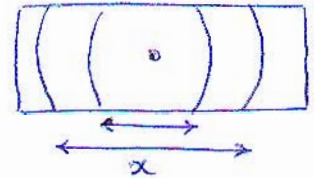
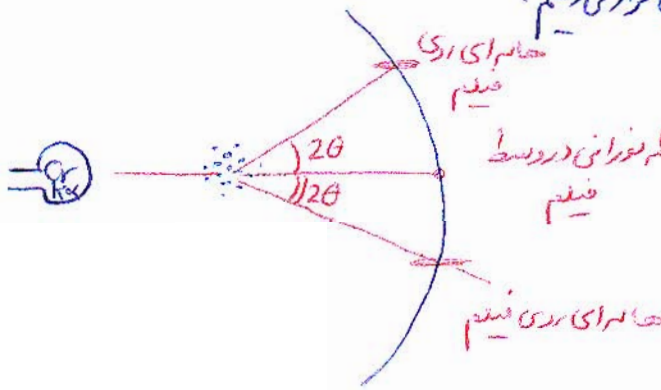
اگر اشعه X به فیلتری بتابد، آنرا سیاه می‌کند. (روشن اشعه X)

کیف بخار فیزیکی تحریک شده و از لایه بیرونی خارج می‌شود. (لایه اشعه X). بررسی بین کریستال‌های انیزوتروپ به روش دیفرانسیل:

شرایط: ① ماده انیزوتروپ باشد ② توزیع آنتالپی دانه‌ها در فضا ③ تعداد دانه‌ها در آنجا

صفحات هم منظم زیاده باشند.

گیرنده دانه‌ها مجهول داریم. در این مورد، فیلتر با شعاع مشخصی قرار می‌دهیم.



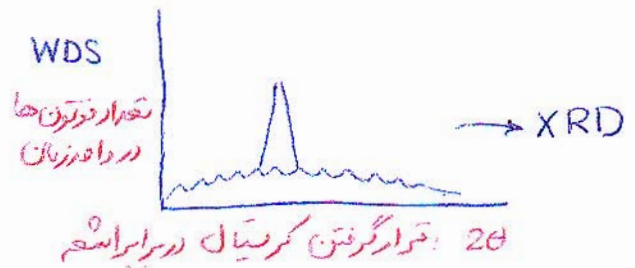
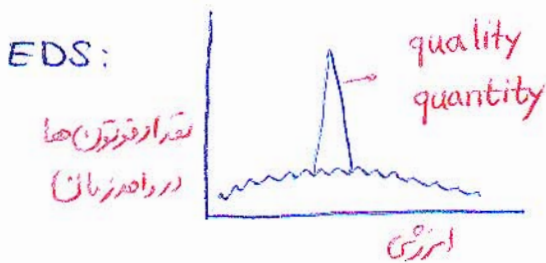
طول دانه از این جهت خطوط،  $\theta$  مختلف دارند.

$$x = 4R\theta$$

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

از معادله اول (x)،  $\theta$  بدست می‌آید ← d بدست می‌آید.

\* بدست آوردن نوع ساختار: (XRD)



طبق براج هر صفحه با صفحه بعدی باید  $\frac{\lambda}{2}$  در رفت و  $\frac{\lambda}{2}$  در برگشت اختلاف راه داشته باشد تا بازتاب داشته باشیم. (برای ساختار مکعبی ساده).

در b.c.c (ABAB) بازتاب صفحه اول توسط صفحه دوم خنثی می‌شود. چون بین صفحه A و B

در رفت  $\frac{\lambda}{4}$  و در برگشت نیز  $\frac{\lambda}{4}$  اختلاف راه وجود دارد ←  $\frac{\lambda}{2}$  خنثی می‌شوند.

← فاکتور ساختاری مطرح شد که قانون براج را به ساختار وابسته می‌کند:

$$F_{hkl} = \sum_{i=1}^N f_i [\cos 2\pi (hx_i + ky_i + Lz_i) + j \sin 2\pi (hx_i + ky_i + Lz_i)]$$

(وقتی بازتاب داریم که  $F_{hkl} \neq 0$ )

۱۳

: b.c.c

در این دو موقعیت اتم داریم:  $(\frac{1}{2}, \frac{1}{2}, \frac{1}{2})$  ,  $(0, 0, 0)$

$$F_{hkl} = f_1 [\cos 2\pi (0+0+0) + j \times 0] + f_2 [\cos 2\pi \times \frac{1}{2} \times (h+k+l) + 0]$$

$f_i$ : فاکتور جنبش ماده

$$\rightarrow F_{hkl} = 1 + \cos \pi (h+k+l)$$

جمع باید زوج باشد  $\rightarrow F_{hkl} = 0$  فرز:  $h+k+l$

(100) (110) (111) (200) (210) (211)

(220) (221) (310)

✓ پراش میدهد در (b.c.c)

(100) در bcc پراش نمی دهد. در دایمی سُرودتی کنیم، باید کنیم d مربوط  
c (100) نباید دیده شود.

f.c.c :  $(\frac{1}{2}, \frac{1}{2}, 0)$   $(\frac{1}{2}, 0, \frac{1}{2})$   $(0, \frac{1}{2}, \frac{1}{2})$   $(0, 0, 0)$

$F_{hkl} \neq 0$   $\rightarrow$  همگی زوج یا همگی فرد:  $h, k, l$

(100) (110) (111) (200) (210) (211)

(220) (221) (310)

اگر بود کرسیتال راحت اشعه قرار دهیم، هر صنف می تواند پراش دهد بشرط  
بالا

(14)  $n\lambda = 2d \sin\theta$  :  $n^2 \lambda^2 = 4d^2 \sin^2\theta$

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

$\rightarrow \frac{n^2 \lambda^2}{4a^2} = \frac{\sin^2\theta}{h^2 + k^2 + l^2}$  :  $\frac{\sin^2\theta_1}{h_1^2 + k_1^2 + l_1^2} = \frac{\sin^2\theta_2}{h_2^2 + k_2^2 + l_2^2}$

پس فیلم را باز کرده و  $4R\theta_i \leftarrow \theta_i$  را حساب می‌کنیم.  
 برای درصحات f.c.c و b.c.c یکی از آن‌ها در رابطه‌ی بالا صدق میکند.

$\sin^2\theta =$	0.118	0.234	0.352	0.469	...
bcc :	110	200	211	bcc برپایش میدهد:	
fcc :	111	200	220	" " " f.c.c " "	

در هر مورد رابطه‌ی فوق صدق کرد. شبکه معلوم میشود.

مذکور یکی از شرایط رایج - شُرر: تمامی صفحاتی که می‌توانند برایش دهند، باید برپایش بدهند.  $\leftarrow$  لودر چندی نیز برمی‌داریم.



در طایفه (EDS) انرژی را اندازه‌گیری کرده  $\leftarrow$  چه معرفی داریم و چه داریم؟  
 XRD : ساختمان را هم معلوم میکند.