

در آزمون‌های 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.

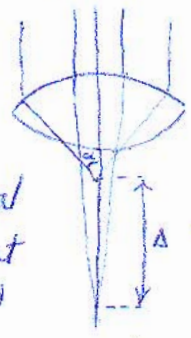
$d = \frac{0.612 \lambda}{n \cdot \sin \alpha}$: قدرت تفکیک - λ : طول موج عامل مسئول کننده اطلاعات - چشم انسان طول موج‌های 4000-8000 Å را می‌بیند. هر چه طول موج شیر باشد، فایده‌تری بینم. در این رابطه d هر چه کوچکتر باشد بهتر است زیرا جزئیات را بهتر می‌توان دید. (d حداقل فاصله است که بتوان دید یعنی از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

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 اگر dig. zoom را می‌توان تا 1000 هم رساند.



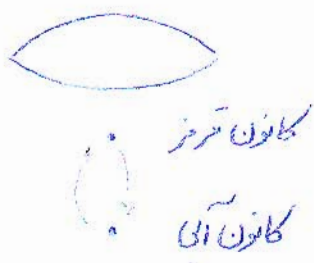
α : زاویه‌ی تابش نور - عدسی هم در فاصله‌ی کانونی متمرکز است. از دید اپتیک عدسی وجود ندارد که نقطه‌ی کانونی واحد داشته باشد. چون زاویه‌ی برخورد به عدسی مهم است.

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.

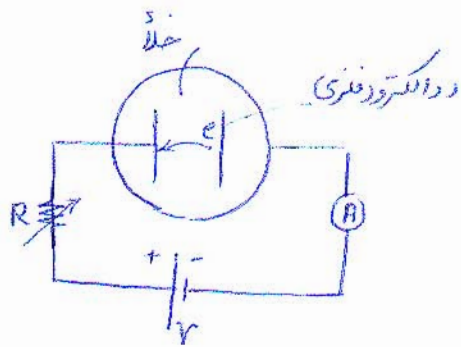
این روزنه aperture نام دارد. با تراکم روزنه α کوچک رده و $\sin \alpha$ کوچک می‌شود. فاصله‌ی Δ را کم می‌کنند یا $\sin \alpha$ را بزرگ کوچک می‌شود. \Rightarrow یک optimal (اپتیمم) وجود دارد که مناسب دارد. مثل میکروسکوپ‌های نوری

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.



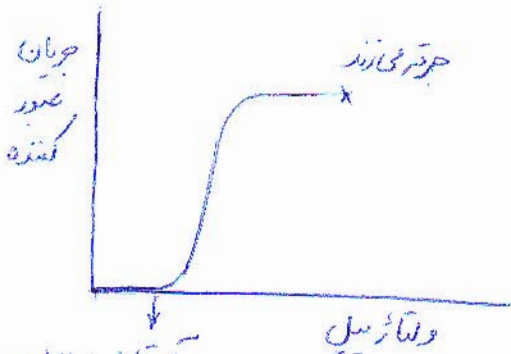
{chromatic Abberation}

آزمایش J.J Thomson :



اگر V با اندازه‌ی کافی باشد، آمپر سنج 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 :

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

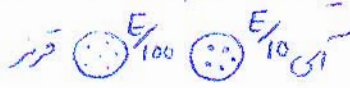
اگر نور مرئی را با اتم بیابانیم قاعدتاً باید آن را بشیم اما چون این انرژی خیلی کمتر از انرژی سکون آن است دیگر اتم نمی‌تواند آن را بشیم. با میکروکوپ های AFM نمی‌توان اتم دید.

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 مطرح 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 ریز تر 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. (گرمی از نور) پس باید عاملی باشد تا این انرژی را فراهم کند. انرژی اولیه از سنگ شد، تا این رده 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 مفسر می شود. (مکینواخت نیست)

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

اگر ν 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 نند) پله انرژی صفر است و نتیجه هر مقدار انرژی می توان آن را داد.

نظریه دیبای : (De Broylie)

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

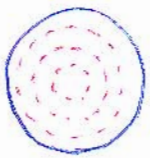
طول موج این موج وابسته به جرم و سرعت آن است. برای زمین این موج $\lambda = 3 \times 10^{-63} m$ است. کوچکترین λ قابل اندازه گیری برای گاما است ($10^{-11} m$). بنابراین این موج را نمی توان اندازه گرفت. این طول موج برای ذرات نیز مثل الکترون که جرم کمی دارند قابل اندازه گیری است. این امواج الکترومغناطیسی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

* اگر دو چین گرافیتی را به هم نزدیک کنیم، حد در آن حفره می شود چون گرافیت دارد. اما اگر دو فولاد را به هم نزدیک کنیم 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

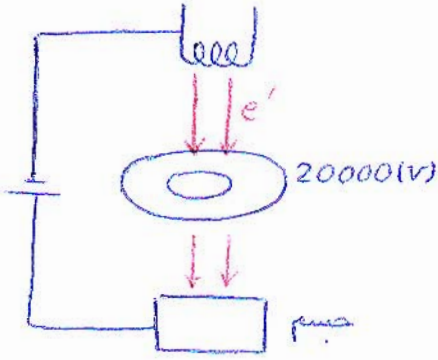
ساطع می کند. مثل لامپ ها که در اثر عبور جریان نور ساطع می کنند. مثلاً الکترون از سیم مسی با مقاومت کم بگذرد و به تنگنایی

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

با دادن حرارت این الکترون‌ها با بالا رفتن می‌شوند اما از سطح جدا نمی‌شود چون داخل لایه وجود دارد. حالا اگر بخواهیم این الکترون‌ها را جدا کنیم:

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



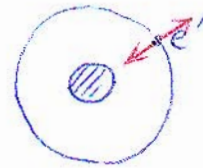
چند الکترون جدا شود اما متوقف می‌شود (یونیزه نمی‌شود) چون تقبیلی الکترون‌ها محکم‌تر به فلز (یون‌های Fe^{2+}) می‌چسبند. در نتیجه مدار درست نمی‌کنیم

اگر سر راه این اشعه‌های الکترونی حساسی قرار نگیرد، میکروسکوپ الکترونی ایجاد شده 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 ندارد؟

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



می‌افتد

← با دیدگاه کوانتومی باید به آن نگاه کرد:

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

***: طبق قوانین کلاسیک نیوتن الکترون در نقطه‌ای 1 در لحظه‌ای معین تعادل دارد اما از آنجا که 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.

هرچه 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 دافعه بین الکترون‌ها، در هر مدار تعداد الکترون خاصی قرار می‌گیرد. الکترون

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

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

این الکترون از مسیر دایره‌ای از این 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 سیاهچاله شود حتی خیلی کوچکتر میشود. رادرفورد با آزمایش تابانندگی اشعه α به صفحه ای از طلا به این موضوع پی برد.

$(\frac{h}{2\pi})$ l (عدد کوانتومی اوربیتی) n (عدد کوانتومی اصلی)

1

0 ($0 \rightarrow n-1$)

l : میزان (میلی) بودن رانشان می دهد.

2

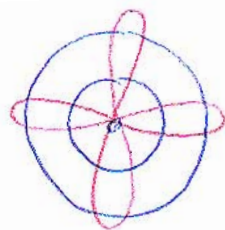
0, 1

$l=2$ از $l=0$ ، میلی تر است

3

0, 1, 2

4



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

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

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

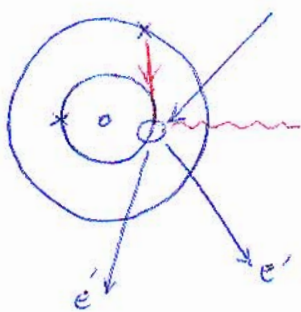
علت اینکه الکترون سوم در $l=1$ لایه دوم

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 باقی نگذاریم الکترون، 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.



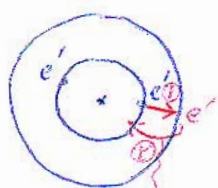
در این صورت یک موج ساطع می شود. این امواج الکترومغناطیسی

دقیقاً باندازه ای یک بده که انرژی بین این دو مدار است. اگر این

موج را بررسی کنیم، نوع ماده بدست می آید. چون برای هر ماده

این موج فرق می کند. این موج بخاطر تفاوت انرژی بین دو مدار است. از همین روش فهمیدند که مثلاً در خورشید

هیدروژن وجود دارد. هیدروژن در خورشید حرکت می کند و نوری از خورشید ساطع می کند. هیدروژن عنصر شماره 1 است.



در اثر حرکت He ، الکترون به لایه بعدی رفته و مانع حرکت 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

دو تانده از مدار 1 - سوم برود.

روی زمین اندازه گیری می شود و
هر دو کوانتوم 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 کند 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:

$3 \rightarrow 2 : L\alpha$

$4 \rightarrow 2 : L\beta$

$L\alpha$ و $K\alpha$... 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.

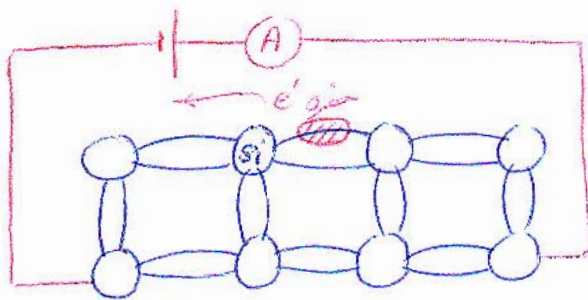
86.8.2 - حلبرومی سوم

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 ها 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 بنویسیم مقاومت تغییر می کند. در واقع الکترون ها کنده شده (با از بین رفتن پیوندها) و مقاومت کاهش می یابد.

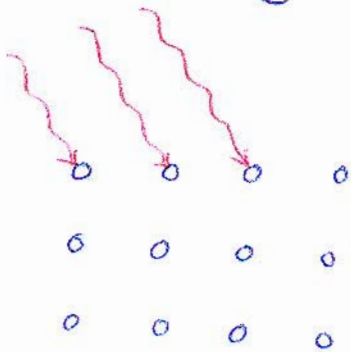
اما مشکل اینجاست که گریسیال کامل در واقعیت نداریم و عیب زیادی در آن وجود دارد. همه دقت این روش هم جنبی بالاست. تا 1٪ تقریب یا 0.1٪ تقریب می زند.

جدیدترین - P(5)

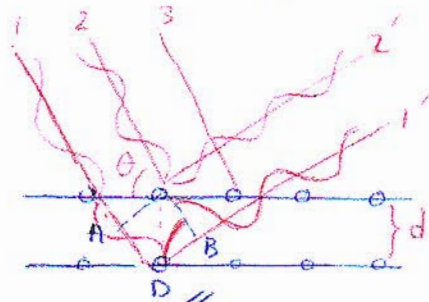
رشته‌های حساس را در دمای معینی بکار می‌برند چون ممکن است دچار تحول‌های برگشت ناپذیر شود. مثل همین رشته‌ها اندازه‌گیری انرژی بخصوص اگر در رشته‌های ناپذیر باشد.

۲- روش اندازه‌گیری طول موج :

برگ (Brag) : در مقیاس اتمی، فضاها حالتی زنجاری وجود دارد. اگر طول موج کاروری مادری باشد که - ساختمان اتمی نفوذ کنند. یک دسته اشعه‌های هم فاز را به اتم‌هایی می‌تابانیم :



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



قانون برگ :

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

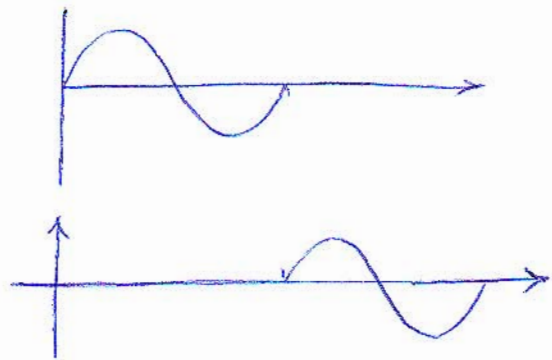
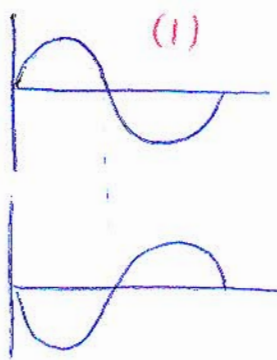
در موقع برگشت برخلاف آمدن، اختلاف فاز پدید می‌آید.

موجی اول و موجی بیست و پنجم 0.25λ در جهت و 0.25λ در برگشت با هم اختلاف مسیر پدید می‌آید. اگر بین موجی اول و دوم 0.01λ اختلاف باشد.

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

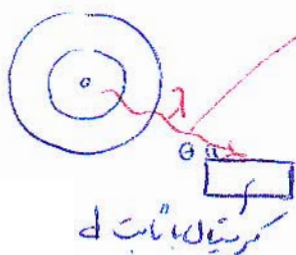
اتمی نفوذ کند هیچ بازتابی از آن وجود نخواهد داشت مگر : اختلاف مسیر در جهت برگشت ضریبی از λ باشد.

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



این طول موج (موج) که از اتم‌ها
شکل می‌گیرد : طیف مشخصه
Characteristic Ray

در روش ۲ :



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

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

روش دم (مقی، زمان بر و گران قیمت است).

در آنجا چه طور نور مری را تحت حرزاد بر می ریزیم؟ نفوذ نمی کند (طول موج مری به آنجا نفوذ نمی کند)

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

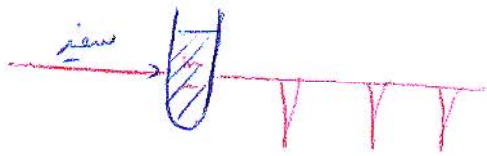
- ۱- وقت
- ۲- سرعت
- ۳- قیمت (دوری)
- ۴- تعداد نمونه

روش های نمونه برداری:

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

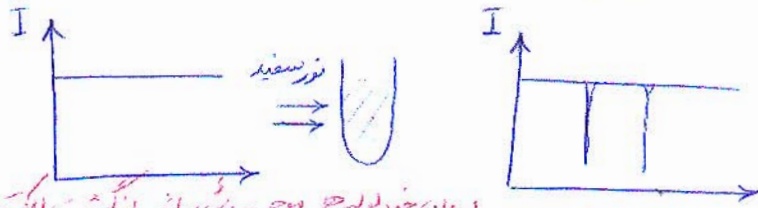
در روش برای حرکت کردن اجسام: درجهی روش ها طیف سنجی (spectroscopy) می کنیم.

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



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



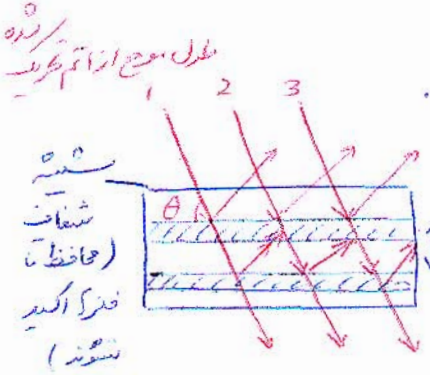
در طول خود لرزه هم موج های ساز با گشت افکزیون به محل تپلی خود ایجاد می شود ولی جنبه کمی کم است

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**: مستور **کمی** و **کیفیت**.
- ۴- آشکارساز: وسیله ایست که موج گرفته شده را معین کرده و مقیاسش را هم معلوم می کند.
- ۵- تحلیلگر سیگنال: تبدیل این امواج به برق به منظور تحلیل این امواج: Remote (کنترل تلویزیون) در واقع نور **تبدیل شده** به برق توسط آشکارساز را تحلیل می کند توسط **یک سری وسیله و دستگاه**.

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.



لغز نور را جذب و نصف نور را رد می کنند. d ضخیم ی نوری نیم شفاف

{ فیلتر های جذبی }
برای: $n\lambda = \frac{2d}{\cos\theta}$ ✓

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.

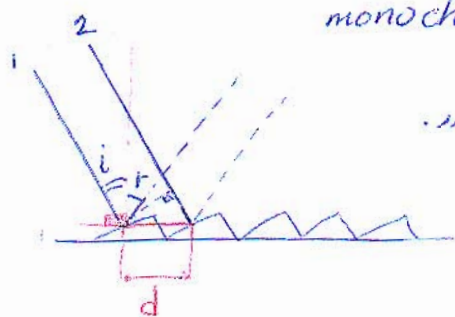
لیزر را نیز از همین جهت دارای رانندگی پایش می داریم چون مثلاً 80% نور را حذف و 20% را انتخاب می کند و تکفام می کند. **مستور** ی فوق را در جهات مختلف قرار می دهیم. θ را داریم، d را هم داریم از نتیجه λ وادست می دهد.

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.

تفاوت برای ام‌ها نسبت که ساکن باشند به از میکروسکوپ الکترونی در نمای ازت تابع استفاده می‌شود. وقت این دستگاه وقتی بالای دور که میزان کتری را جذب کند و میزان بیشتری را رد کند.

سیستم مونو کروماتور: (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 mm ، 4000 از این

دندان‌ها وجود دارد. هر دندان 250 nm است و عمق این

دندان‌ها بسیار است. اجازه‌ی باز دید از این قسمت کارخانه وجود ندارد.

تا به حدود دندان، در این دندان $d \sin i$ بیشتر راه می‌رود. در برگشت، اوجی $d \sin r$ بیشتر راه می‌رود. اختلاف راه

$$d \sin i - d \sin r = \text{این دو}$$

اگر $n\lambda = d(\sin i - \sin r)$ ، اشعه بازتابش می‌شود. در غیر این صورت برگشتی نداریم. (بازتاب نداریم)

تقریباً هر چه بزرگتر این Grating می‌خورد بر می‌گردد 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 شکل دارد:

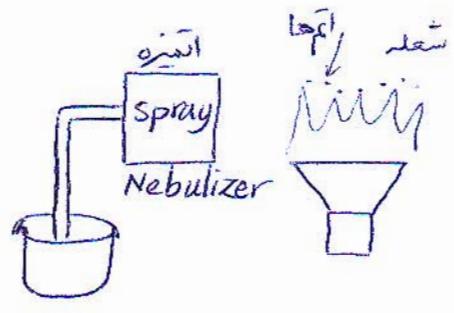
۲ - فاصله‌ی بین دو طول موج را نمی‌توانیم (در طول موج بازتابی) و منظم نیست. بدست آوریم.

۱ - شبیه کامل نداریم.

- تفکیک مناسب را ندارد.

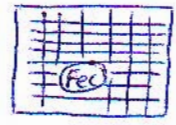
Atomic Absorption Spectroscopy *

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

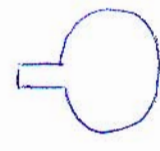
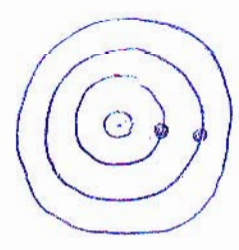
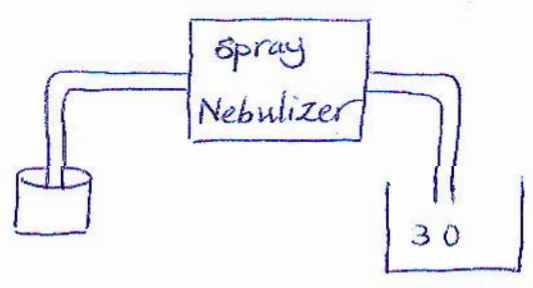
چرا ppm؟ در واقع ساختار را داریم. ساختار را حرکت می کنیم یعنی اساس را بهم می زنیم ← $K\beta, K\alpha, \dots$



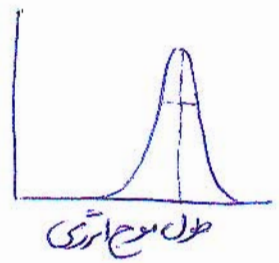
کارهای آزمایشی انجام می دهیم. آهن خالص چقدر بدست می آید؟ عملاً نداریم. Low Carbon. معمولاً Fe و C درگیر هستند. Si داخل Fe است. نیزوهای بین شنبلی داریم. مشکل این است که در طبیعت آهن خالص نداریم. پس بهترین کار، تک تک راستن اتم هاست.

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

بعد از این مرحله یعنی وقتی تک آتی شد، از کجا بفهمیم این چه ماده است؟ مشکل این جاست که باید تک تک سوال 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 حرکت.

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

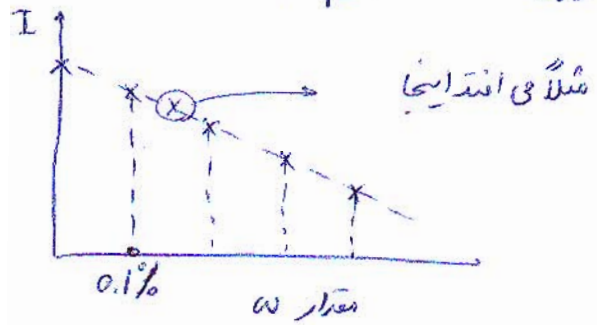
چون 7200eV این است، انرژی جدا شدنش را نیز در بر می گیرد. 7200eV } 6800eV }

اگر ω باشد، I کوچک می‌شود.

اگر ω خیلی بزرگ باشد، $\max(I)$.

شدت بعد از سطح I شدت قبل از سطح I_0

اگر ω 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 گهزنه

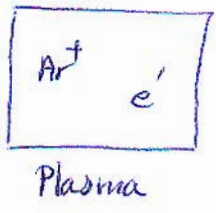
برای عرضی باید این کار را انجام داد. بعضی جاها واجب است انجام دهیم. اهمیت ppm را بدینم.

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

ICP : (Inductivity Coupled Plasma) *

پلازما چیست؟

جواب: محیط اتمی یونیزه شده. تعداد یون‌ها و تعداد الکترون‌ها، بالانس شده باشد. از نظر بار کل الکتریکی خنثی باشد. پلاسمای درخشان و سرد داریم.



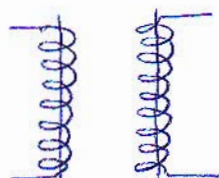
$n(e^-) \uparrow$ و $n(Ar^+) \downarrow$ ← پلاسمای سرد تر

در این جا از این سیستم استفاده می‌کنیم ← جذب ← λ می‌فرستیم }
 نشر ← خود ماده نشر می‌کند }

رزشر، عامل اصلی خود جسم است. اختلاف بار درش تنبی: شعله و لامپ نداریم.

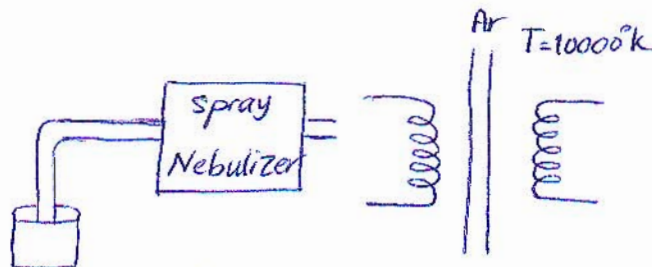
Transformer (ترانسفورماتور) با برق AC کار می‌کنند. تغییرات متناوبی جریان ← تغییر جریان مضطرب

جریان برق شهر = 50HZ در این جا = 2.8MHz B به قدری است که هر موجودی از آن درگیر.



2.8 MHz

برای گرم کردن و تحریک کردن از پلازما استفاده می کنیم



آرهای شدت هم می خورد. E کافی برای تحریک واسطه کاتی

دما 10000°k بالای رود. دمای سطح خورشید 5000°k است. { پلاسما ایندرومی تواند دمای 10000°k را تحمل کند }

حتما آتیزه میورد. وقت این دستگاه ها راجد PPB است: 1 ام غریبه را درین 1 میلیا رد تشخیص می دهد. 1 کیسول Ar را در (2-3) hr مصرف میکند. فقط نمونه ای اول هزینه در بردارد. چون روشن نتر است. 100 تا مصرف را با هم انداز می گیریم.

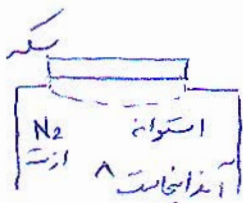
کافی است در جبهه ها { در قبل از هر دفعه 1 لایه } در اینجا حدین مصرف با هم
 وقت راجد ppb ، فعلا همین روش وجود دارد.

* هزینه ای ازت بالاست. تلب این سیستم grating است: (Spark Emission Spectroscopy)

فجالت بیشتر از 2mm باشد، حتما می ریزد. نمونه را در محل قرار داده. آند: تلگس W V

چون نتر است، تحریک، grating می آید. نمونه ای منفی

حس: 30 - 40 - 50 تا مصرف با هم انجام میدهد. مرتب شروع میکند هزینه بزرگ. روده می زند و اکسید میورد. تحت گاز ازت.



کوانتومتر: نام منفی روش

پایه ای دستگاه. کف نمونه باید صاف باشد. بخاطر نمونه های که می بندد سیاه میورد. وی اگر N2 داشته باشیم فقط 1 نقطه سفید در اثر جریه بزرگ. (فقط نمونه های منفی)

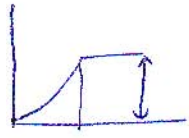
نام علمی: SES. وقت؟ عناصر خاص در محدوده ای خاص

تنظیم برای استاندارد مشخص؟ در روش تلبی spray می بریم برای آتیزه کردن

std حقدراست؟ L نمونه blank بذاریم و آن را میزان دمیا در قرار دهیم



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



این ارتفاع معادل
2٪ کریب است

نمونه در دستگاه spark، می رانیم 2٪ دارد.

یعنی باید ترکیب نمونه ها را بدانیم.

مثلاً می رانیم چدن داریم. نمونه ی شپول را منقض می کنیم. خیلی سریع range را تعیین می کنیم.

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

کارخانه هایی که با چدن کار می کنند، base = Al دارند.

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

تجزیه می شود! (تجزیه می شود)

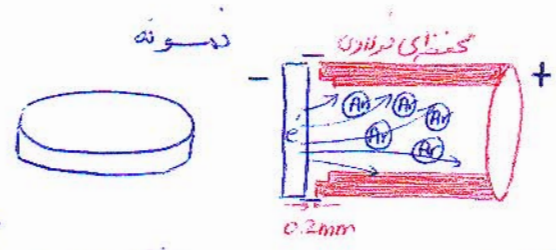
فولاد کریب بالا. (چدن سفید) با چدن خاکستری فرق نمی کند. گرافیت آزاد دارند و مستقیماً نمی توان از این روش برای

آنها استفاده کرد. پس remelt می کنیم تا چدن گرافیتی، چدن سفید تبدیل می شود.

تک اتمی در طبیعت وجود ندارد اما در کربیتال می تواند وجود داشته باشد که خواص آن با حالت اتمی متفاوت است
نماینه داریم اتمیزه بنیم . یعنی اتمیزه کردن نمونه . توسط دستگاه ICP . که دقت آن در حدود ppb است .
در این دستگاه دما تا 10000° 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 .

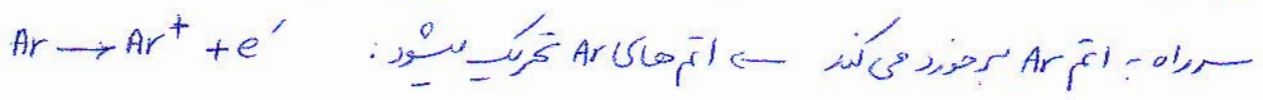
* Glow discharge (G.D)



یک محیط پلاسما معمولی است .

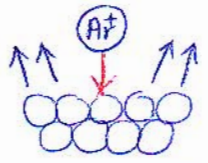
درون سیستم با Ar پر شده است .

یک جریان از e- از کاتد به آند می رود چون نمونه را هاری گرفته ایم . این e- از محفظه ی آرگون خارج می کند . e-



Ar+ به سمت منفی پرتاب می شود . e- ها به سمت محفظه ی 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 وارد محفظه

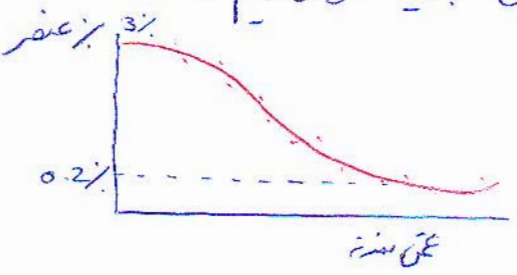
می شود - همان بدلی سر این اتم های آید که به Ar آید بود . - این اتم ها تحریک شده و اثر

آن را توسط grating بررسی می کنیم . pick آرگون معلوم است چون در رابطه اشعه ی 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 حیای که صبرته 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 مثلا 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 عایق مطلق نیست . اما مشکل آنها این است که بعد از یک مدت که الکترون جا می اند

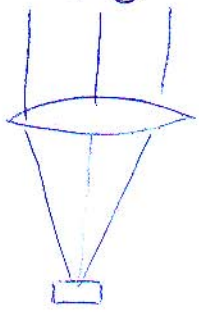
قلمبر می شود . بعد از آنکه در سطح اول کنده می شود اما چون جری های این الکترون را نمی گذرد و ادا به پیدا

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

(کتاب روش های 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: λ - نور عبور نمی کند. عمق میدان: depth of field: حداکثر عمقی است که می توان به طور واضح دیده شود.



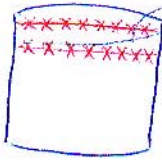
اگر تصویر روی فاصله کانونی نباشد اما در فاصله کمتر از 0.1 mm باشد ما آنرا باز هم واضح می بینیم. چون کمتر از قدرت تفکیک چشم ما است.

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

عمق میدان: H

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

برگشت سریع سرخط



در لامپ تصویر تلوویزیون، 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 تلوویزیون. 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. 4nm TEM ، 200000 برابر

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

۱۶/۹/۷

P(1)

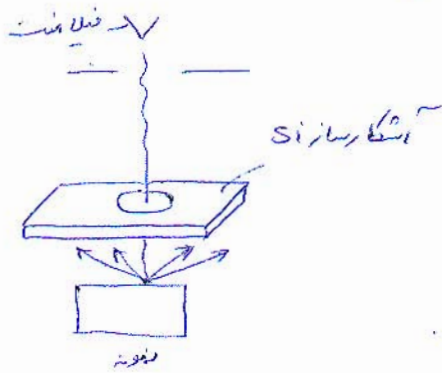
در میکروسکوپ الکترونی تصویر روشنی است. (SEM)

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 بخورد بر نمی گردد چون انرژی آن صرف تغییر شکل سطح رفته است.

اگر الکترون به سطح برخورد و برگردد، (Back scattered) شده است. تصویر ابراز 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 ناز های که 3 عدد اتمی اختلاف داشته باشند، تشخیص داده می شوند.

کاربردش : شناسایی - ریزه نگری


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

می بینیم.

در میکروسکوپ الکترونی موارد زیر مشاهده می شود:

- ۱- عدد اتمی متوسط : سنگین تر باشد، بیشتر می گراند.
- ۲- آرایش کربن سیاه گرافیتی بهیچ جهت فشرده تر در شش گردیده می شود. مثلا یک دانه دارای اندیس (۱۱۱) و دیگری (۱۰۰) ← پس الکترون ها با برخورد به (۱۱۱) فشرده تر انرژی بیشتری دارند.

چه اجسام را سه بعدی می بینیم؟ چون دو چشم داریم، در بین ۱ متر دارد ← عکس دو بعدی است.

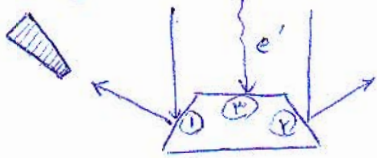
تصاویر سه بعدی  دیدیم یک تصویر در دو بعد دیگر تصویر دیگر.

راه دیگر: از جسمی در دو جهت با دوربین تصویر بگیریم و یک عینک بزنیم در رنگ در طرف مثل همان رنگ های اولی باشد.

تصویر الکترون های 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 می کنیم. اگر الکترون ها دارای انرژی کافی باشند، ممکنه را تحریک کرده ایم. انرژی: وگنارین اند و طاقه از نیروی

چینندگی الکترون ها به در آید، الکترون تحریک می شود ← الکترون از نمونه کنده می شود. پس با یک الکترون چندین الکترون از نمونه بیرون پاشیده می شود. در این حالت، آشکارساز کنار است؛ پس از آنجا بر این الکترون ها نگاه می کنیم



الکترون ثانویه ← از جسم آمده

سطح ① دیده می شود. سطح ③ خاکستری است. سطح ② تیره.

در بررسی شکست از SE استفاده می شود. (مقاطع شکست) اما در میکرونگاره های نوری عموماً میدان کم است و تیره دیده می شود. تصویر در SE سه بعدی تر است.

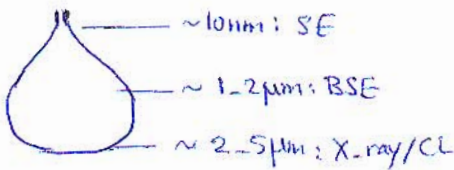
در تصویر SE، رنگ سفید مسکن است از چرخش بیرون سطح ناشی می شود اما در BSE، رنگ سفید یعنی نازک های سنگین تر.

در SE گرانت حل شده را می توان تشخیص داد. اما در ICP فقط در حد گرانت به دست می آید. وجود گرانت حل شده در موتور، نسبت ایجاد می کند.

برای تشخیص باز بودن شبکه، حرمی شبکه بسته تر باشد، نفوذ سخت تر است. قیمت های پر رنگ (در slide) احتمال برگشت

اتم بیشتر است و سازه های بی انتها یعنی الکترون های هزرته. قیمت های پر رنگ شبکه، گلابی است. حرمی وگنارین اند و طاقه


تیره، در این گلابی بزرگتر می شود.



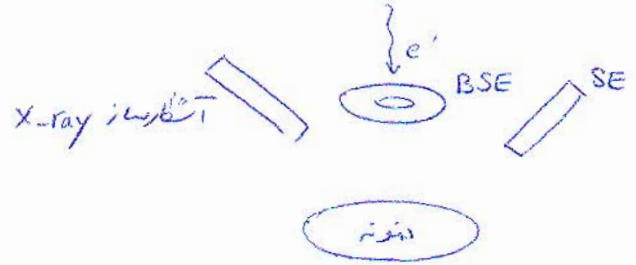
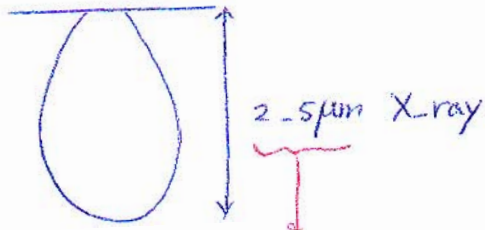
تصویر ثانویه، از عمق سطحی که در بیرون می آید برای BSE از عمق بیشتر می آید.

پس در BSE عمق نمونه دیده می شود. تیره تر است.

در SE چون الکترون از عمق می آید، انرژی کمتری دارد. مثلی توپی که بر می خورد و آبی که از طرف بیرون می بریزد.

تصویر هزرته: BSE چون از پایین گلابی تصویر می دهد. در واقع  توده و یک بازنگر تر پایش بوده (گرانت)

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



Energy dispersive spectroscopy

بسیار انرژی اشعه و جنبش تقطع بسطی دارد

کلیتاً آنالیزی کنیم X-ray

آنها سازهای از جنس Si هستند.

scanning کل سطح و کل عناصر

3- آنالیز خطی

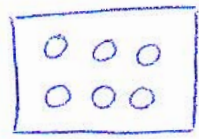
2- آنالیز نقطه ای

انواع ممکن آنالیز شیمیایی: 1- آنالیز عمومی

4- آنالیز نقطه ای

تقریباً تعیین می کند در این نقطه چه آنالیزی داریم

دانه اگر از 1um کوچکتر باشد، اشعه دور دور بر آراهم می زند چون حدود بزرگی اشعه، 1um (قطر اشعه) است.



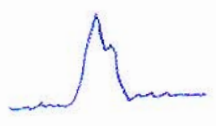
تصویر از بالا

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.



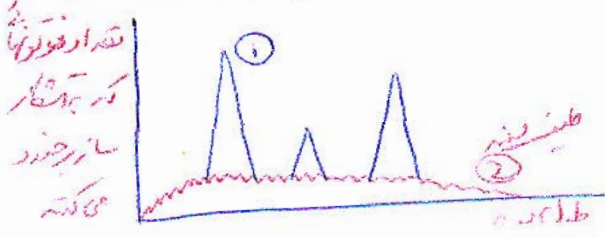
آنالیز خطی: در طول یک خط حرکت می کند و در هر یک عنصر مشخص راستان می دهد.



آنالیز نقطه ای: هر جا که یک عنصر خاص ببیند، یک تقاطع 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.

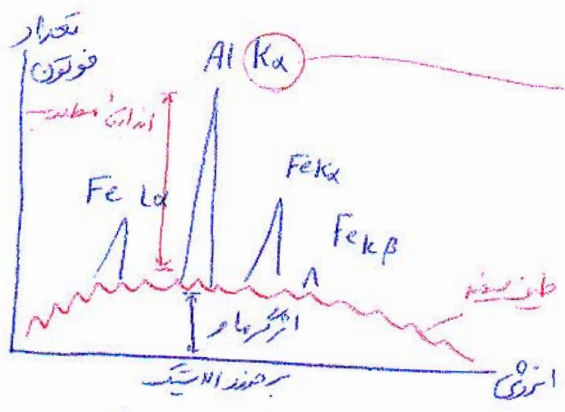
جایگاهی خاص، طیف خاصی می دهند: طیف مشخص



characteristic ray (آنالیز را با این انجام می دهیم)

از پراکندگی الکترون به لایه ی قشری اسرار می شود

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

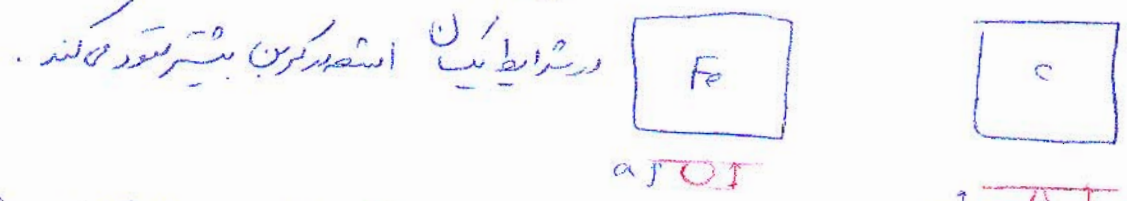
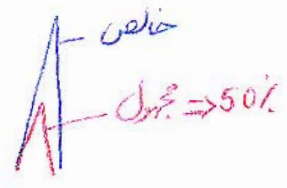


qualitative } از منحنی ها در نتیجه میتوان گرفت
 quantitative }

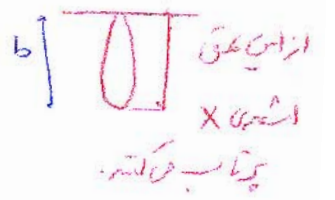
هیچ دروغی وجود ندارد که یک Kα یک داشته باشد.

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 را تهرول را تهرول دهند و یک ها را پیدا می کنند. این سیستم بیش از 90 درصد اشتباه است اما اولین قدم است. علت: در EDS تا کنون تصحیحی ZAF تقریباً وجود ندارد.



b = sa

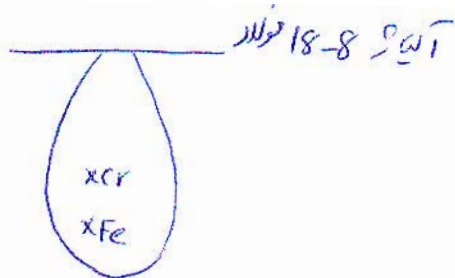


برای فولاد هم، کربن را باید از جهات منحنی بفرستیم. که امکان پذیر نیست. فقط از ناحیهی نزدیک به سطح، اشعه می فرستند. در این صورت درصد کمتر از مقدار واقعی نشان داده می شود: 0.03% = یک ضرب
 ۱- حالت عدد اتمی ج.

تصحیحی می خواهیم: 3x0.03=0.09

تأثیرهای تصحیحی در آنالیز EDS: تا توجه میزان نفوذ الکترون است. در هر دو حالت خالص این ضرب تعیین می شود.

در نمودار بالا: اگر یک خطی بلند باشد، خط کم است اما اگر یک پیک های طیف سفید نزدیک به هم Fe Kα در هر دو خط بالای رود.



گلابی ، مخفی است که برای ما اطلاعات می فرستد

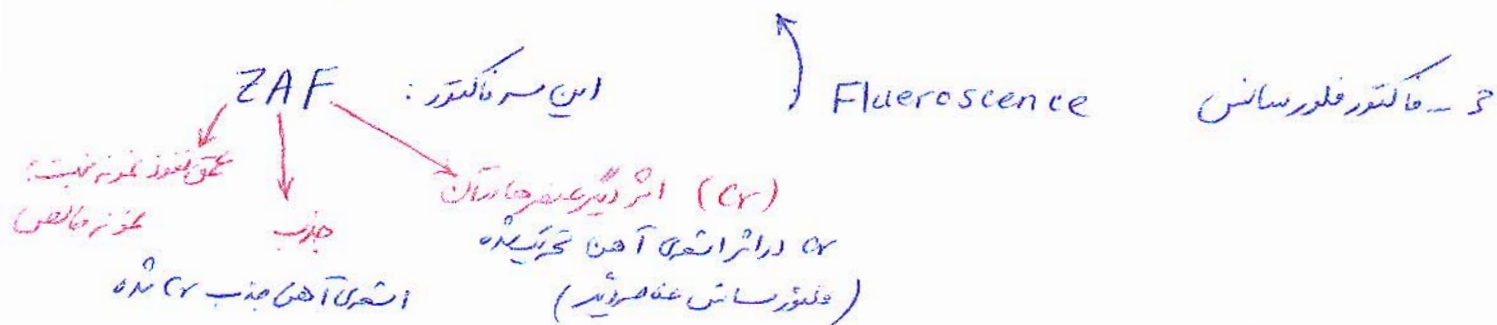
انرژی آزاد شده از Fe از K α : 6.7 keV ~~6.7 keV~~
 انرژی لایم Fe : 7100 eV

Cr یک بار در اثر رقت صبح برای تحریک دند به دراز تر گشت
 صبح از Fe تحریک می شود . پس یک فلوئورسنت لایم است :

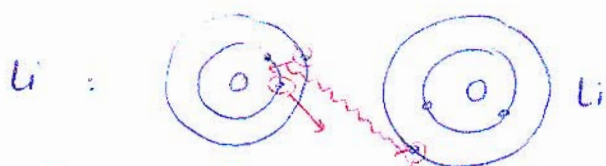
انرژی تحریک Cr = 5500 eV

Cr بیشتر Fe کمتر دیده می شود \rightarrow

۲- فلوئورسنت Absorption



Auger Electrons



عناصر سبک راحت تأثیر خود قرار می دهند

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

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



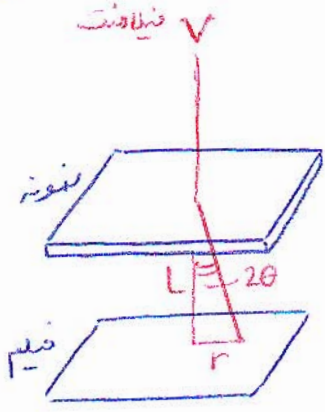
7100 eV

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

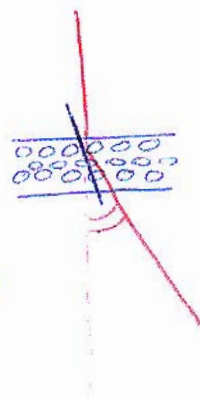
از این بیشتر باشد ، تحریک می شود
 از این کمتر باشد ، تحریک نمی شود
 کم تر هم باشد می شود .

کندتر از 1.5 به دلیل دمای سردی گلابی می تواند برعکس در آن 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.

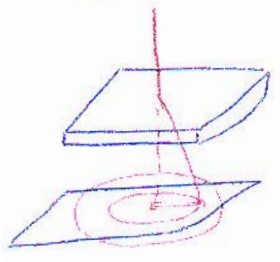


برگ : nλ = 2d sinθ

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 توانیم. فیلد شبکه چینی شبکه است. صفحات (100) آهن در تمام دنیا، d یکسانی دارند اما (100) آهن عکس است روی (111) سد بنفید. در طبیعت پی کریستال داریم. به دنبال صفحات دیگر هم می گردیم. رنگ کریستال بگیری لقطه ظاهر می شود اما در پی کریستال گیری دایره ظاهر می شود چون تقاطیک صفحه این کار را نمی کنند

(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 ای 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 متکی در فیلم ایجاد می کند. چون نابجائی اطراف خود، اعوجاج ایجاد می کند.

10 nm ↑

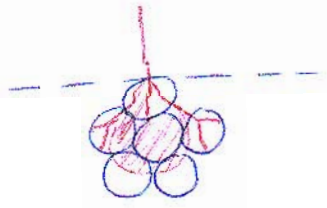
کارهایی که TEM می کند: Ultrastructure (لژی و Microstructures SEM) TEM توانست بریز ساختار هم دیده. (در حد نانومتر)

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

دلتا کم ← یعنی فنون کم ← اتم ها تحرک کرده و از خود غنچه میروند می آیند رسا از غنی شود و شاید ثبت 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.

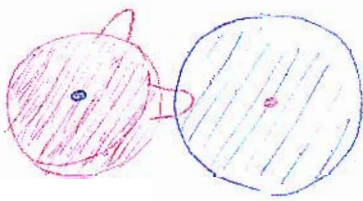
اگر فنون لوپ را باشد: اسم از لوپ بر رنده و دیگر طای را از دست می دهیم و مثل TEM میور و این شکل ترین حالت آینه است ← باید لوپ را پس کرد. تا حجم طای را از دست ندهیم.



نموده ی تکی:

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

اسال
↓
AFM



ساخت ساختمان های اتمی به روش اشعه X:

یک بخار نوری را تحرک می کنند و از یک لامپی خارج میور.

برزی بی کریستال های انیزوتروپ: روش دیالی - سرر debye - scherer

اگر اشعه X به فیلم بتابد، فیلم را سیاه می کند.

شرایط: 1- ماده انیزوتروپ باشد.

2- توزیع اتفاقی لانه ها در فضا

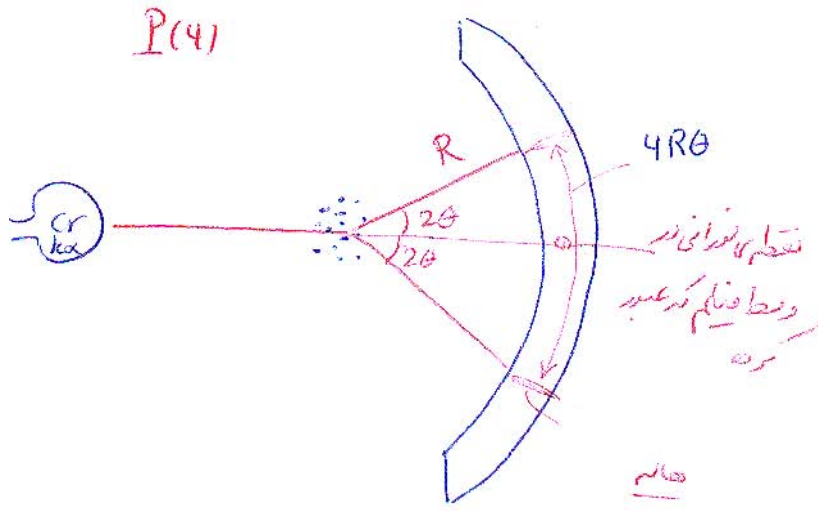
3- تعداد زیاد لانه ها

↓
صفحات هم منطقه ی زیاد

گیری دانه ی مجهول داریم. لامپ کرم داریم نظیر Cr Kα تولید می کند.

در این لوپ یک فیلم قرار می دهیم (شکل معلوم دارد)

P(4)

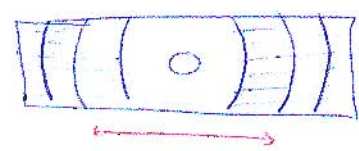


دانه‌ها از یک دانه به بالا فرود می‌آیند و دانه در جهت برگ قرار می‌گیرد.



دانه‌ها از یک دانه به بالا فرود می‌آیند و دانه در جهت برگ قرار می‌گیرد.

فاصله‌ی اینها را از وسط به سمت می‌آوریم.
(فاصله‌ی بین خط‌ها = x)



$$x = 4R\theta$$

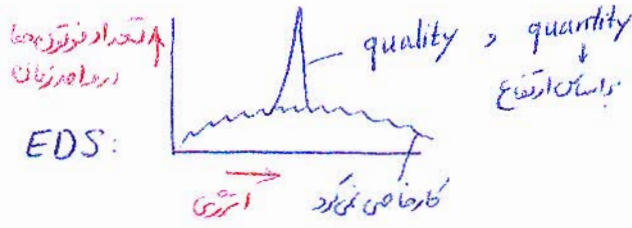
θ به سمت می‌آید. \Rightarrow شعاع فیلم: R

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

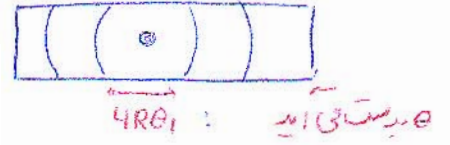
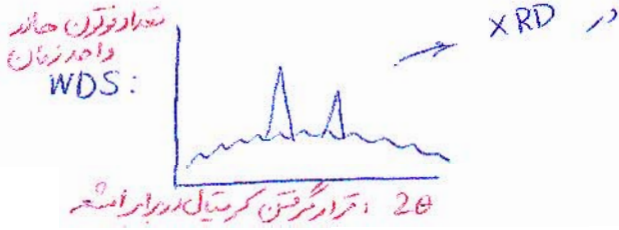
حکام از این خطوط θ ها می‌توانند دارند.

λ را در داریم $\leftarrow d$ به سمت می‌آید. حرکت بر اساس اشعه‌ی X است.

* XRF و XRD :



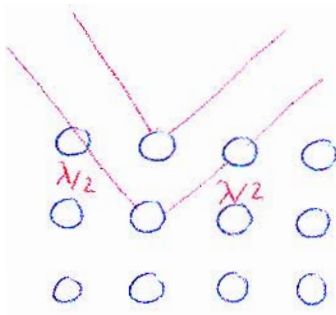
رو بای - شدر :



از اینجا، d بدست می آید. $n\lambda = 2d \sin \theta$

λ را خوبان با باند می بینیم.

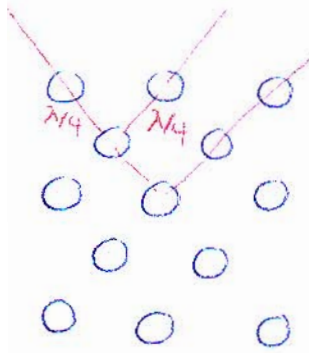
نوع ساختار را چگونه می توان انسد؟ bcc ، fcc و hcp



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

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

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



در bcc : بزرگ به صفحه می کار داشت (ABAB)

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

فاکتور ساختاری : قانون بزرگ را داشته به ساختار می کند.

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

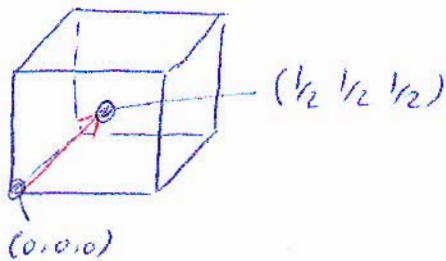
(000) را جایگزین می کنیم. بعد $(\frac{1}{2} \frac{1}{2} \frac{1}{2})$

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

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

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

$h+k+l$ فرد $\rightarrow F_{hkl} = 0$



اشعه برگشت در جایی صاف می شود. هر کج

فاکتور جیس ما به. قانون بزرگ را داشته به ساختار می کند

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 سیدور
 \times : نمی دهد.

خطه ستوان نیست f.c.c است یا b.c.c ؟

اگر بودی که مثال را بگفتی اشعه قرار صدیم، هر صغیری می توانی پراش دهد. (به شرط بالا)

$n\lambda = 2d \sin\theta$ ثابت: λ

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

$\Rightarrow \frac{n^2 \lambda^2}{4a^2} = \frac{\sin^2\theta}{h^2+k^2+l^2}$ $\frac{\sin^2\theta_2}{h_2^2+k_2^2+l_2^2} = \frac{\sin^2\theta_1}{h_1^2+k_1^2+l_1^2}$ برای پراش های مختلف
 بین برای صفحات مختلف ثابت است $\frac{\sin^2\theta}{h^2+k^2+l^2}$

بین فاکتور ساختاری برای این است که بین صفحات اتمی، یک صفحه را در نظر بگیرد و آنرا را بررسی کنیم.

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

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

$\sin^2\theta = 0.118 - 0.234 - 0.352 - 0.469 - 0.587 - 0.706 - 0.828$
 $\frac{0.118}{2} = \frac{0.234}{4}$ (Wα)
 \rightarrow بزرگترین bcc: $a = 1.537 \frac{\sqrt{2}}{2} \times \frac{1}{4} = 3.17 \text{ \AA}$

θ 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 .

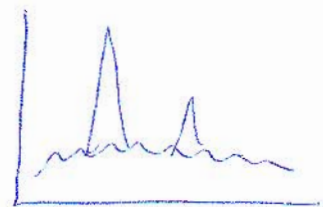
نویز را باید خیلی ریز کنیم تا تمام صفحاتی که می تواند پراش بدهند ، پراش بدهند . (بسی از شرایط دمای سرد)

مثال : نویز فولادی را زیر اشعه X قرار می دهیم

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

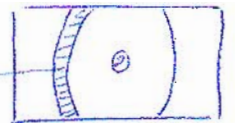
$$\left\{ \begin{aligned} \frac{0.5511^2}{3} &= \frac{0.6364^2}{4} = \frac{0.9^2}{8} \rightarrow (220) \\ \frac{0.5586}{2} &= \frac{0.7892}{4} = \frac{0.9675}{6} \end{aligned} \right.$$

فولاد را ، X باقی مانده دارد



از سبک ، تعداد فازها را هم با استفاده از بدست می آورند

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



* ترکیب به ناسختی و ... را میزنند بلکه ساختار هم باید معلوم باشند .

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

↓
میگفت چه چیزی را داریم و چه چیز ؟

XRD : ساختار را هم معلوم می کنند .

TEM : صفحات میکروس : کبیره اطلاعات درباره ساختار

* 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)

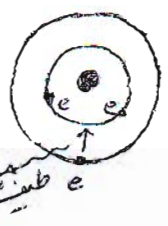
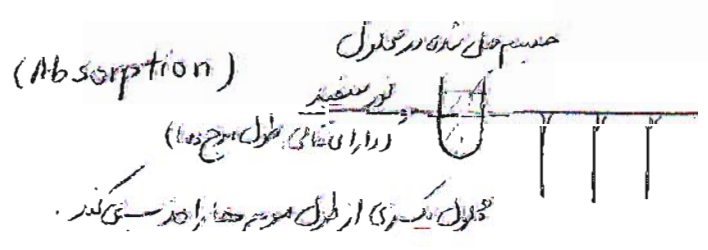
تکثیر در این شرایط هر زاویه ای با بازتاب داریم ؟

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

برای طول موج های استانه به شکله نفوذ می کنند

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

* روش های نمونه برداری : $\left. \begin{matrix} \text{سیستمیک} \\ \text{اتفاقی} \end{matrix} \right\}$



اگر باقی ماند الکترونی یکی از الکترون از لایه

اول کنده شود و خارج شود ، الکترون

لاایه دوم به جای آن می آید و طول موجی

باندازه ای اختلاف بین دو لایه آزاد می کند . که این طول

موج مشخص 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 ها 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 ثابت

شکله d می نامیم . در θ های مختلف در هر جهت (θ) که

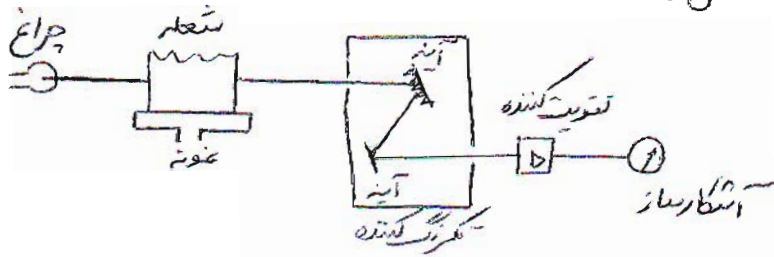
بازتاب داشته ایم رابطه بزرگ را نوشته و آزمایش می آید .

* WDS دو راه دارد : جذب Absorption

اشعه Emission

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

شکل دستگاه AAS :



دستگاه AAS توان کمتر هم دارد. حساسیت و تعداد 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 تریقی 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 :

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

فصل 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 عنصر را دارد.

* ادامه مطلب در کتاب آنالیز مواد - علم و صنعت من ۲۷.

* کالیبراسیون دستگاه :

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

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.

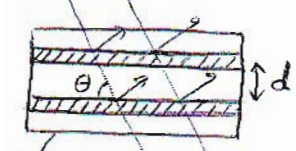
بعد از عبور موج از شعله، چون پرتو در درج شدن چند طول موج است باید تفکیک شود توسط گریفتینگ و در پایان یک طول موج که همان پرتو مورد نظر است از آن خارج می شود.

بر آنندگی امپها و برگشت آنها به حالت ابتدایی همراه با تابش است که متاثر از نوع عنصرهای موجود، طول موج ها که توانایی 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 گزینش 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

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 زمان از طول موج را جذب می کند

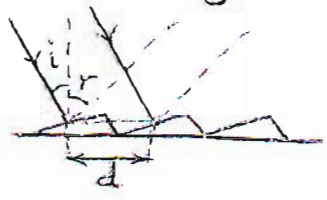
* طیف صحنی نوری:

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

2) نشر نور: نشر شعله، پلاسمای جفت شده ی القایی
تکنیک الکترونی، برانگیختگی، کاتود

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

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



اختلاف راه: $d \sin i - d \sin r$

شرط بازتابش اشعه: $n\lambda = d(\sin i - \sin r)$

چون سطح میل آینه است، در درون طول موج برابریم اما مثل
ساختار کریستالی فقط در جهاتی خاص بازتاب داریم

- 1. مدارنده ی نوت
- 2. منبع حرکت
- 3. آنتی گزینش موج
- 4. آشکارساز
- 5. تجزیه کننده

* حرکت از عمق موجود در نمونه ی محلول، تحت تاثیر عامل برانگیختگی

تابشهای ویژه ای خواهند داشت به انرژی گوناگونی دارند اگر چه ی
اینها وارد آشکارساز نمی توان شد پیوسته به عمق مورد
تقریباً تعیین کرد

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

* در روش های جذب، منبع جزیی عنصرها که موجود در نمونه از جذب
طول موج مشخصی از پروتوئید به نوت 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):

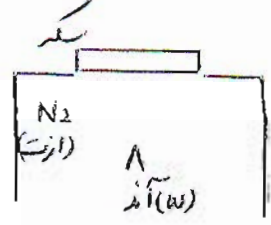
دقت در حد ppm است. جسم را باید حل کرد پس نمونه
محلول است. اساس این روش توانایی جذب انرژی آتم ها که
آزاد از پروتی با طول موج مشخص است. وقتی در عمق سلوله،
آتم ها در اثر تبخیر، به حالت آزاد در می آید، طبق تابع توزیع
ماکسول - بولتزمن، جمعیت مایل ترجیحی از آنها در جهات غیر

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

* 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. اتمها در فضای برقی، با برخورد پیوسته برانگیخته شده و طیف مشخص خود را تابش می کنند و در ارتکب رنگ کننده میسور - آسکار ساز.

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



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

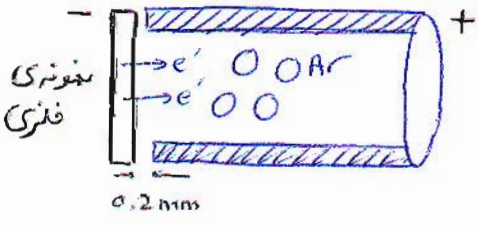
این روش برای وقتیکه ما گرافیت آزاد داریم جواب نمی دهد: چون خاکسری

(سریع سرد می کنیم) - در ب کرده و بصورت چون سفید هم می کنیم. چون حرقت داریم باید

نمونه میخواندند 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 چون آزاد زود حرکت میسور - طیف اتمی چندی اتمها 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 آنود داریم. (نمونه فیزی است) در راه این e- ها

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

پس Ar^+ تحت نمونه حرکت میکند. اگر شتاب این یونها کافی باشد - بیابان یونی: در برخورد این

یونها اتمهای نمونه کنده شده و وارد محفظه میسور - همان اتفاقی که برای Ar افتاد برای این اتمها افتد.

اثر حرکت این اتمها توسط grating تفکیک میسور. طیف جزر Ar معلوم است. در این روش ما لایه به لایه

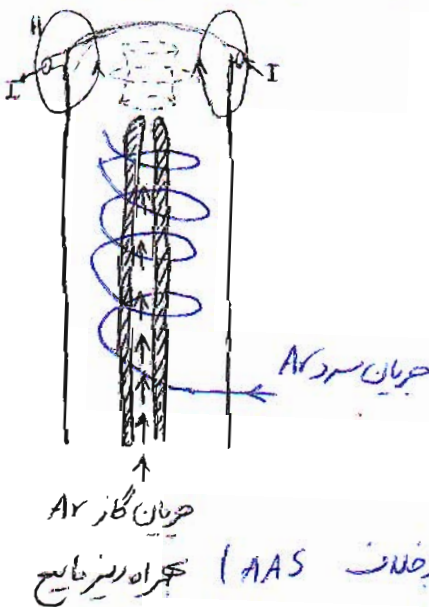
آنالیز می کنیم و به معنی "عنصر موجود" - یعنی "می رسم" - در بررسی لایه های اکسید شده و پوشش ها مفید است.

اما اگر نمونه غیر فیزی باشد باید راهی دیگر یافت! در واقع بعد از آنکه الکترون جای سده قطعه یونیزه میسور چون چیزی های این e- را نمی گذرد.

* طیف سنجی نوری بر اساس نشر نور و برانگیختگی به کمک پلازما (ICP):

پلازما: گیتا اتمی یونیزه شده. تعداد الکترونها و پروتونها (برینا) با ناس می باشد. این روش بر اندازه گیری 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 به جای شعله از مشعل پلازما استفاده می کنیم. (پلازما ی خفت شده ی القایی) این پلازما از القای یک میدان مغناطیسی با بسامد بسیار بالا (2.8 MHz) پدید می آید. پلازما گازی است که قسمتی از آن یونیزه می شود. این پلازما به کمک القای الکترومغناطیسی یک گاز (مثل Ar) پدید می آید.

مختصت گاز آرگون از طریق لوله مرکزی به طرف بالا فرستاده شده و در محوطه سیم ها بدلیل وجود میدان مغناطیسی، یونیزه می شود. از آنجا که در پلازما Ar، چگالی الکترونها زیاد است، هدایت الکتریکی مناسبی وجود دارد ← می توان پس از برقراری جریان در سیمها، با میدان مغناطیسی بر هم کنش می نماید. بواسطه ی تخلیه الکتریکی مقداری e⁻ در محوطه پلازما تخلیه می شود و این e⁻ در میدان مغناطیسی، وارد جریان گردابی می شود و بر خورد آنها به مولکول های گاز موجب یونس آن ها می شود. دمای مرکز شعله به 6000°K می رسد. سرعت عبور Ar در لوله وسط 1 lit/min و در لوله های پارس برای سرباش 15 lit/min است. شکل طریقت که امکان تزریق نمونه در مرکز پلازما وجود است. و چون از الکترواستفاده نشده است، مناطق برانگیخته و نشر از نظر فضایی از هم جدا هستند ← وقت در حد ppb است. در این روش دمای پلازما ← تمام ترکیب های جابجایی نیز شکسته می شود. در مشعل تمام عناصر بطور کامل یونیزه می شوند. نور تابیده از عنصرها در مشعل پلازما پس از تفکیک طول موج به آشکار ساز میرسد تا شدت آن اندازه گیری شود. این روش، فوق العاده گران است.



برتری های 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 نمونه ی ساده تر؛ نیاز به وقتی کردن زیاد نمونه نمی باشد. (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.

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

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 ی خلا انجام می شود.

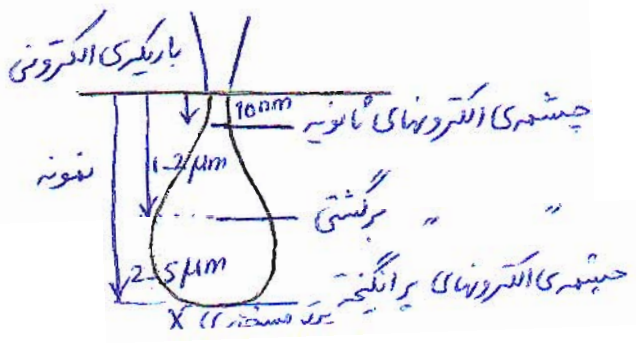
در اثر برخورد بار الکتریکی الکترونی پراثری با سطح نمونه، پدیده های گوناگونی رخ میدهد که دلیل آن پراکندگی الکترون ها توسط اتم های موجود در نمونه است. این پراکندگی و گستردگی برهم کنش الکترون ها و اتم های ماده به عواملی وابسته است: انرژی بار الکتریکی الکترونی - اندازه ی لکه ی الکترونی - نوع اتم های ماده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

افزایش جریان بار بیده ← 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 تأثیر گذار است . نمونه ی چگال تر ، عین نفوذ e⁻ حاراکهش می دهد . حجم برهم کنش کم عین است . در واقع فاصدهای که یک 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 بیشترین تعداد این e⁻ 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 طبعیت می شود . در تصویر SE رنگ سفید ممکن است از جنبش یون سطح ایجاد شود اما در BSE رنگ سفید بعضی فازهای سنگین تر .

* الکترون های برگشتی : (BSE)

از عین بیشتری گسیل می شوند . این e⁻ 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 E₀ میتوان تغییر کنند . هسته های سنگین (عدد اتمی بالا) الکترون های بیشتری را پراکنده می کنند و روشن تر به نظر می رسند . اگر سطح نرم باشد ، چون انرژی الکترون جذب می شود . آنتکار ساز انرژی کسری را نشان میدهد . سطح کرسیتالوگرافی منوره 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⁻ های پر انرژی بارگیر با اتم های نمونه پدید می آید ، پرتوهای X مشخصه آنهاست . در واقع بارگیر یک الکترون داخلی را خارج می کند و با بستن e⁻ مدار بالاتر به این مدار به گسیل X انرژی پرتوهای X پدید آید از مشخصه های اتم تا بسنگر خواهد بود و برای شناسایی آن بکار می رود . پرتوهای X مشخصه اتم ها کاره از نامیه گتره ترو عین تری نسبت ، SE و BSE ، خارج گسیل می شود و بریز آمانی سطحی می شود . بجز این از سرباطی بجز این تری در مقایسه با مقادیر بزیساختاری بر خورد دار است .

محدودیت‌های ناشی از شرایط نمونه در SEM :

(وجود خلأ زیاد در SEM محدودیت‌های ایجاد میکند. سازگاری با خلأ یعنی نمونه در شرایط خلأ زیاد تغییر شکل یا ماهیت ندهد. فنرات با خلأ سازگارند اما گاهی اوقات پوشش موجود بر همان قطعه فیزیکی نیست. ساختار یک ماده فیزیکی که دارای نیردهای هدیدر استاتیک است نیز با خلأ 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 فرسنگین مثل طلا برای آنالیز عناصر سنگین و لایه ای از کربن برای آنالیز عناصر سبکی
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 پرتوهای اطلاعات از رزمندی را همراه دارد : ترکیب نمونه ، نا همواری‌های سطح ، ساختار بلورین ، پیوستگی الکتریکی ، برهم کنش الکترود و نمونه رو کرده است :

الف) برهم کنش‌های نشتی :

سبب تغییر میر الکترودهای بارگیری شده در داخل نمونه ؛ بدون آنکه انرژی جنبشی آنها تغییر کند. این برهم کنش سبب پراکنده شدن الکترودها شده : الکترودهای برگشتی (نشانه‌ای بهم در تصویر سازی)

ب) برهم کنش‌های آکشیان :

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

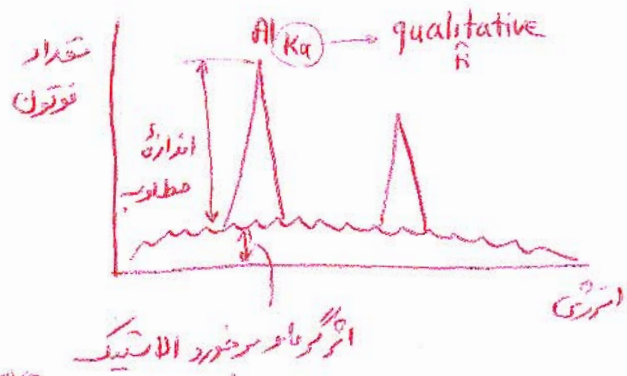
یکی از برترین‌های e های BSE نسبت به SE ، تمیخ نفوذ آن ها است در نمونه . ← اطلاعات از ویژگی لایه های پائین تر سطح نمونه نیز بهره‌مند دارند .

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

اشعه‌ی حاصل از X-ray (2.5µm) در مرحله‌ی بعد ← EDS

انواع آنالیز کمی :

- (۱) عمومی
- (۲) نقطه‌ای
- (۳) خطی
- (۴) نقشه‌ای

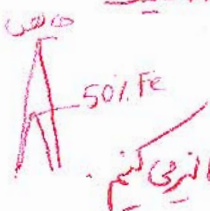


* X-ray در واقع همان طیف مشخصه است .

در EDS قدرت تفکیک 130eV است . یعنی

اگر اختلافشان کمتر از 130eV باشد ، یک پیک

برده می‌شود . (از معایب EDS)



* آنالیز کمی : ابتدا آهن حاصل را آنالیز می‌کنیم ← پیک‌های آن را پیدا کرده و بعد نمونه‌ی مجهول را آنالیز می‌کنیم .

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

* Z : عدد اتمی ؛ عدد اتمی بالاتر کمتر ← گلابی بزرگتر . چون میزان نفوذ بیشتر می‌شود . پس بازتاب کمتری

در حالت مایع و در حالت فولاد یکی خواهد بود و در فولاد کربن از ناصبی تر است ؛ سطح اشعه‌ی فرستاده

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

* A * F : جذب (absorption) ؛ اتم‌های بالای Fe پس Cr در رفت ، فزونی از انرژی را جذب می‌کند و حرکت

می‌شود و ما رویگر موج حاصل از حرکت Fe را جذب می‌کند و دوباره حرکت می‌شود . (فلورسانس (F))

A : جذب

← Cr پس تیره Fe کمتر از واقعیت اندازه‌گیری می‌شود .

F : فلورسانس عناصر دیگر .

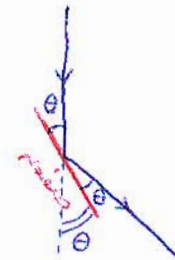
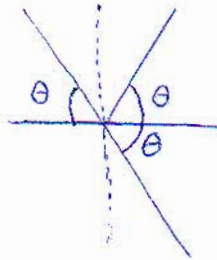
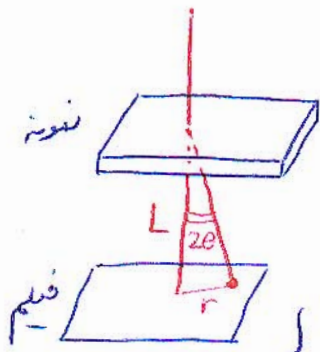
* در الکترون های " Auger " هم صرف طیف مشخصه داریم. (برای اتم های سبک)

در واقع طیف مشخصه توسط الکترون های لایه بیرونی اتم ها که با جاذب 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 تا ولتاژین آند ولتاژ را 15000-10000 ولت قرار بدهیم. از این بیشتر و از این کمتر موجب تحرک می شود. بدین اصطلاح باربر اتم ها وارد کردن این اتم موثری که می خواهد تحرک کند.

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

در عبور از اتم های نمونه اشعه منحرف می شود.



میزان انحراف 2θ است.

θ همان زاویه است که در رابطه ی براگ وجود دارد.

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

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

$$\Rightarrow d \text{ مربوط به ضخامت است که انحراف را ایجاد کرده است} \quad d \text{ بدست می آید}$$

← 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 نهند.

* نمونه ی لپدوری ← مشکل ترین حالت آنالیز SEM ← پس کردن پور تا طلایی را از دست ندهیم.

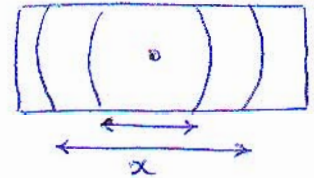
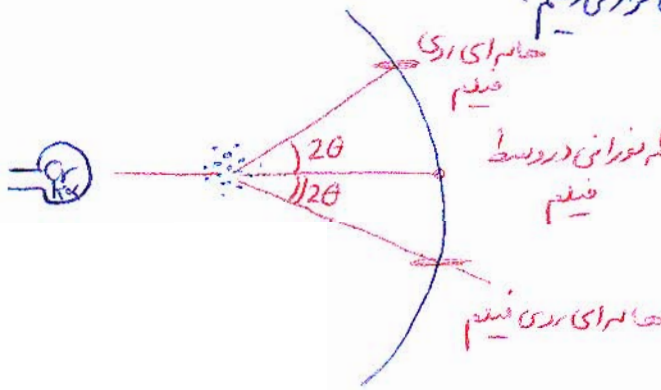
اگر اشعه X به فیلتری بتابد، آنرا سیاه می کند. (روشن اشعه X)

یک بخار فیزیکی حرکت شده و از لایه بی خارجی عبور. (لایه اشعه X). بررسی بین کریستال های انیزوتروپ به روش دیفراسیون:

شرایط: ① ماده انیزوتروپ باشد ② توزیع آتاقی دانه ها در فضا ③ تعداد زیاد دانه ها تا

صفحات هم منظم زیاده باشند.

گیری دانه می مجبور داریم. در این مورد، فیلتر با شعاع اشعه یونیزان قرار می دهیم.



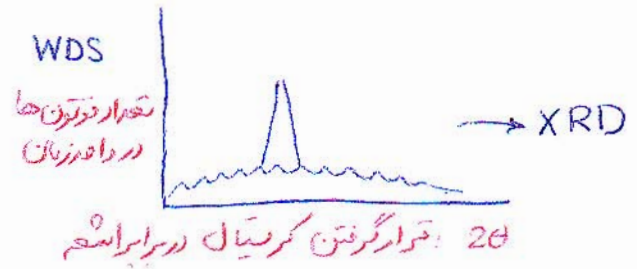
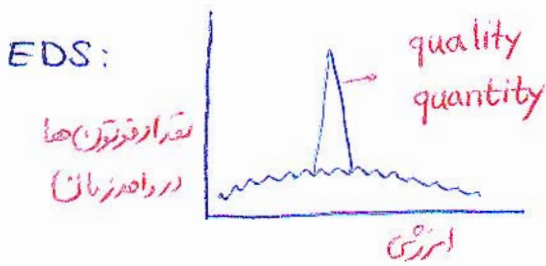
طول تمام این جهت خطوط، θ مختلف دارند.

$$x = 4R\theta$$

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

از معادله اول (x)، θ بدست می آید ← d بدست می آید.

* 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 می شود. 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 می شوند.

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

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

(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 (100) نباید دیده شود.

$(\frac{1}{2}, \frac{1}{2}, 0)$ $(\frac{1}{2}, 0, \frac{1}{2})$ $(0, \frac{1}{2}, \frac{1}{2})$ (000) : f.c.c

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

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

(220) (221) (310)

اگر بود که سیال راحت استم قرار دهیم، هر صنفم میتواند 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 بلاصرت می‌کنند.

$\sin^2\theta = 0.118 \quad 0.234 \quad 0.352 \quad 0.469 \quad \dots$

bcc : 110 200 211 صفحاتی از bcc برپایش می‌دهند:

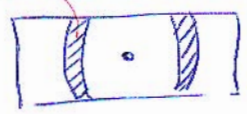
fcc : 111 200 220 " " " f.c.c " "

در هر مورد رابطه‌ی فوق متفق بود. شبکه معلوم می‌شود.

مذکور یکی از شرایط برای - سرر: تمامی صفحاتی که می‌توانند برپایش دهند، باید

برپایش بدهند. \leftarrow مورد چندی نیز برمی‌داریم.

انطباقات، تنش‌های با تغییر در هم بدلت می‌آید.



در طای، (EDS) انرژی را اندازه‌گیری کرده \leftarrow چه معرفی داریم و چه اندازه؟

XRD : ساختمان را هم معلوم می‌کنند.