

به نام خدا



مهندسی متالورژی و مواد



در آزمون نگاه میکروگرافی، میکروسکوپی که نمونه را با بزرگنمایی 17000 برابر نشان می دهد، این نوع Magnification یا بزرگنمایی است. مثل دوربین ها که دو نوع zoom دارند: optical - digital - pt. zoom. می توان اینترنید (خریات معلوم است)

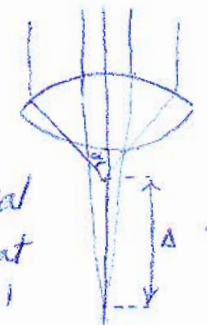
قدرت تفکیک (Resolution): کوچکترین فاصله بین دو نقطه به گونه ای که آن دو نقطه به صورت مجزا مشاهده گردند. چشم انسان از فاصله 20 cm، $0.1 \text{ mm} = 100 \mu\text{m}$ است.

قدرت تفکیک - $d = \frac{0.612 \lambda}{n \cdot \sin \alpha}$ - λ : طول موج عامل مسئول کننده اطلاعات - چشم انسان طول موج های 4000-8000 Å را می بیند. هر چه طول موج شیر باشد، فایده تری بینم. در این رابطه d هر چه کوچکتر باشد بهتر است زیرا خریات را بهتر می توان دید. (d حداقل فاصله است که بتوان دید یعنی از این d کوچکتر، دو نقطه را یک نقطه می بینم) بواسطی لامپ های هالوژن می توان طول موج نور مورد نظر را کاهش می دهد - λ هر چه کوچکتر باشد بهتر است. در process های شهری در ابعاد 1×10^6 ، 200 میلیون ترازیستور کنار هم قرار دارند. عصب های 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، نقطه کانونی آن به تری یا عدسی نزدیک تر میشود. پس در بزرگنمایی های بالا در میکروسکوپ های نوری عدسی این تر شده و به نمونه نزدیک تر میشود.

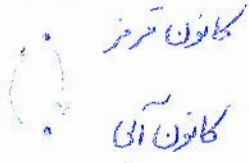
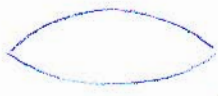
تذکره: مهم این است که opt. zoom را با لامپ تا قدرت تفکیک وجود داشته باشد و گرنه dig. zoom رای توان تا 1000 هم رساند.



α : زاویه تابش نور عدسی هم در فاصله کانونی مؤثر است. از دید اپتیک عدسی وجود ندارد که نقطه کانونی واحد داشته باشد. چون زاویه ای برخورد به عدسی مهم است.

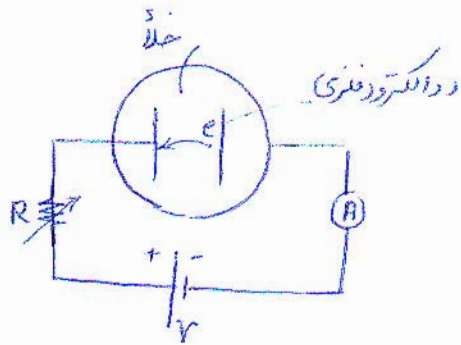
اگر فاصله min نقطه کانونی تا max آن کمتر از قدرت تفکیک دید انسان باشد (کمتر از 0.1mm) این دو نقطه را یک نقطه می بینم. بوسیله روزنه می توان بازتاب اشعه های کناری را حذف کرد و این فاصله را کاهش داد. این روزنه aperture نام دارد. با تراودن روزنه α کوچک رده و $\sin \alpha$ کوچک می شود. فاصله Δ را کم می کند یا $\sin \alpha$ در هنج کوچک میشود. \Rightarrow یک optimal (ایستیم) وجود دارد که مناسب دارد. مثل میکروسکوپ های 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.



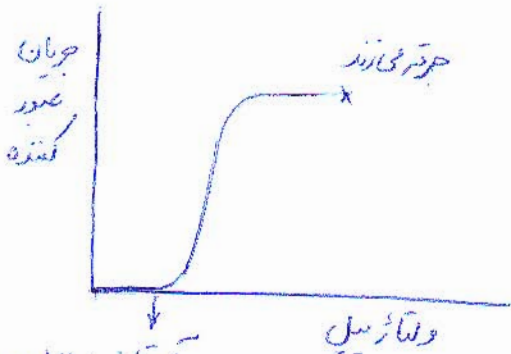
{chromatic Abberation}

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 :

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.

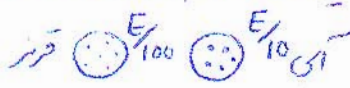
آستانه : از این جا به بعد اگر R کم شود، V زیاد شده و جریان برقرار می‌شود.

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 کرد.

رشته‌ی چاق درست را نمی‌برد اما تغییر آن می‌برد. تمرکز 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. (گرمی از نورتر) 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 λ : فرکانس h : ثابت پلانک

اگر λ طوری باشد که پله انرژی آن 1 ج شود باید تکثیر نمی توان انرژی آن را تغییر داد مثلاً 1.5J شود. باید ماحدی به آن انرژی داد که انرژی آن 2 ج 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 بای (De Broglie)

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

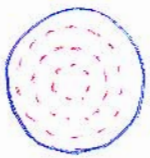
طول موج این موج وابسته به جرم و سرعت آن است. برای زمین این موج $\lambda = 3 \times 10^{-63} m$ است. کوچکترین λ قابل اندازه گیری برای گاما است ($10^{-11} m$). بنابراین این موج را نمی توان اندازه گرفت. این طول موج برای ذرات نیز مثل الکترون که جرم کمی دارند قابل اندازه گیری است. این امواج الکترومغناطیسی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

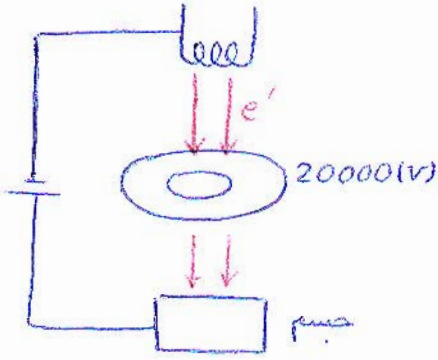
ساطع می کند. مثل لامپ ها که در اثر عبور جریان نور ساطع می کنند. مثلاً الکترون از سیم مسی با مقاومت کم بگذرد و به تنگنایی

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



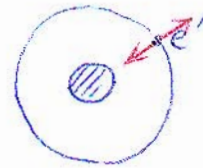
چند الکترون جدا شود اما متوقف می‌شود (یونیزه نمی‌شود) چون تقبیلی الکترون‌ها محکم‌تر به فلز (یون‌های Fe^{2+}) می‌چسبند. در نتیجه مدار درست می‌کنیم

اگر سر راه این اشعه‌های الکترونی حساسی قرار نگیرد، میکروسکوپ الکترونی ایجا نشده 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؟

(*** نوری 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 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.

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 در فاصله بین الکترون‌ها، در هر مدار تعداد الکترون‌ها همی قرار می‌گیرد. الکترون

روی مدار دوم (درازه دارد): در مدار دوم نباید ← دفعی سردید بین الکترون‌ها در نتیجه این الکترون پنجم به مدار سوم می‌رود ← بنابراین انرژی آزاد

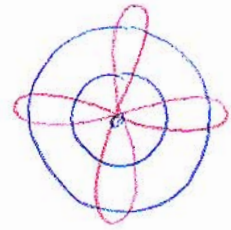
یک مسیر دایره‌ای شکل را انتخاب می‌کند تا راه صعود کند. در الکترون دیگر در این راه خواستند به این الکترون نزدیک شوند

این الکترون از مسیر دایره‌ای در 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 جنبی جنبی کوچکتر میشود. رادرفورد با آزمایش تابانندگی اشعه α به صفحه ای از طلا به این موضوع پی برد.

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



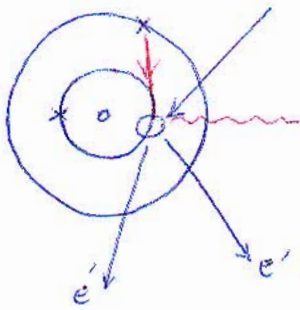
m (عدد کوانتومی مغناطیسی) $s : (\frac{h}{2\pi}) \text{ erg}\cdot\text{sec}$ (عدد کوانتومی اسپین)

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

اختلاف انرژی در الکترون در یک لایه با اندازه یک یک است.

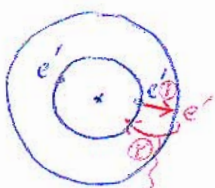
علت اینکه الکترون سوم در $L=1$ به لایه دوم رفت این است که در الکترون در لایه اول وجود داشت و اگر این الکترون هم به لایه اول می آمد، انرژی بالای بود.

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 با اندازه یک یک انرژی بین این دو مدار است. اگر این موج را بررسی کنیم، نوع ماده بدست می آید. چون برای هر ماده عدد

این موج فرق می کند. این موج بخاطر تفاوت انرژی بین دو مدار است. از همین روش فهمیدند که مثلاً در خوردگی هلیوم وجود دارد. هلیوم در خوردگی حرکت میسود و نوری از خوردگی ساطع می کند. هلیوم عنصر شماره 2 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 در دو مدار از مدار 1 - سوم برود.

روی زمین اندازه گیری می شود و چون کوانتوم است 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 اشعاعی ساطع می کند به نام K_{α} .

ممکن است از مدار سوم به مدار اول پرش داشته باشیم: K_{β} . طول موج K_{β} از K_{α} 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_{α} و L_{α} ... برای هر عنصر منحصر به فرد است اما ممکن است

L_{α} برای یک عنصر با K_{α} یک عنصر دیگر برابر شود. در این صورت نصیبت ها شروع می شود.

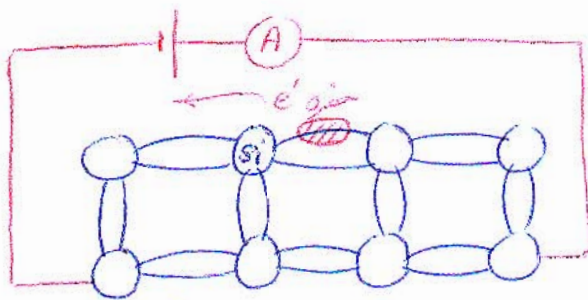
86.8.2 - حلبردی سوم

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 بنماییم مقاومت تغییر می کند. در واقع الکترون ها کنده شده (با زمین منفی پیوندها) و مقاومت کاهش می یابد.

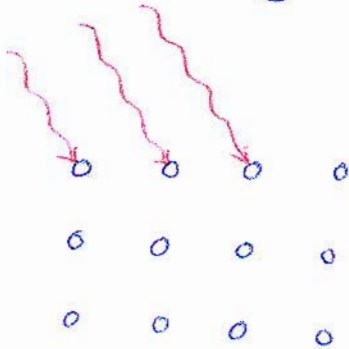
اما مشکل اینجاست که گریسیال کامل در واقعیت نداریم و عیب زیادی در آن وجود دارد. همه دقت این روش هم جنبی بالاست. تا 1٪ تقریب یا 0.1٪ تقریب می زند.

حدهای موم - P(5)

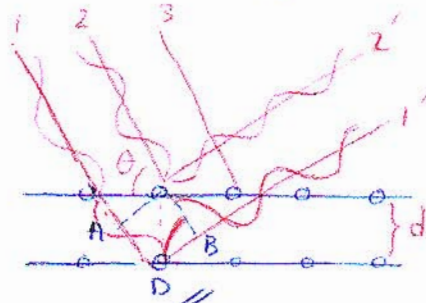
رشته‌های حساس را در دمای معینی بکار می‌برند چون ممکن است دچار تحول‌های برگشت ناپذیر شود. مثل همین رشته اندازه‌گیری انرژی. بخصوص اگر در رشته‌های نیرهای باشد.

۲- روش اندازه‌گیری طول موج :

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



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

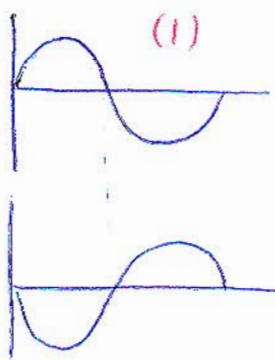
در موقع برگشت برخلاف آمدن، اختلاف فاز پیدا می‌کنند.

موجی اول و دومی بیست و پنجم 0.25λ در سمت راست و 0.25λ در سمت چپ اختلاف مسیر پیدا می‌کنند. اگر بین موجی اول و دوم 0.01λ اختلاف باشد.

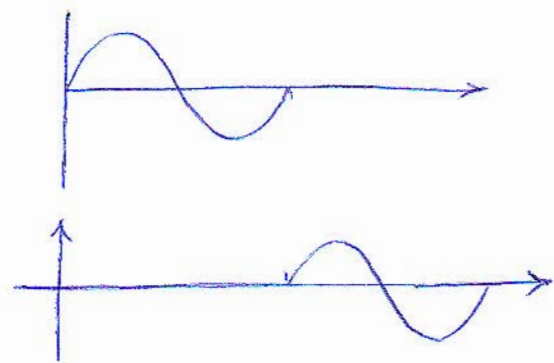
در کل $\frac{\lambda}{2}$ اختلاف مسیر پیدا می‌کنند. یعنی : همدگر را خنثی می‌کنند. پس اگر موجی به داخل ساختمان

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

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

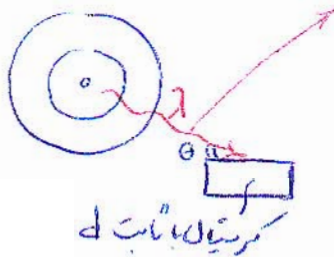


این طول موج (موج) که از اتم‌ها
شکل می‌گیرد، طیف مشخصه
Characteristic Ray



در روش ۲ :

سطح کربنیال را طوری می‌چرخانیم که در برگشت موج راسته 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 آینه چطور نور مری را تحت حرزاد بر می خیزیم؟ 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.

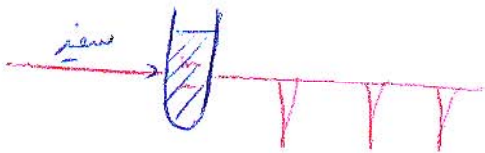
- ۱- وقت
- ۲- سرعت
- ۳- قیمت (دوری)
- ۴- تعداد نمونه

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 پهنی در هم. نمونه را حرکت کرده و موج نشر شده را بررسی می کنیم. مثلاً روی آن لیزر می زنیم، حرارت 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.



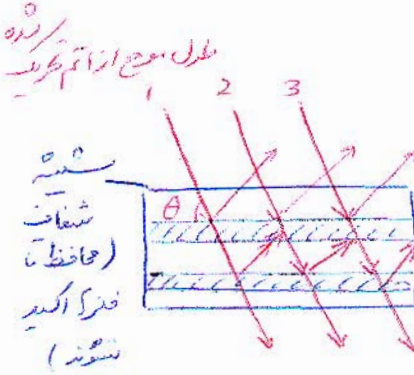
درون خود لایه هم موج های سازگار گشت اکثرین به محل تپلی خود ایجاد می شود ولی جذب کمی کم است

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 ^{کیفیت} ^{کمیت}
- ۴- آشکار ساز: 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 ^{بدری شده} به برق توسط آشکار ساز 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.



{ فیلتر های جذبی }

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

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 نوری از نور را جذب می کند.

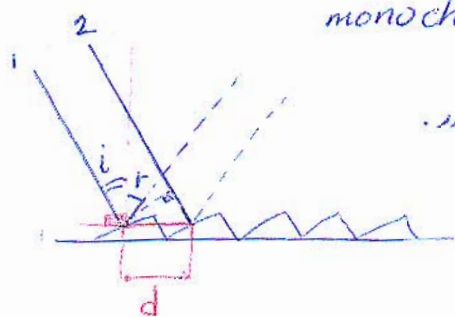
لیزر را نیز از همین جهت دارای رانندگی پایش می داریم چون مثلاً 80% نور را حذف و 20% را انتخاب می کند و تکفام میکند. مسیری فوق را در جهات مختلف قرار می دهیم. θ را داریم، d را هم داریم از نتیجه λ وادست می آید.

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 ام‌هاست 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 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 آینه‌است. در 1mm ، 4000 از این

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

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

تا هر چند 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 برمی‌گردد چون آینه‌است. اما قطار یک زرد امی خاصی آینه‌است 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:

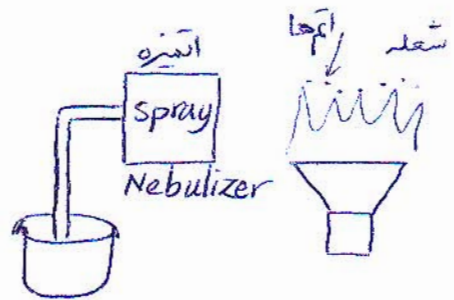
۲ - فاصله‌ی بین دو طول موج را نمی‌توانیم (در طول موج بازتابی) و منظم نیست. بدست آوریم.

۱ - شبیه کامل نداریم.

- تضییع مناسب را ندارد.

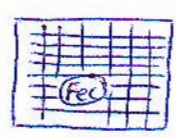
Atomic Absorption Spectroscopy *

رقب آن درصد 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.

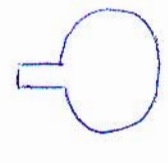
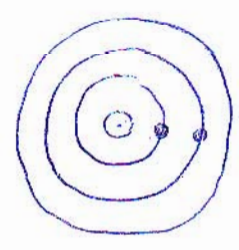
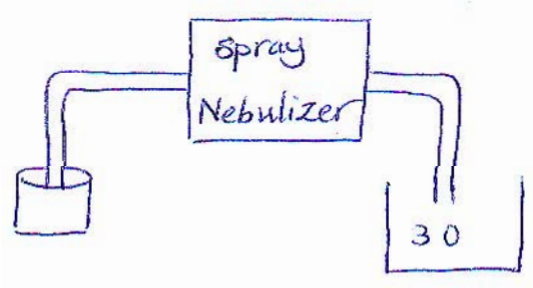
چرا ppm؟ در واقع ساختار را داریم. ساختار را حرکت می کنیم یعنی اساس را بهم می زنیم ← $K\alpha, K\beta, \dots$



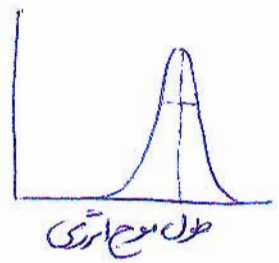
کارهای آزمایشی انجام می دهیم. آهن خالص چقدر بدست می آید؟ عملاً نداریم. Low Carbon. معمولاً Fe و C درگیر هستند. Si داخل Fe است. نیزوهای بین ششتری داریم. مشکل این است که در طبیعت اتم خالص نداریم. پس بهترین کار، تک تک راستن اتم هاست.

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 تراست 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 حرکت.

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

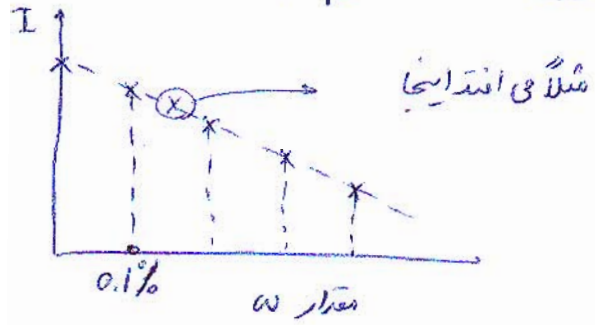
چون 7200eV این است، انرژی جدا شدنش را نیز در بر می گیرد. 7200eV } 6800eV }

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 }
 تعداد لامپ دستگاه چهارگانه }
 grating Nebulizer جنبی مهم است مثل grating
 2 لامپ فوق درون > 20 لامپ نمونه

برای حساسیت 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) *

پلازما 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

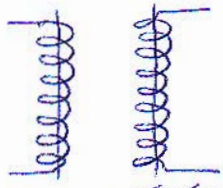
در این جا از این سیستم استفاده می‌کنیم ← جذب ← λ می‌فرستیم
 نشر ← خود ماده نشر می‌کند

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

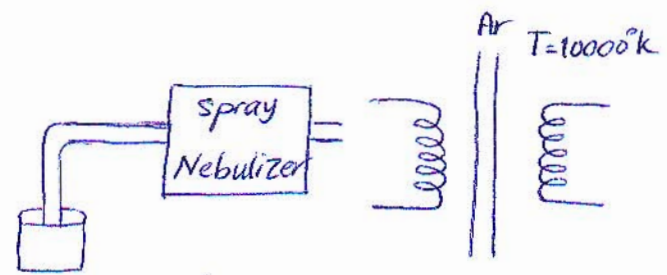
Transformer (ترانسفورماتور) با برق AC کار می‌کنند. تغییرات متناوبی جریان ← تغییر جریان مضاطبی

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

هر موجودی، انسان، و...



برای گرم کردن و تحریک کردن از پلاسما استفاده می‌کنیم
2.8 MHz



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 اینگرت 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 دارد. چون روشن نمی‌شود، 100 تا مصرف را با هم اندازه می‌گیریم.

کافی است در حبه‌ها { در قبل از هر دفعه 1 لایه } در اینجا حدیث می‌کنیم با هم
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 با هم انجام می‌دهد. مرتب شروع می‌کند، حتماً بزرگ

روده می‌زند و آکسید می‌شود. تحت گاز ایزت.



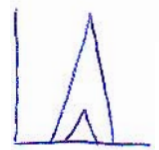
کوانتومتر: نام منفی روش

پایه‌ی دستگاه. کف نمونه باید صاف باشد. بخاطر نمونه‌هایی که می‌زند سیاه می‌شود. وی اگر N2 داشته باشیم فقط 1 نقطه سفید در اثر حتماً بزرگ. (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 می‌داریم و آن را می‌زنیم و معیار قرار می‌دهیم



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



این ارتفاع معادل
2٪ کرن 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 کینواختی حساب می کنیم. در چدن C 3٪ (کربن) داریم. به شکل گرافیت آزاد، بدت

تجزیه می شود! (تجزیه می شود)

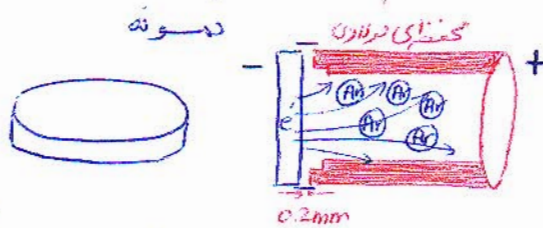
فولاد کربن بالا. (چدن سفید) با چدن خاکستری فرق نمی کند. گرانیت آزاد دارند و مستقیماً نمی توان از این روش برای

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. تمایل داریم اتمیزه کنیم. یعنی اتمیزه کردن نمونه. توسط دستگاه ICP. که دقت آن در حدود 1 ppb است. در این دستگاه دما تا 10000°K بالای بود و حالت ماده پلاسما می شود.

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

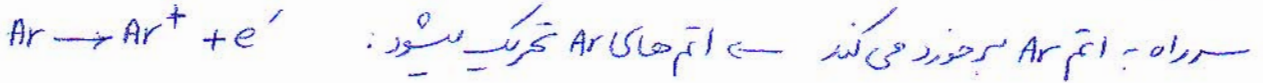
* Glow discharge (G.D)



یک محیط پلاسما معمولی است.

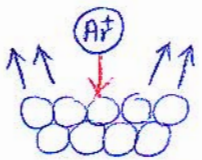
درون سیستم با Ar پر شده است.

یک جریان از e^- از کاتد به آند می رود چون نمونه را هاری گرفته ایم. این e^- از محفظه آرگون را عبور می کند. e^- سر راه با اتم Ar برخورد می کند. اتم های Ar تحریک می شود:



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 کاندیده شده و اتم با اتم دارد محفظه

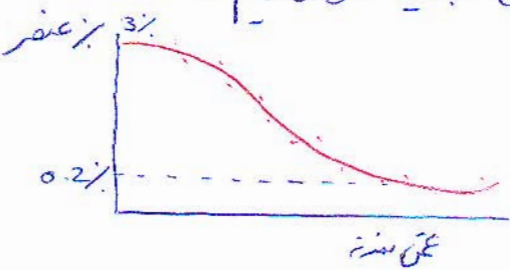
می شود. همان بدلی سر این اتم های آید که به Ar آید بود. این اتم ها تحریک شده و اثر

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 ناحیه ای که جریته 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%

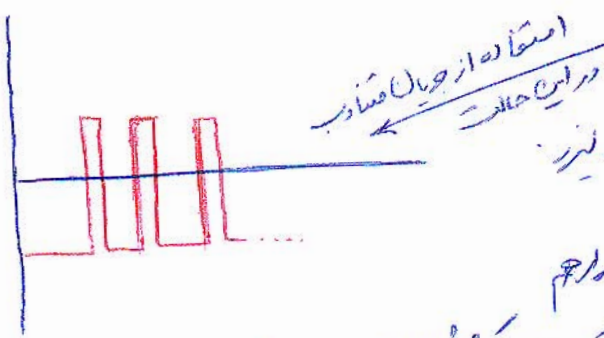
GD میزان اکسیداسیون در سطح را نیز می توان نمود.

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 اکترون جا می اند

قلعه می شود. بعد اکترون از در سطح اول کنده می شود اما چون جریه های این اکترون 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]



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

گنج را که کوآنتومتری کرد چون هاری نیست. $\lambda = 1.2 \times 10^{-8}$ متر

بجای لیزر چون لیزر لیزر نیست. نو در 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 نمونه‌ها باید زود مجدداً

remelt ← سریع سرد کردن ← آهن نیست

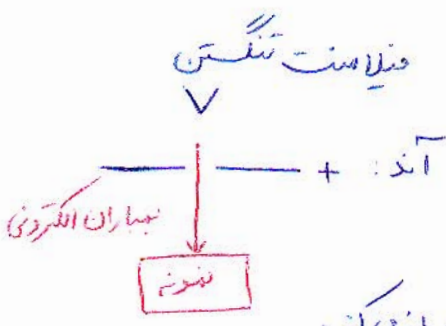
میکروسکوپ الکترونی:

فقط ترکیب شیمیایی مهم نیست. مثلاً فولاد با 0.3٪ کربن نمی‌توانیم چه درستی 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

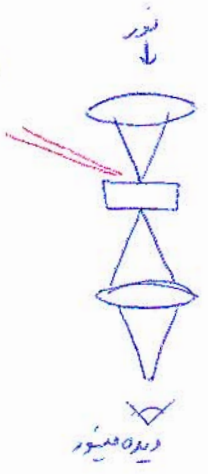
در مهندسی مواد وقتی درین گاهی از خوب دیدن مهم‌تر است.



در تقالوگرافی روی برگشت نور حساب بازمی‌کنیم:

→ سطح پوشش می‌شود.

میکروسکوپ موهومی:



نمونه سفت

در میکروسکوپ الکترونی با تغییر دلتا اندک اندک λ برای تراز کردن

تغییر کرد.

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

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

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

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

انرژی زیاد، سرعت زیاد ← λ کم ← د کوچکتر

در میکروسکوپ TEM که اشعه‌ی مربوط با دایز ماده در سوز و دلتا زیاد نیاز است: 100 kv ، 200 kv

Transmission Electron Microscope

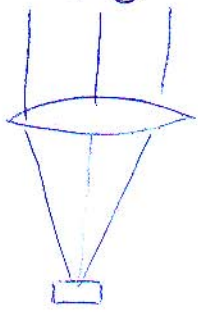
و حتی در ناسا 1000 kv. طول موج حدود 2 nm. نمونه باید درجه چندان بالا باشد. هم می‌تواند با یک آتش مثلاً با یک حل می‌کنند تا سوراخ نور → اتمی با یک سوراخ

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 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. ← شبیه از SEM استفاده میشود.

(کتاب بررسی 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.



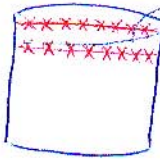
اگر تصویر روی فاصله کانونی نباشد اما در فاصله کمتر از 0.1 mm باشد ما آنرا باز هم واضح می بینیم. چون کمتر از قدرت تفکیک چشم ما است.

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

عمق 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 در تلویزیون. اگر 10^{10} جارود نور در 10^{10} ثانیه

بزرگنمایی 1 است. اگر 5^{10} جارود نور در 10^{10} ثانیه ← بزرگنمایی 2. در SEM، 200000 برابر

است. 4nm. TEM tanoooo 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)

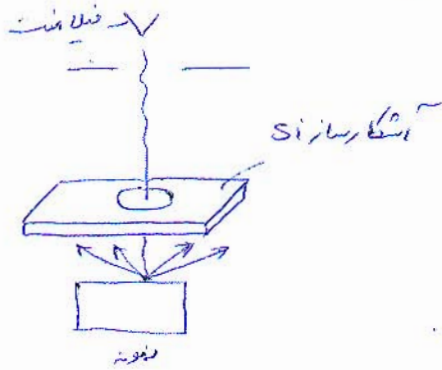
در میکروسکوپ الکترونی تصویر روشنی است. (SEM)

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 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 سنگی دارد که آیا شکسته 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 هر ادر زیر مشاهده می شود.

۱- عدد اتمی متوسط : سنگین تر ۲- آرایش کربن سیاه گرافیتی بهیج : جهات خوردن خوردن کرده می شود. مثلا یک دانه دارای

اندیس (۱۱۱) و (۱۱۰) ← پس الکترون ها با برخورد به (۱۱۱) در برخورد انرژی بیشتری دارند.

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

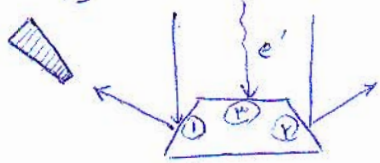
تصاویر سه بعدی  دیدیم یک تصویر در درجه دیگر تصویر دیگر.

راه دیگر: از جسمی در جهت یا در زوایای تصویر بگیریم و یک عکس می گیریم که زوایای در طرف مثل همان زوایای اولی باشد.

تصویر الکترون های ثانویه: Secondary electron Image (SE)

اگر الکترون شنبه را به هم نزنند مثل: توپ از فاصله کم 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: و بنابراین آندها را 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



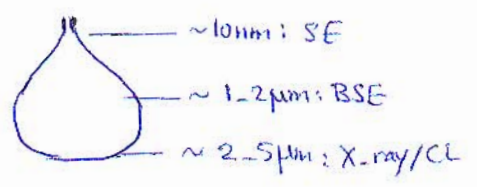
الکترون ثانویه ← از جسم آمده

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، گلاهی است. حرمی و بنابراین آندها را تیره، در این گلاهی بزرگتر می شود.

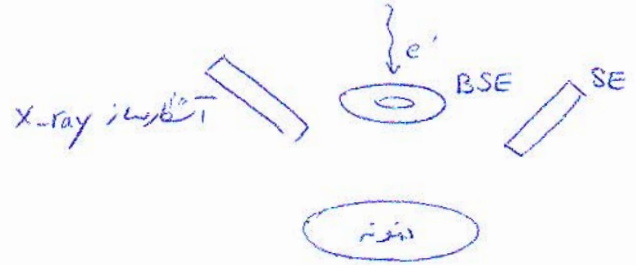
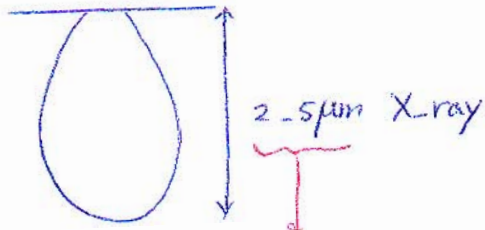


تصویر ثانویه، از عمق سطحی نمونه در بیرون می آید برای BSE از عمق بیشتر می آید. پس در BSE عمق نمونه دیده می شود. تیره تر است.

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

تصویر هزرته: BSE چون از پایین گلاهی 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

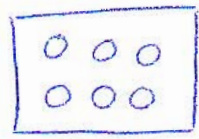
2- آنالیز نقطه ای

انواع ممکن آنالیز شیمیایی: 1- آنالیز عمومی

4- آنالیز نقطه ای

تقریباً تعیین می کند در این نقطه چه آنالیزی داریم

دنه اگر از 1um کوچکتر باشد، اشعه دور در برابر هم می زند چون حدود بزرگی اشعه، 1um (قطر اشعه) است.



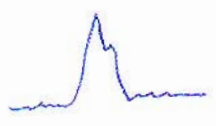
تصویر از بالا

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.



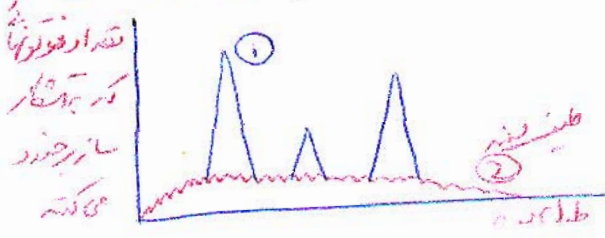
آنالیز خطی: در طول یک خط حرکت می کند و در هر یک عنصر مشخص راستان می دهد.



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.

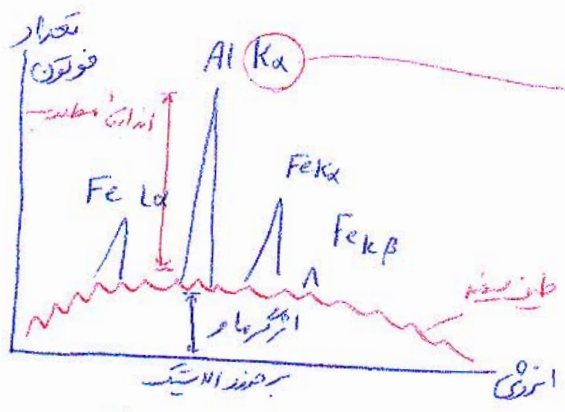
جایگاهی خاص، طیف خاصی می دهند: طیف مشخص



characteristic ray (آنالیز را با این انجام می دهیم)

از پراکندگی الکترون به لایه ی قشری (ساز می شود)

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

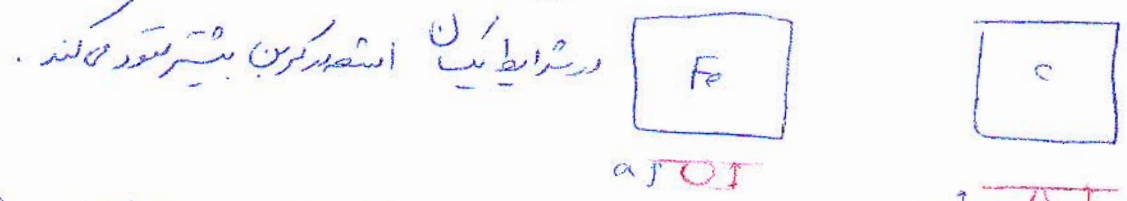
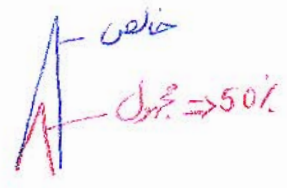


- بر خورد غیر الکتیک که از نمونه نتیجه ای حاصل می شود.
 } از منحنی ها در نتیجه می توان گرفت
 qualitative
 quantitative

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 یک می بینیم. و این یکی از معایب روش EDS است.

آنالیزی: 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 می 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 می شود.

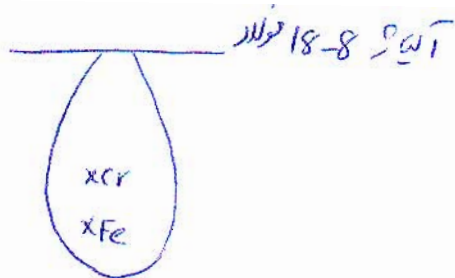


برای فولاد هم، کربن را باید از جهات عمیق بفرستیم. که امکان پذیر نیست. فقط از ناحیه های نزدیک به سطح، اشعه می فرستند. در این صورت درصد کمتر از مقدار واقعی نشان داده می شود: 0.03% = یک ضرب - عامل تصحیح عدد اتمی ج.

تصحیح می خواهیم: $3 \times 0.03 = 0.09$

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

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



گلابی ، مخفی است که برای ما اطلاعات می فرستد

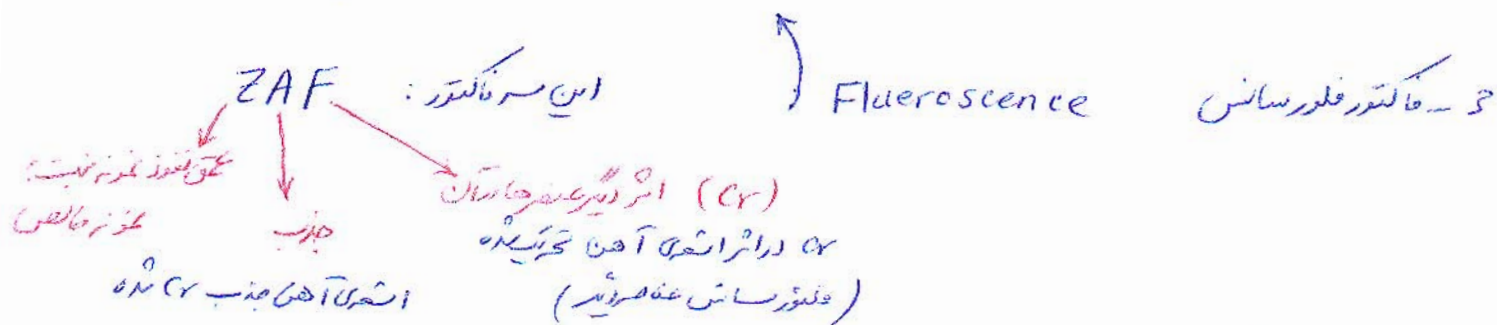
انرژی آزاد شده Fe از K α : 6.7 keV ~~6.7 keV~~
 انرژی لایم Fe : 7100 eV

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

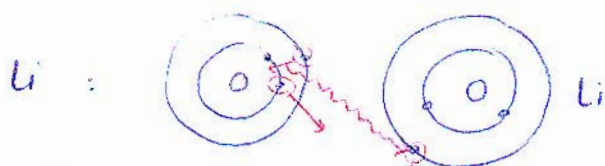
انرژی تحریک Cr = 5500 eV

Cr بیشتر Fe کمتر دیده می شود

۲- فاکتور جذب - Absorption



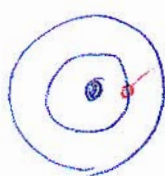
Auger Electrons



عنصر سبک راحت تأثیر خود قرار می دهند

در Li تحریک شود : اگر e از مدار دوم خارج شود به پهنه اشعه Auger (خارج 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 تکب های اتم درونی خاصی بنام Auger است



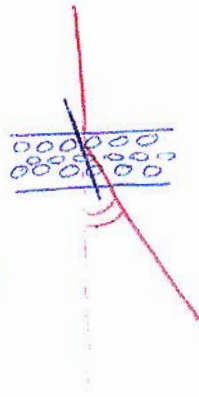
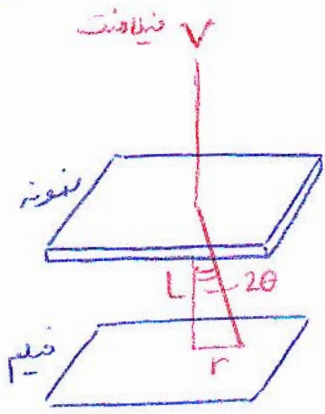
7100 eV

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

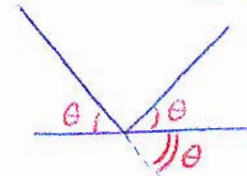
از این بیشتر باشد ، تحریک می شود
 از 10000 - 15000 ولت است .
 کم تر هم باشد می شود .

کندتر از 1.5 eV از ولت های سبک گلابی می آید برعکس در کسب انجام می دهد

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



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



برگ : $n\lambda = 2d \sin\theta$

$\lambda = 2d \sin\theta \xrightarrow{\text{کوچک است}} \lambda = 2d \cdot \theta \rightarrow \frac{\lambda}{d} = 2\theta \Rightarrow \frac{r}{L} = \frac{\lambda}{d}$

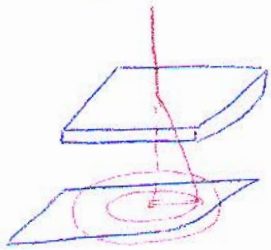
L و λ را داریم $\leftarrow d$ بدست می آید. صفحه ای که انحراف را ایجاد کرده است. با این کار می توان

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 بکری لقطه ظاهر می شود اما در پی کریستال کبیری 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.

کارهایی که TEM می کند: Ultrastructure (لوزی و Microstructures SEM) \uparrow 10 nm

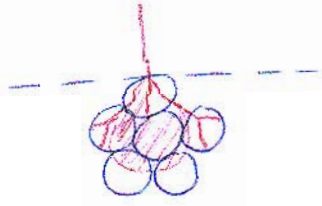
TEM توانایی بریز ساختار هم دیده در (درصد نانومتر)

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 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.

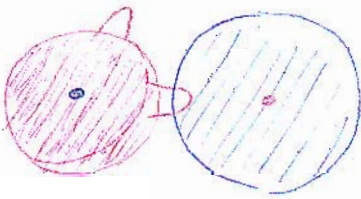
اگر فنون لوپ را باید: اسم از لوپ بر رنده و دیگر طای را از دست می دهیم و مثل TEM میور و این شکل ترین حالت آینه است ← باید لوپ را پس کرد. تا حجم طای را از دست ندهیم.



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 اشعری X:

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

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

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

شرایط: 1- ماده انیزوتروپ باشد.

2- توزیع اتفاقی لانه ها در فضا

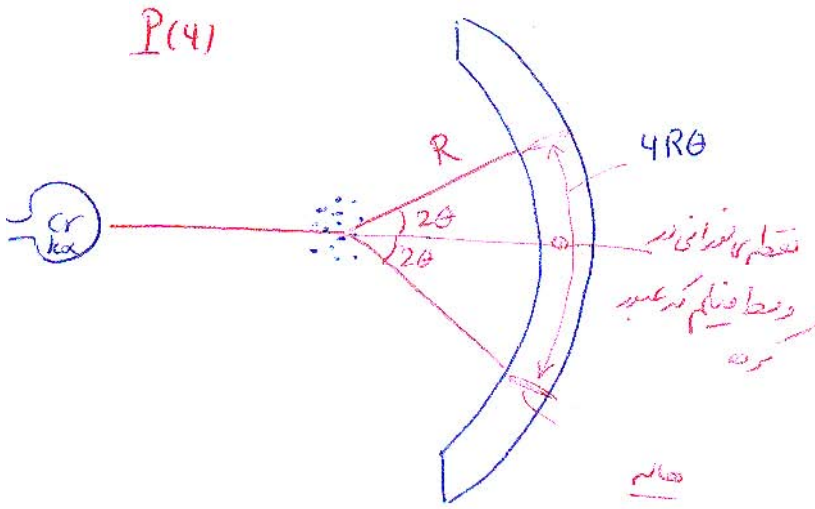
3- تعداد زیاد لانه ها

↓
صفحات هم منطقه ی زیاد

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

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

P(4)



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



دانه‌ها از مدار و بطور اتفاقی درون این فیلم حالت‌های زیادی دیده می‌شود. فیلم که باز می‌شود:

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



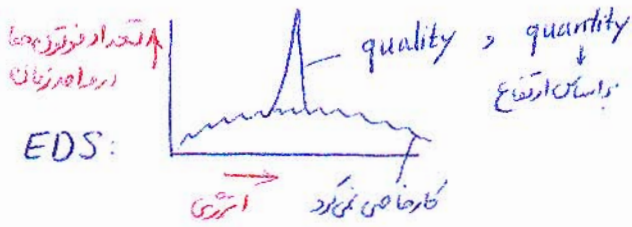
$$x = 4R\theta$$

θ برداشت می‌آید. \Rightarrow شعاع فیلم: R

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

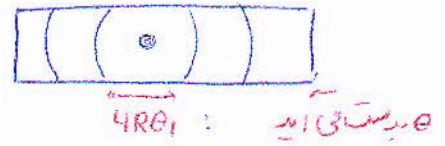
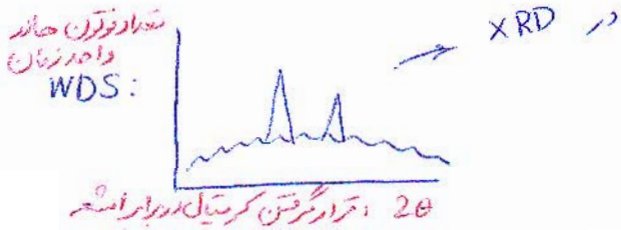
حکام از این خطوط θ های مختلف دارند.

λ را عدد داریم $\leftarrow d$ برداشت می‌آید. حرکت بر اساس اشعه‌ی X است.



* XRF و XRD :

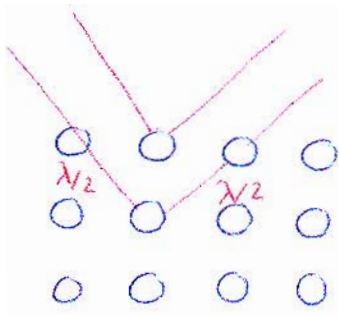
رو بای - شدر :



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

از اینجا، d بدست می آید.

λ را از جدول آتالنده بیوریم.

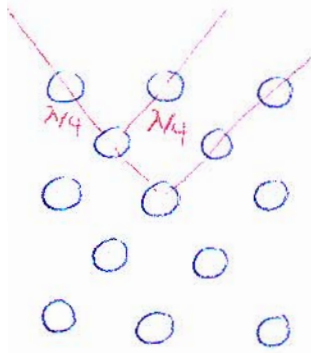


نوع ساختار را چگونه می توان انسد؟ bcc ، fcc و hcp

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 میور.

فاکتور ساختاری : قانون بزرگ را داشته به ساختاری کند.

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

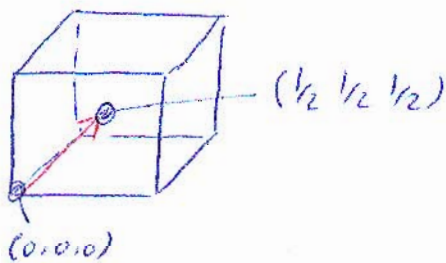
(000) را حذف می کنیم. بعد $(\frac{1}{2} \frac{1}{2} \frac{1}{2})$:

$$= 1 + 0 + \cos \pi (h+K+L) + 0$$

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

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

$h+K+L$: فرد $\rightarrow F_{hkl} = 0$



استدی برگشت در جغاری صغمت میور. هر کت

فاکتور جیس ما به. قانون بزرگ در صغرمی اول برای ساختار ایده ال

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

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 تواند پراش دهد. (به شرط بالا)

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

λ : 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 صفحه را در نظر بگیرد و اثر آن را بررسی کنیم.

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

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

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

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

110

200

111

$$\rightarrow \text{بزرگترین bcc: } a = 1537 \frac{\sqrt{2}}{4} \times \frac{1}{2} = 3.17 \text{ \AA}$$

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 بدست می آوریم .

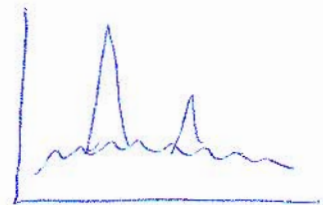
نویز را باید خیلی ریز کنیم تا تمام صفحاتی که می تواند پراش بدهند ، پراش بدهند . (بسی از شرایط دمای سرد)

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

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

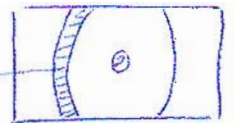
$$\left\{ \begin{aligned} \frac{0.5511^2}{3} &= \frac{0.6364^2}{4} = \frac{0.9^2}{8} \rightarrow (220) \\ \frac{0.5586}{2} &= \frac{0.7892}{4} = \frac{0.9675}{6} \end{aligned} \right.$$

فولاد را ، X باقی مانده دارد .



از سبک ، تعداد فازها را هم با 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 باشد .

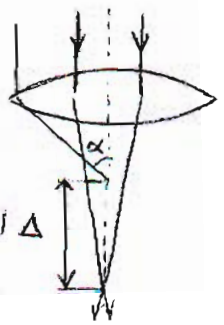
XRF - طیف تابش مجزا است . (EDS) طیفی ، انرژی را اندازه می گیرند . (به نیمی هاری می نامیم)

↓
می گفت چه چیزی را داریم و مقدار ؟

XRD : ساختار را هم معلوم می کنند .

TEM : صفحات مگوس : کبیره اطلاعات درباره ساختار

1



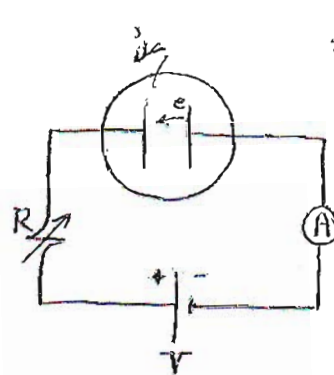
* قدرت تفکیک : $d = \frac{0.612 \lambda}{n \cdot \sin \alpha}$ طول موج λ کوچکتر بریم

اگر Δ از قدرت تفکیک چشم انسان کمتر باشد تصویر دیده میشود. برای کم کردن Δ از روزنه aperture استفاده می کنیم اما با این کار α کوچک و d زیاد میشود.

رنگ کارهای اپتیکی را محدود می کند چون رنگ های مختلف طول موج مختلف دارند و شکست یکسانی در عدسی ندارند پس chromatic aberration هم داریم.



* آزمایش انیشتین - میلیکان : در آستانه اگر نور قرمز قوی بمانیم هیچ (صفری) جریان برقرار نمیشود اما نور آبی ضعیف می تواند جریان را برقرار کند.



* آزمایش تامسون : اگر V با اندازه های کافی بزرگ باشد، جریان برقرار می گردد.

* تذکر : اگر نور قرمز را با انرژی یکسان داشته باشیم، هر فوتون آن انرژی بیشتری دارد نسبت به هر فوتون قرمز. (تعداد فوتون های کمتری بیشتر است) این سیستم کوانتیک است. کمترین انرژی در آن بیشتر است.

* هر جسمی که در حال نوسان باشد، انرژی آن بصورت تابش می شود. $E = h \cdot \nu$

E پله های انرژی. مثلاً اگر $\lambda = E$ باشد نمی توان آن جسم 0.5 انرژی داد.

* نظریه ری های : هر جسم دارای حرکت از خودش موج تولید می کند:

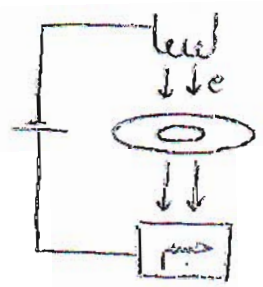
$$\lambda = \frac{h}{m \cdot v} \quad \text{سرعت } v$$

* آزمایش میلیکان (electron gun):

این موج برای ذرات زیر مثل الکترون قابل اندازه گیری است. این موج الکترون هم طبعی بوده. الکترون موج نیست بلکه رفتار موجی از خود نشان می دهد. پس چون حرکت موجی دارد پس $E = h \nu$ بوده و هر انرژی خواهد پذیرفت.

اساس میکروسکوپ الکترونی همین است. تغییرات ستاب یک جسم در حال حرکت موجب تشعشع امواج الکترومغناطیسی می گردد. (لایپ)

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



این جریان ما مدار درست می کنیم. ابتدا شدن چند الکترون اول چون برین فلز داریم کندن الکترون های کثیر امکان ندارد ← مدار می بندیم.

تذکر : قانون کلاسیک نیوتن و نظریه رادرفورد نمی تواند توضیح کند که الکترون در مدار خاصی حرکت می کند. اما طبق کوانتوم ما پله های انرژی داریم. هر چه الکترون از هسته دور تر میشود، انرژی آزاد آن کمتر می شود. اما انرژی لازم برای کندن آن کاهش می یابد.

این اساس کار میکروسکوپ الکترونی است یعنی تفکیک الکترونی.

الکترون 5 در راه دارد: در لایه دوم باید ← دانصری سوبین e ها ← لایه سوم بود ← بلا فرقی انرژی آزاد ← سیر میلی استجاب می کند.

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

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

l : میزان دمبلی بودن رسانش های لایه . $l=1$ (دمبلی تراز $l=0$)

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

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

* اگر الکترون از مدار اول بکشد و الکترون از لایه دوم آید $K\alpha$

نام دارد اگر از سوم - اول آید : $K\beta$. $K\gamma$ از $K\alpha$ انرژی بیشتری دارد .

اگر الکترون از لایه دوم بکشد و الکترون از لایه سوم آید :

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

* طیفی که از اتم مساطح می شود دو قسمت دارد : انرژی و طول موج

در روش های آسیدریمی از این بار اندازه گیری می کنند :

Energy Dispersive Spectroscopy : انرژی (EDS)

Wave length Dispersive Spectroscopy : طول موج (WDS)

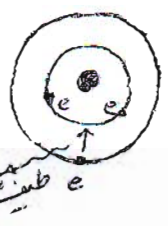
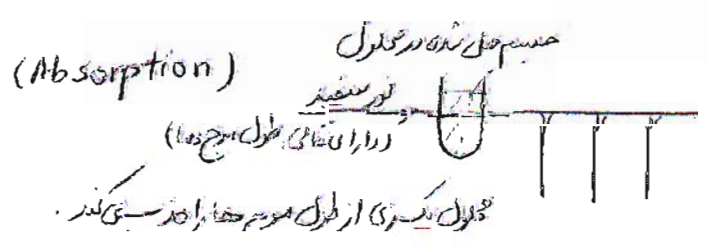
تکثیر در این شرایط حرز اولی با بازتاب داریم ؟

چون انرژی نبع توان در شبکه که آینه نفوذ کند اما فونک بزرگ

برای طول موج های استانه به شبکه 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

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

موج مختص هر عنصر است .

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

در این صورت باید طیف دیگر لایه ها را بررسی کرد ، اختلاف

پیدا شود .

* در مورد EDS میتوان از نیمه های استوار کرد

(در اثر سنگست پیوند ، مقادیر نیمه های کم می شود)

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

d : فاصله بین صفحات اتمی

(شرط است که این دسته موج هم فاز بازتاب داشته باشد)

فونک بزرگ در روش WDS کاربرد دارد

طول موج مساطح شده از یک اتم را یک کریستال بافت

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

بازتاب داشته ایم رابطه بزرگ را نوشته و آزمایش می آید

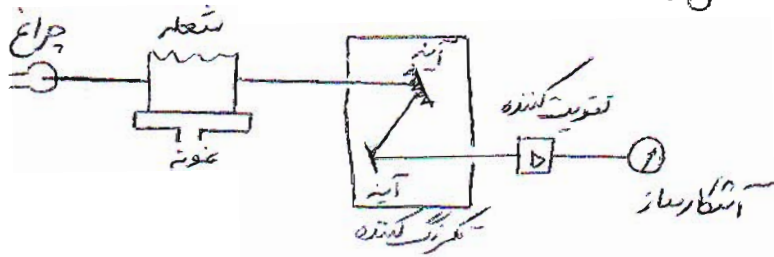
* WDS دو راه دارد : جذب Absorption

اشعه Emission

نمونه را تجزیه کرده و موج مساطح 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 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 دما 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. 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 ای چراغ پدید آوردن پرتو تک رنگ و با شدت بالاست چراغ نقطه توان پدید آوردن پرتو مربوط به عنصر را دارد.

* ادامه ای 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 ای 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.

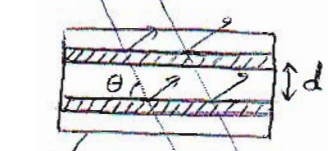
بعد از عبور موج از شعله، چون پرتو در زوری شانل چند طول موج است باید تفکیک شود توسط گریفتینگ و در پایان یک طول موج که همان پرتو مورد نظر است از آن خارج می شود.

بر آنندگی امپها و برگشت آنها به حالت ابتدایی همراه با تابش است که متاثر از نوع عنصرهای موجود، طول موج ها که توانا گونی پدید می آیند. شدت پرتو خروجی از شعله وابسته به این پرتوهای تابش 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

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

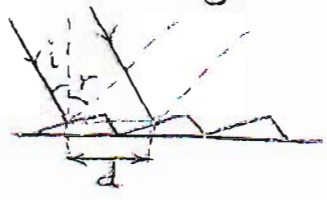
* طیف صحنی نوری:

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

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



اختلاف راه: $d \sin i - d \sin r$

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

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 گنرول 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 پرتو مربوط به عنصر مورد
تقرات 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 پرتو تابیده به نوت برست می آید، شناسایی می شود.
در این حالت آتم ها باید در سه ایله عالی باشند امکان برانگیختگی در
اثر جذب نور را پیدا کنند. چون جبهه 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 ایست 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):

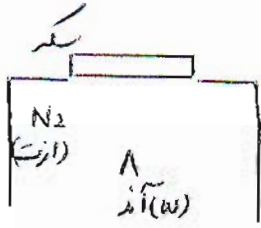
دقت در حد ppm است. جسم را باید حل کرد پس نمونه
محلول است. اساس این روش توانایی جذب انرژی آتم ها که
آزاد از پرتوی با طول موج مشخص است. وقتی در عمق سلوله،
آتم ها در اثر تبخیر، به حالت آزاد در می آید، طبق تابع توزیع
ماکسول - بولتزمن، جمعیت مایل ترجیحی از آنها در جهات غیر

برانگیخته بوده و با انرژی برانگیختگی را در اثر دریافت انرژی از پرتوی
که به آنها می تابند دارند. اگر پرتوی 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 پرتو جذب می شود و شدت نور پس از عبور از آن
محیط کاهش می یابد.

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

برانگیختگی اتم در این حالت به لگک 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 پروری، با برخورد پویسته 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.

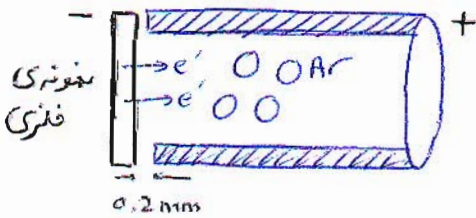
این روش برای وقتیکه ما گرافیت آزاد داریم جواب نمی دهد: چون خاکسری

(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 چون آزاد زود 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 فیزیکی است) در راه این e- ها

اتم های Ar برخورد کرده و حرکت میسور: Ar -> Ar+ + e- (محیط پلاسما معمولی)

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

یون ها اتم های نمونه کنده 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 جزر Ar معلوم است. در این روش ما لایه به لایه

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

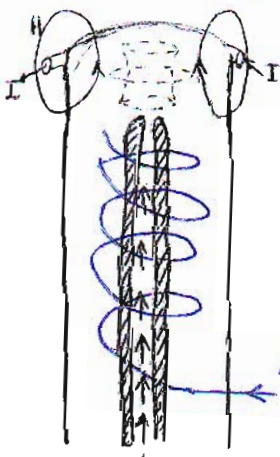
اما اگر نمونه غیر فیزیکی باشد باید راهی دیگر یافت! در واقع بعد از زندگی که الکترون جایا شده قطعه یونیزه میسور چون چیزی

حای این e- را نمی نبرد.

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

پلازما: گسیل 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 درنگ 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 سرش 15 lit/min است. شکل طریقت که امکان تزریق نمونه در مرکز پلازما موجود است. و 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 دما بالاست ← تمام ترکیب های جانی 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 رقیق کردن زیاد نمونه نمی باشد. (برخلاف AAS) همراه ریز 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 به مراتب 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.

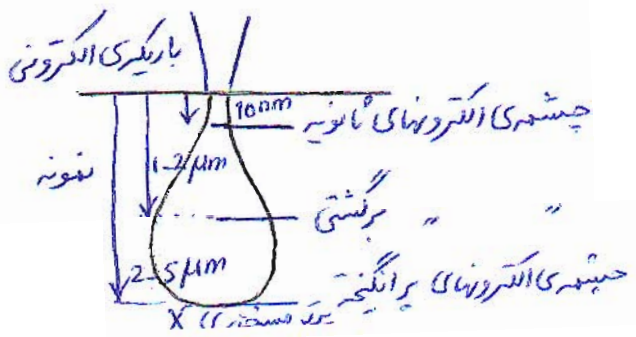
در اثر برخورد بار الکتریکی الکترونی پراثری با سطح نمونه، پدیده های فوتوالونی رخ میدهد که دلیل آن پراکندگی الکترون ها توسط اتم های موجود در نمونه است. این پراکندگی و گستردگی برهم کنش الکترون ها و اتم های ماده به عواملی وابسته است: انرژی بار الکتریکی الکترونی - اندازه ی لکه ی الکترونی - نوع اتم های ماده 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 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 بهترین 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 کنده می شود . در بر خورد آنتکار ساز ، انرژی شان طبیعت 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 برشتشی : (BSE)

از عین بیشتری گسیل می شوند . این e ها آن استه 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 می تواند تغییر کند . 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 کرسی الکترونی ضربه 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 تازهای 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 نماید و باقی ماندن آن مدار بالاتر به این مدار به گسیل X 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 ترو عین تری نسبت ، SE و BSE ، خارج گسیل می شود و بریز آمانی سطحی کد نمونه بمراتب از شرایط بحرانی تری در مقایسه با تعدادی بزرگ اختاری برخوردار 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 هدیدرواستاتیک 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 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 ، پیوستگی الکتریکی ، برهم کنش الکترود و نمونه رو کرده است :

الف) برخورد های آکسیسان :

سبب تغییر میر الکترود های بارگیری شده در داخل نمونه ؛ بدون آنکه انرژی جنبشی آنها تغییر کند. این برخورد ها سبب پراکنده شدن الکترود ها شده : الکترود های برگشتی . (نشانه ای بجم در تصویر سازی)

ب) برخورد های آکسیسان :

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

* الکترود های 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 نماینده کاتر : انرژی بارگیری سنگین دارن

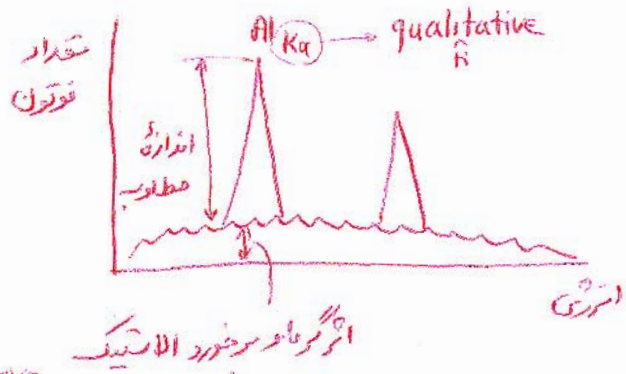
یکی از برتری های e های BSE نسبت به SE ، تمحوظ نفوذ آن ها است در نمونه . ← اطلاعات از ویژگی لایه های پائین تر سطح نمونه نیز بهره بردارند .

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

اشعه حاصل از X-ray (2.5µm) در محدوده EDS ←

انواع آنالیز کمی :

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

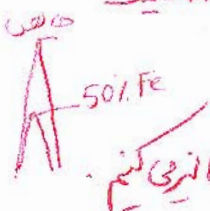


* X-ray در واقع همان طیف مشخصه است .

در EDS قدرت تفکیک 130 eV است . یعنی

اگر اختلافشان کمتر از 130 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 کمتری

در حالت مایع و در حالت فولاد یکی خواهد بود و در فولاد کربن از ناصبی تر یک ؛ 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 درگیر موج حاصل از حرکت Fe را جذب می کند و دوباره حرکت می شود . (فلورسانس (F))

A : جذب

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

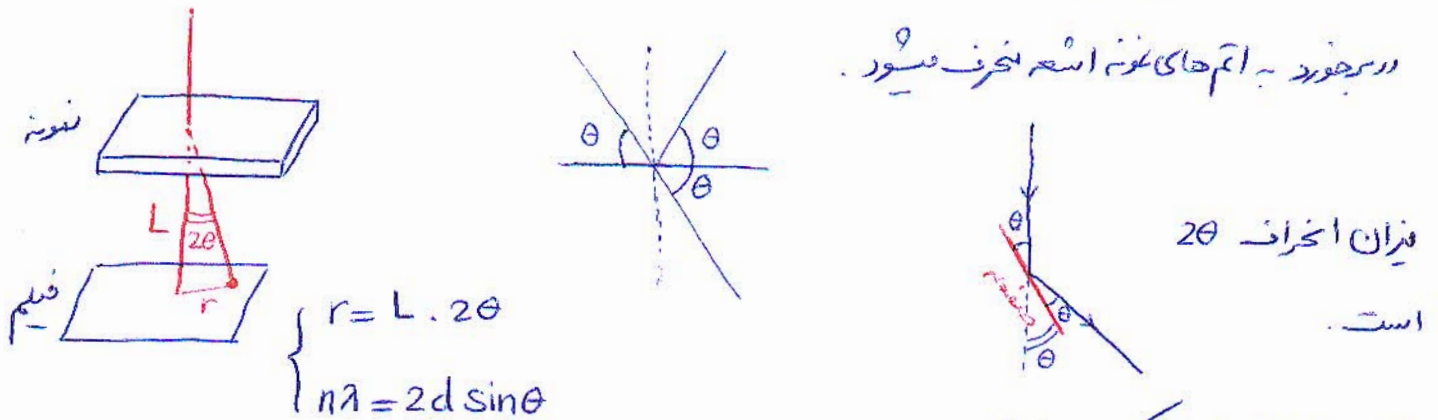
F : فلورسانس عناصر دیگر .

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

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

* تحریک مناسب : ولتاژ یا انرژی الکترون ها 3-1.5 برابر آستانه ی نزدیک اتم است. برای آهن، انرژی تحریک $7100 eV$ است لذا ولتاژین آند ولتاژ را 15000-10000 ولت قرار می دهیم. از این بیشتر و از این کمتر موجب تحریک نمی شود. بدلیل اصطکاک بارهای اتم ها وارد کردن این اتم موثقی که می خواهد تحریک کند.

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



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

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

$\Rightarrow \frac{r}{L} = \frac{\lambda}{d}$ طول موجیست که حوز زمان تابانیم.

\Rightarrow (d مربوط به ضخامت است که انحراف را ایجاد کرده است) d بدست می آید.

← نوع شبکه تمپیده می شود. صفحات (100) آهن در تمام رینا، d مشخصی دارند. اما در 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 تمپیده تصویر SE است یا BSE. از روی انرژی قرار داری می نهند.

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

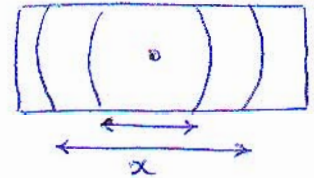
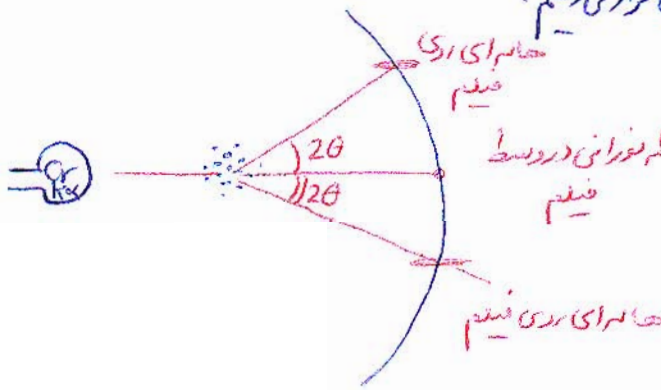
اگر اشعه X به فیلدی بتابد، آنرا سیاه می‌کند. (روشن اشعه X)

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

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

صفحات هم منظم زیاده باشند.

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



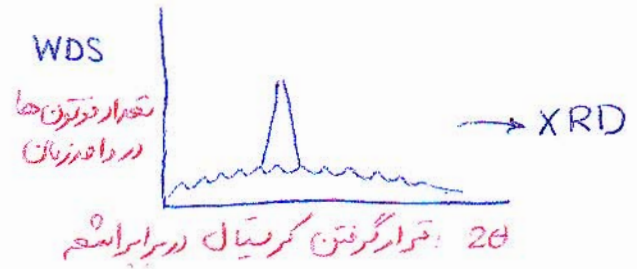
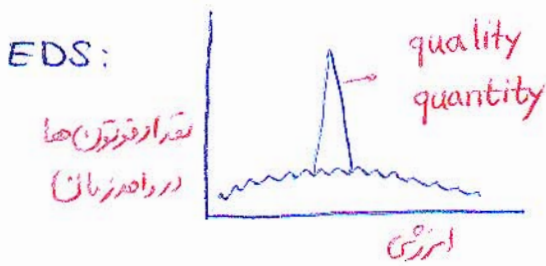
طول دانه از این جهت خطوط، θ مختلف دارند.

$$x = 4R\theta$$

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

از معادله اول (x)، θ 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 $F_{hkl} \neq 0$)

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

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

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 می‌دهند در (b.c.c)

(100) در bcc پراش نمی‌دهد. در دایه سُرودتی کنیم، باید کنیم d مربوط (100) نباید دیده شود.

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

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

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

- (220) ✓
- (221)
- (310)

اگر بود کریستال راحت اشعه قرار دهیم، هر صنف می‌تواند پراش دهد بشرط

(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:

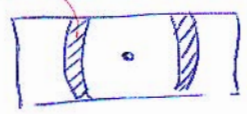
fcc : 111 200 220 " " " f.c.c " "

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

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

برپایش بدهند. \leftarrow بود چندی نیز برمی‌داریم.

انطباقات، تنش‌های با تغییر در هم بدلت می‌آید.



رطوبتی، (EDS) انرژی را اندازه‌گیری کرده \leftarrow چه عنصری داریم و چه مقدار؟

XRD : ساختمان را هم معلوم می‌کند