عنوان: مقدمه ای بر SEM و برهمکنش پرتو الکترونی با نمونه

نویسندگان : ۱- مهدی مشرف جوادی ۲- محمدهادی مقیم

سیستم جامع آموزش فناوری نانو

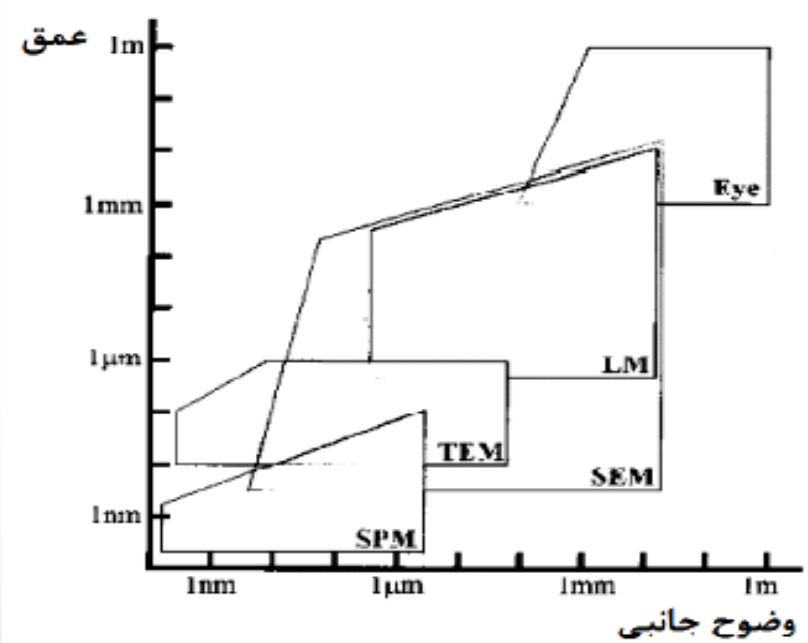
ستاد ویژه توسعه فناوری نانو در راستای تأمین نیازهای آموزشی دانش آموزان و دانشجویان مقاطع و رشته‌های مختلف و سایر علاقه مندان به علوم وفناوری نانو اقدام به تدوین سیستم جامع آموزش فناوری نانو نموده است. فایل حاضر، فایل ارائه مقاله ای است که در سایت آموزش فناوری نانو با جانمایی:

دوره؛ روش های شناسایی نانوساختارها
درس؛ میکروسکوپ های الکترونی
جلسه؛ اول

بارگذاری گردیده که به منظور کمک به یادگیری مطالب اصلی توسط کاربر و نیز روان شدن برگزاری کارگاه ها و سمینارهای آموزشی، طراحی شده که در اختیار علاقه مندان قرار گرفته است. استفاده از این فایل ها ضمن کمک به یادگیری بهتر مخاطبان، برگزاری سمینارها و کارگاه های تخصصی را برای نهادهای ترویجی آسانتر خواهد نمود.

روشهای میکروسکوپی

- از معروفترین روشهای شناسایی و آنالیز مواد، روشهای میکروسکوپی هستند که قدرت تفکیک تصاویر در آنها با توجه به نوع پرتو مورد استفاده، تعیین می گردد.



قدرت تفکیک(Resolution):

کمترین فاصله بین دو نقطه‌ای است که بتوان آنها را از هم تفکیک کرد.

میکروسکوپ نوری

بزرگنمایی در این نوع میکروسکوپها، حداکثر ۱۰۰۰ تا ۲۰۰۰ برابر و قدرت تفکیک ۰/۲ میکرون است. زیرا به دلیل بزرگ بودن طول موج نور، تصاویر در بزرگنمایی بالای ۲۰۰۰ وضوح خود را از دست می دهند.

http://edu.nano.ir

میکروسکوپ الکترونی

- میکروسکوپهای الکترونی بعلت محدودیت میکروسکوپهای نوری توسعه یافتند.
- در میکروسکوپهای الکترونی به جای نور، از پرتو الکترونی استفاده می شود.
- به علت کوتاه بودن طول موج الکترون، می توان به بزرگنمایی بسیار بالا دست یافت.

میکروسکوپ الکترونی عبوری (TEM)

میکروسکوپ الکترونی عبوری، اولین نوع میکروسکوپ الکترونی ابداع شده است که مکانیزم عملکردی، بسیار شبیه به میکروسکوپ عبوری نوری دارد، با این تفاوت که در TEM:

- به جای نور، از پرتو الکترونی استفاده شده است.
- به جای لنز نوری، از لنز مغناطیسی استفاده شده است.

http://edu.nano.ir

میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM)

- از معروفترین انواع میکروسکوپهای الکترونی، میکروسکوپ الکترونی روبشی می باشد.

حرکت پرتو الکترونی روی نمونه و خروج الکترونها و فوتونها از نمونه به سمت آشکارساز و تبدیل آن به سیگنال، می تواند تصویر سطح نمونه را لحظه به لحظه بر صفحه نمایش دهد.

تاریخچه SEM

- نخستین تلاشها در زمینه توسعه میکروسکوپ الکترونی روبشی در سال ۱۹۳۵ توسط ماکس نول صورت گرفت.
- در سال ۱۹۳۸، مانفرد وان آردن توانست با اضافه کردن سیم پیچ های روبشی به دستگاه TEM، یک میکروسکوپ عبوری-روبشی بسازد...

- و نهایتا در سال ۱۹۶۵ برای اولین بار، میکروسکوپ الکترونی روبشی توسط پروفسور چارلز اُتلی و همکارش روانه بازار شد.

اصول عملکرد SEM

در SEM، پرتوهای الکترونی ورودی به نمونه معمولاً حاوی الکترون هایی با انرژی ۱-۵۰ keV هستند. اصول عملکرد SEM بر سه اصل استوار است:

برهم کنش پرتوی الکترونی با نمونه؛

امکان تولید و کنترل مشخصه های پرتوی الکترونی روبشگر در میدان های الکتریکی و مغناطیسی؛

امکان آشکارسازی پرتوهای ساطع شده از سوی نمونه در اثر برهم کنش آن با پرتوی الکترونی ورودی

http://edu.nano.ir

مزایای SEM

- در ابتدا مزیت اصلی SEM، تهیه تصاویر میکروسکوپی از نمونه های جامد با وضوح و قدرت تفکیک بالاتر از میکروسکوپ نوری بود.

- با توسعه دستگاهی، SEM به امکانات تعیین ترکیب شیمیایی و تشخیص وضعیت بلوری نیز مجهز گردید.

http://edu.nano.ir

برهمکنش نمونه و پرتو الکترونی

الکترون در اثر برهم کنش با نمونه، می تواند حالات زیر را داشته باشد:

۱. از نمونه عبور نماید.
۲. به طور الاستیکی پراکنده شود (تغییر جهت الکترون و عدم تغییر در انرژی آن).
۳. پراش یافته و انکسار یابد (ساختار بلوری نمونه، در یک جهت ترجیحی پخش گردد).
۴. به طور غیرالاستیکی پراکنده شود (تغییر جهت و انرژی آن).
۵. جذب شود.

عمده ترین برهم کنشها و خصوصا مواردی که در SEM مطرح می باشند، برهم کنش الاستیک و غیر الاستیک (موارد ۲و۴) می باشند.

http://edu.nano.ir

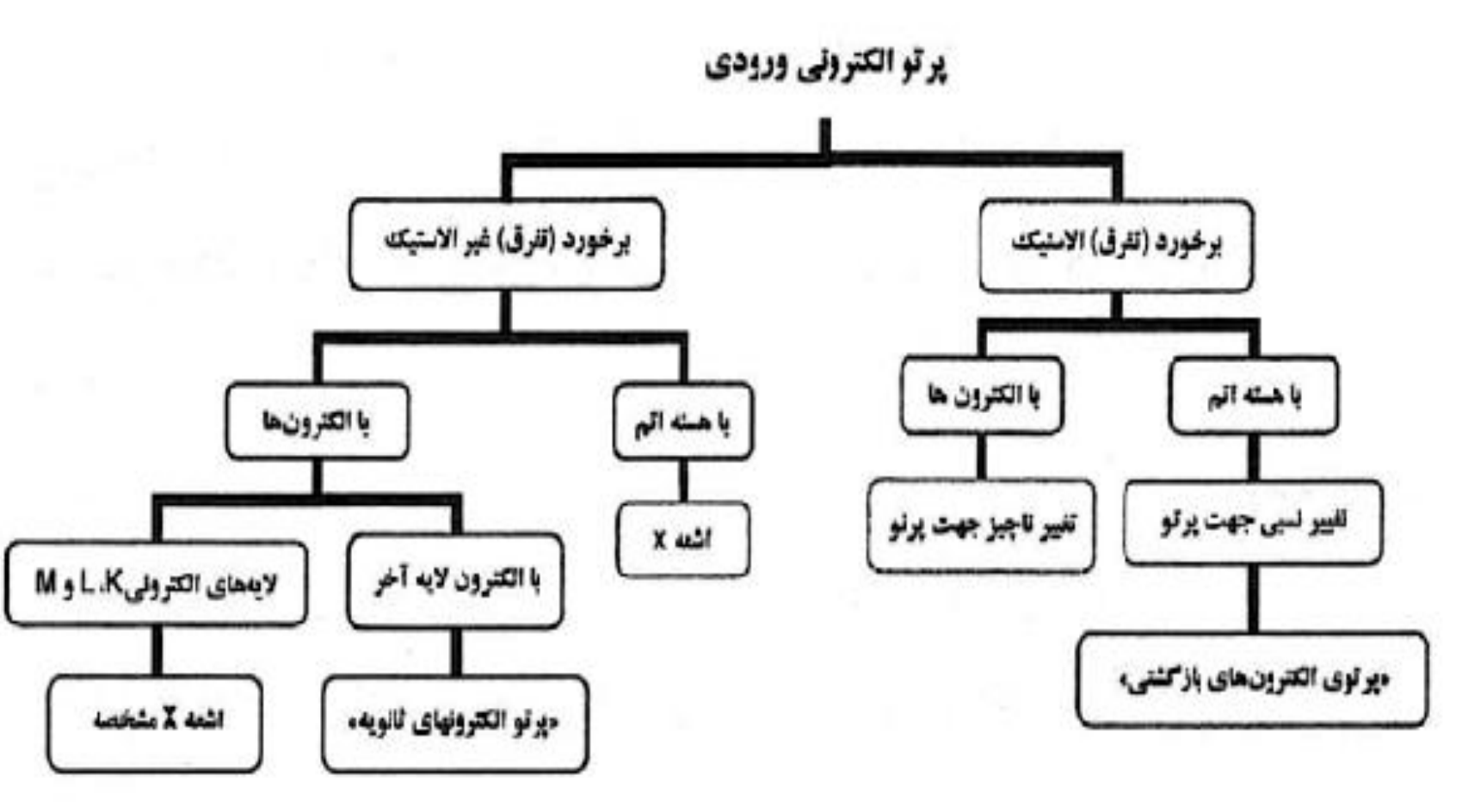
برهمکنش الاستیک و غیرالاستیک

- پراکندگی الاستیکی، عمدتا در برخورد پرتوی الکترونی با هسته ی اتم رخ می دهد و ضمن از دست دادن مقدار قابل اغماضی انرژی، باعث انحراف قابل توجهی در مسیر پرتوی الکترونی ورودی به ماده می شود؛ مانند پرتو الکترون های ثانویه.

- پراکندگی غیرالاستیکی، عموماً با از دست دادن انرژی و تغییر قابل اغماض جهت حرکت پرتوی الکترونی رخ می دهد؛ مانند پرتو الکترون های برگشتی.

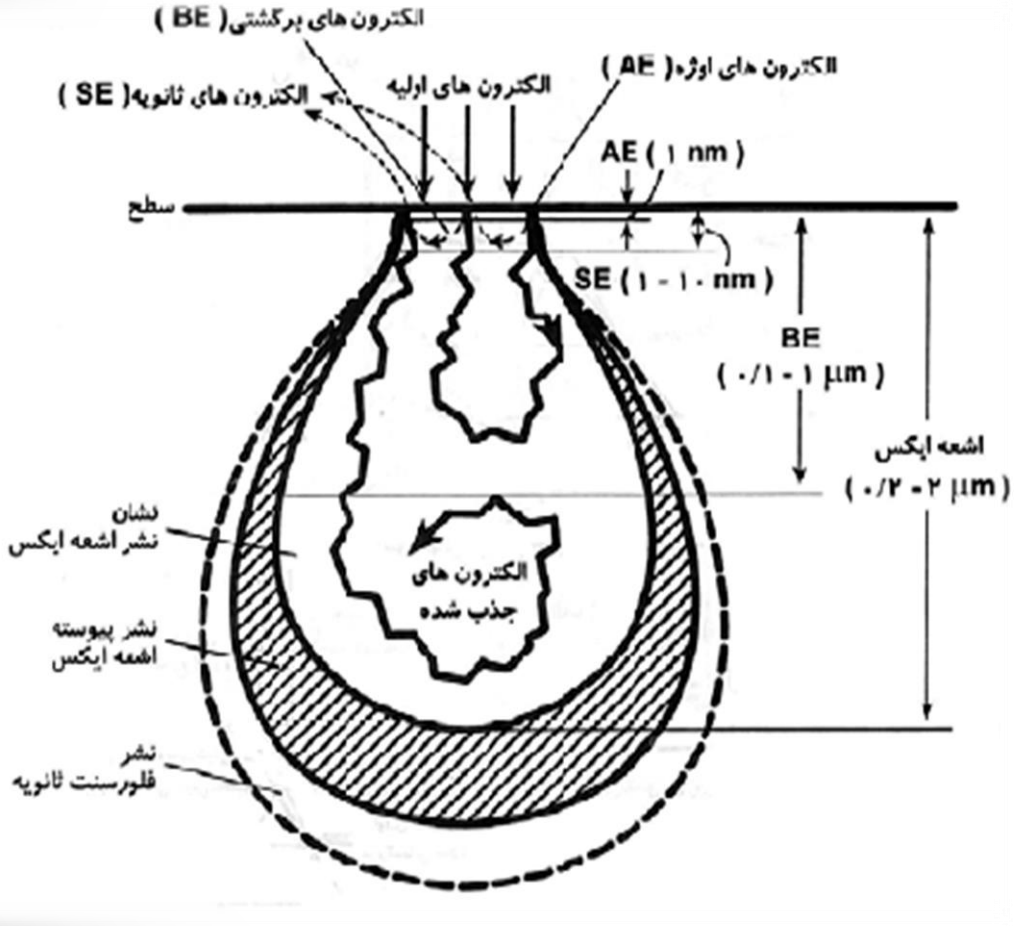
http://edu.nano.ir

برهمکنش الاستیک و غیرالاستیک



http://edu.nano.ir

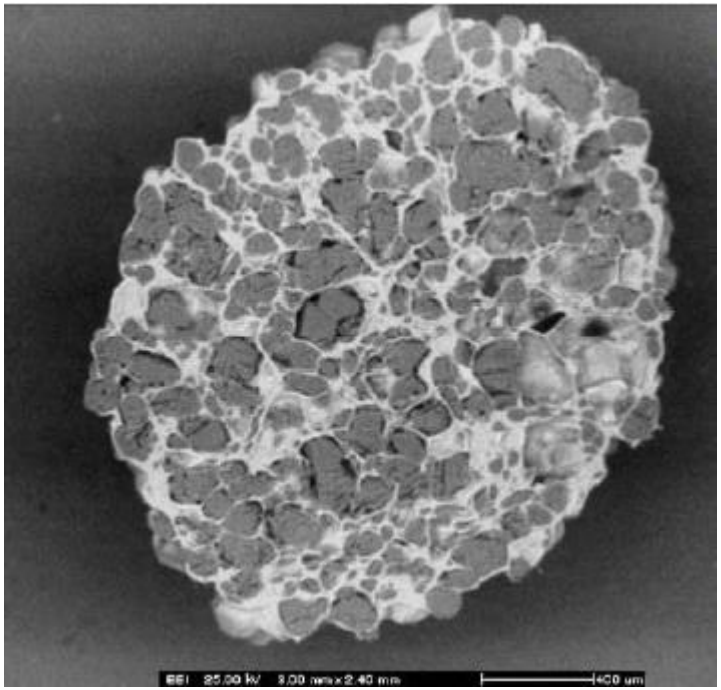
Interaction Volume



در SEM، پرتوی الکترونی ورودی، به سطح ماده برخورد می کند و عمقی را تحت تأثیر قرار می دهد که حاکی از وجود یک حجم اندرکنشی است. این حجم طبق محاسبات، گلابی شکل می باشد.

پرتو الکترونهای برگشتی (BSE)

- معمولاً خروج پرتو الکترونهای برگشتی (BSE) از عمق ۲ میکرومتری و با هدف بررسی توزیع فازی سطح صورت می گیرد.

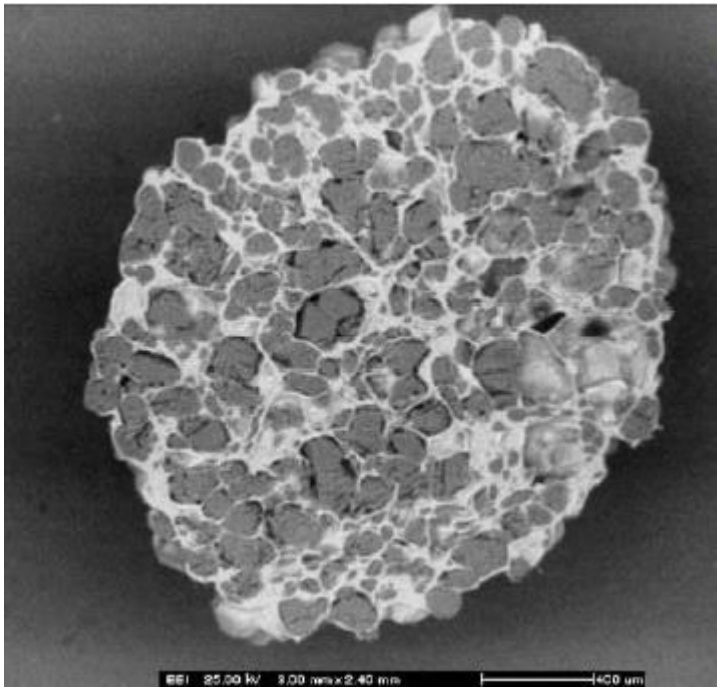


در تصویر الکترونهای برگشتی، فازهای حاوی عناصر سنگین، روشنتر و فازهای سبکتر، تیره تر دیده می شوند.

http://edu.nano.ir

پرتو الکترونهای ثانویه (SE)

- معمولاً خروج پرتوی الکترونهای ثانویه (SE)، با هدف بررسی مورفولوژی و توپوگرافی و از عمق ۱۰ نانومتری سطح ماده رخ می دهد.



مشارکت در توسعه سیستم جامع آموزش فناوری نانو

سیستم جامع آموزش فناوری نانو با مشارکت دانشجویان و علاقه مندان در مقاطع دکتری وکارشناسی ارشد گرایش های مختلف فناوری نانو و سایر رشته های مرتبط با این فناوری نوین در حال توسعه است. لذا از تمامی اساتید، دانشجویان، متخصصین و علاقه مندان تقاضا می گردد نظرات، پیشنهادات و انتقادات خود را به منظور توسعه هر چه بهتر این سیستم با سایت آموزش فناوری نانو در میان بگذارند.

Edu@nano.ir

ستاد ویژه توسعه فناوری نانو
کارگروه ترویج و فرهنگ سازی عمومی

پایان

Edu@nano.ir