

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

درس مقولات ویژه در فیزیک ماده چگال

میکروسکوپ نیروی اتمی AFM

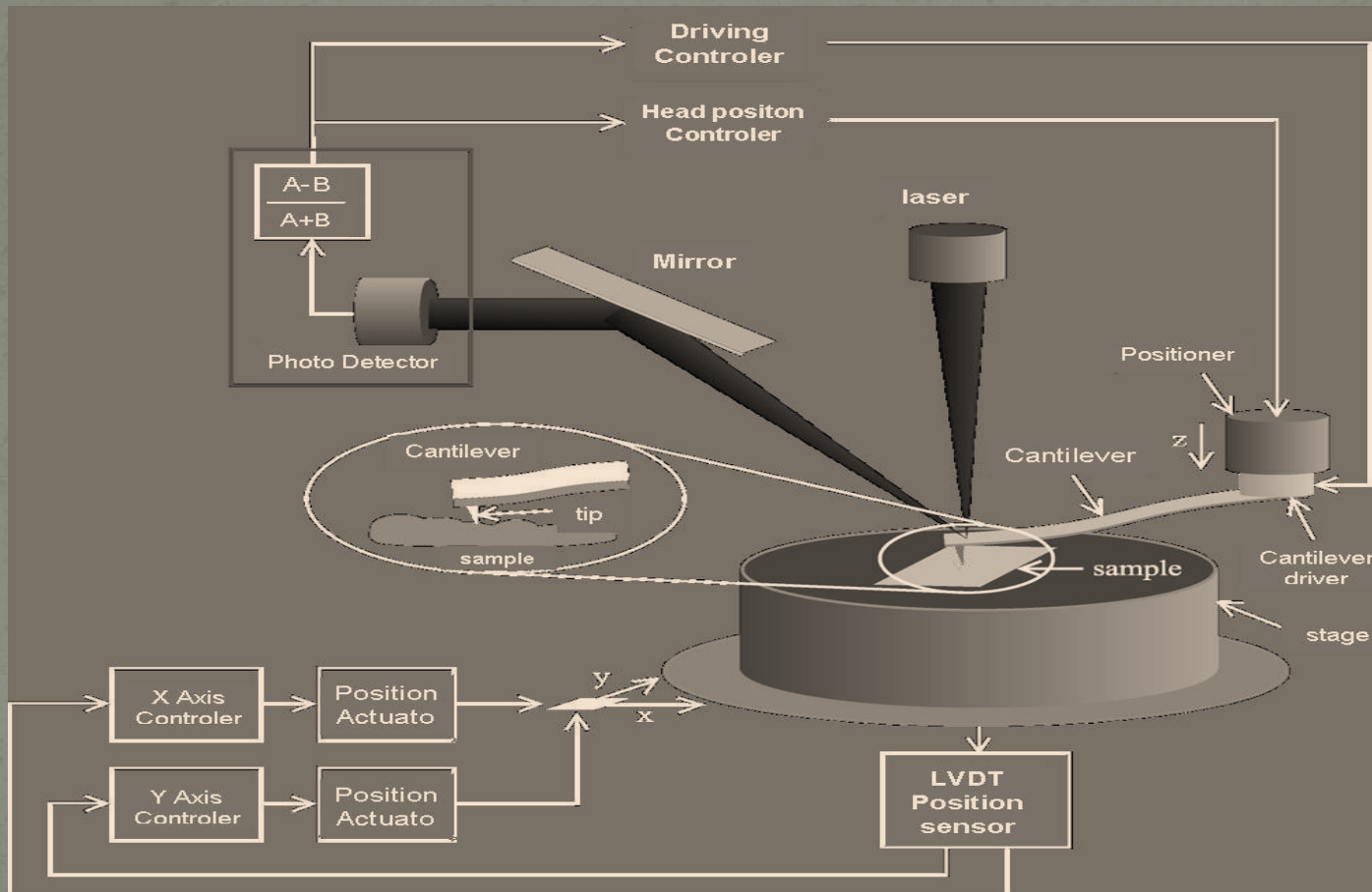
سید محمد مهدی صدرنژاد

(نیمسال اول سال تحصیلی ۸۹-۱۳۸۸)

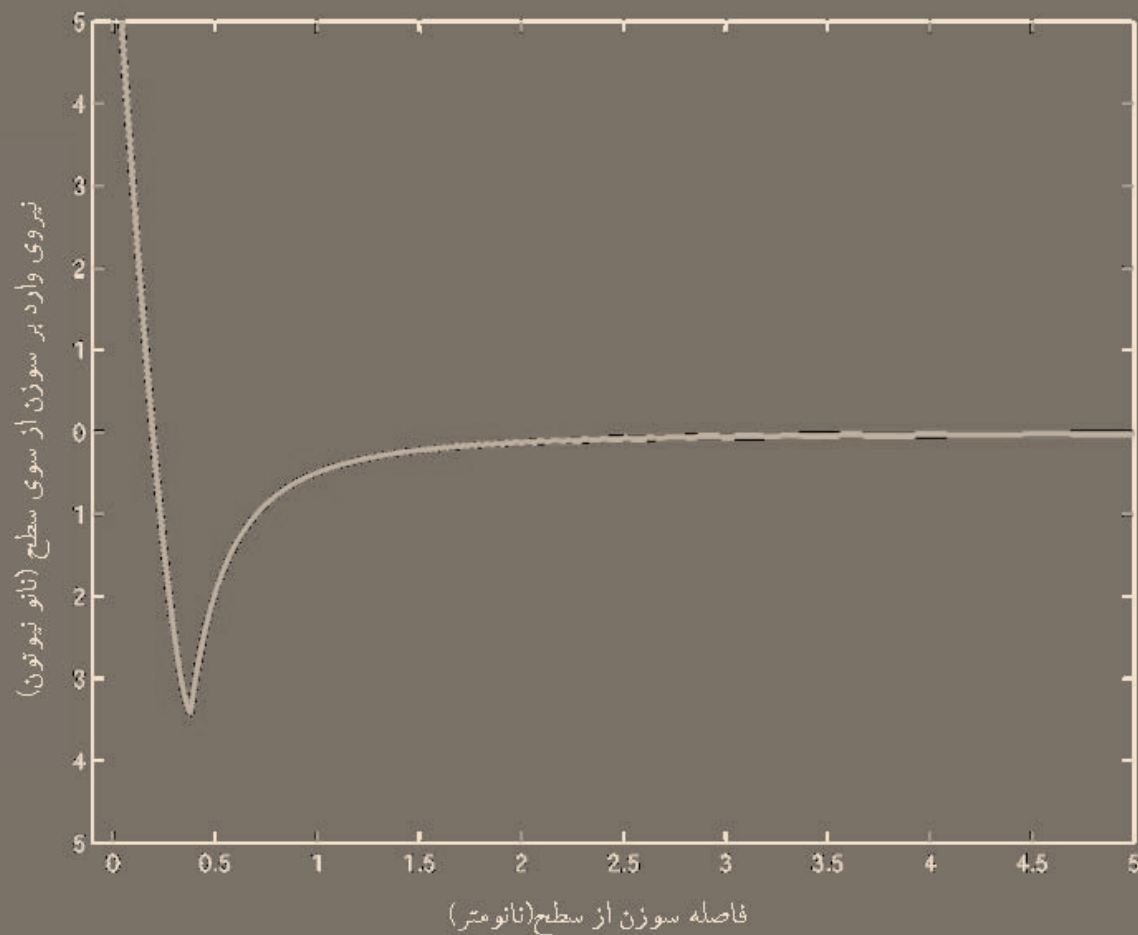
مقدمه

- دستگاهی برای بررسی خواص و ساختار سطحی مواد در ابعاد نانومتر
- مزایا استفاده از میکروسکوپ نیرو اتمی:
- امکان عملکرد در محیط های مختلف مانند: خلا، هوا و مایع
- انعطاف پذیری، سیگنالهای بالقوه متعدد و امکان عملکرد دستگاه در مدهای مختلف و عدم وجود محدودیت اساسی در نوع و محیط سطح
- سطوح: رسانا یا عایق، نرم و سخت، منسجم و پودر، بیولوژیک و آلی یا غیرآلی
- خواص قابل اندازه گیری:
- مورفولوژی هندسی
- توزیع چسبندگی
- اصطکاک
- ناخالصی سطحی
- جنس نقاط مختلف
- کشسانی
- مغناطیس
- بزرگی پیوندهای شیمیایی
- توزیه بارهای الکتریکی سطحی
- قطبش الکتریکی نقاط مختلف

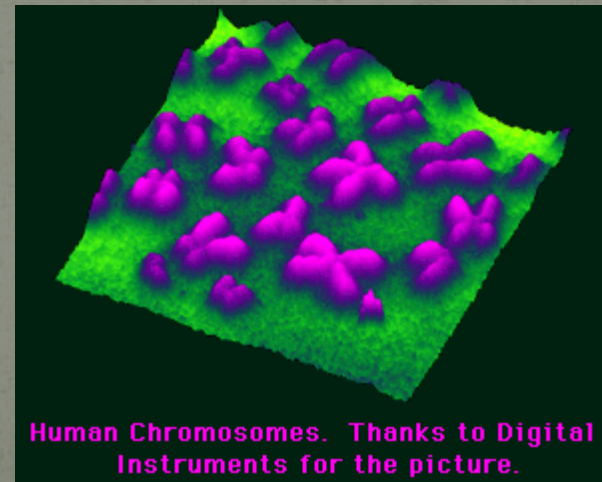
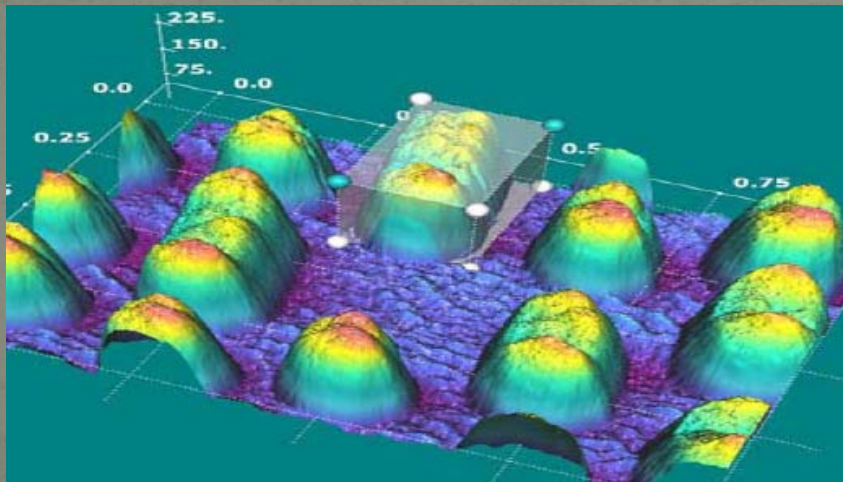
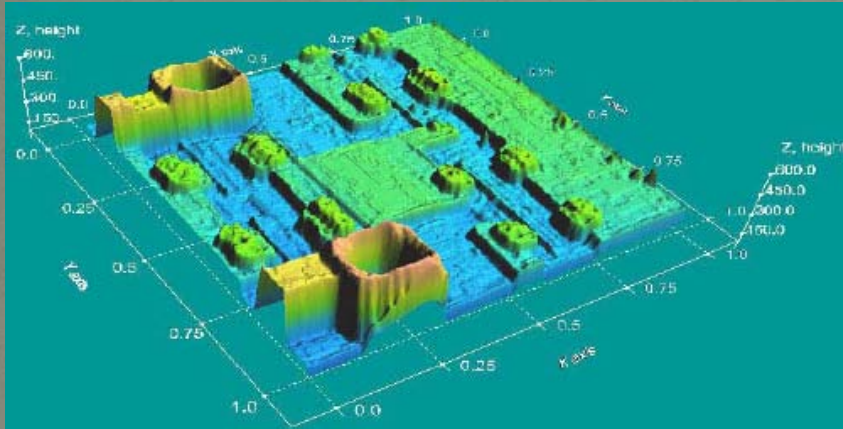
نحوه عملکرد AFM



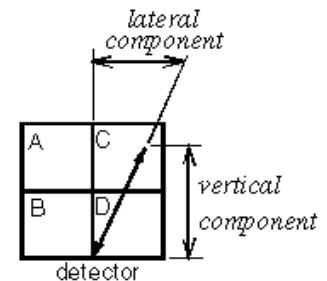
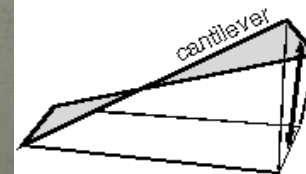
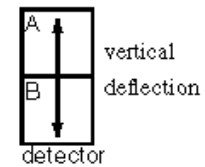
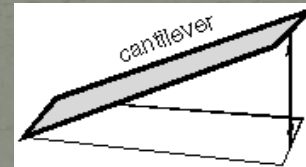
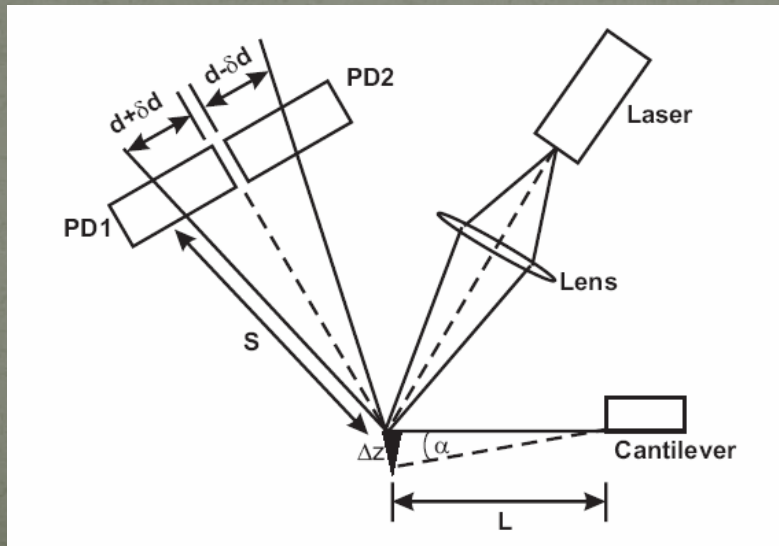
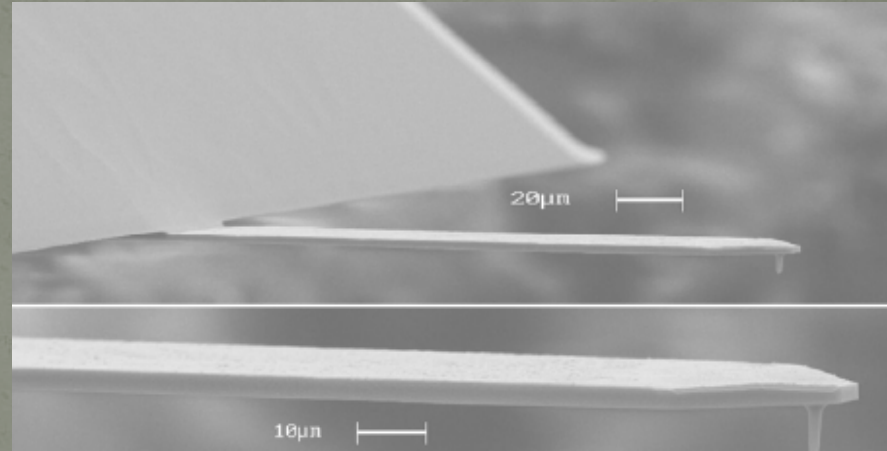
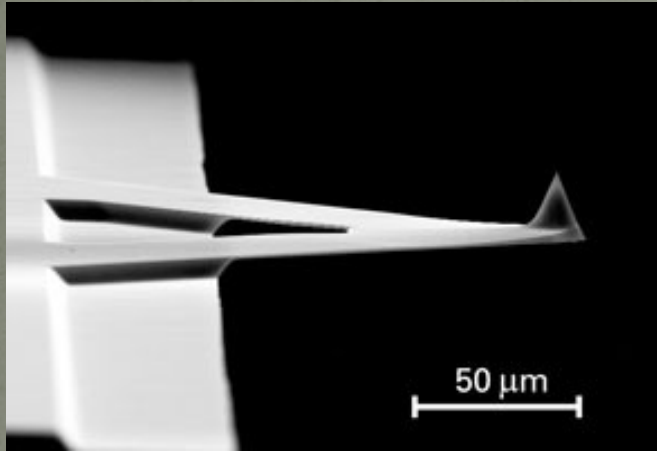
تابعیت نیروی وارد بر سوزن از فاصله سوزن با سطح



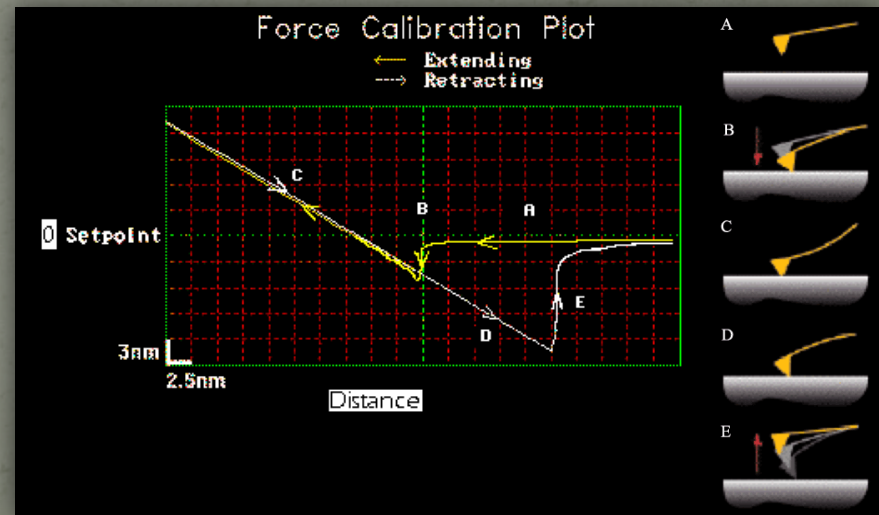
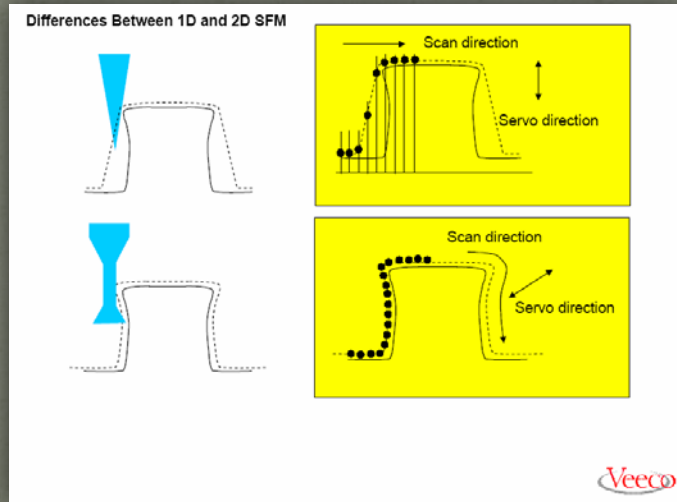
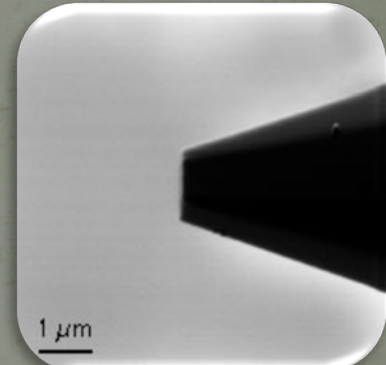
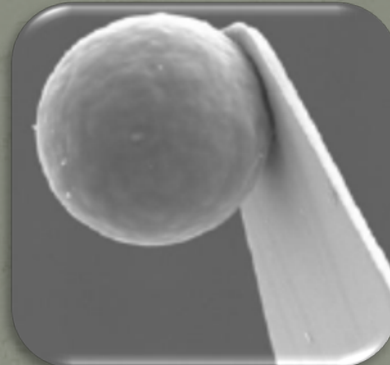
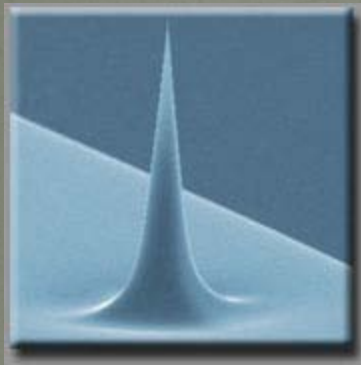
چند نمونه عکس AFM



انواع و آشکار سازی جهت گیری تیرک



سوزنها و برهمکنش سوزن با سطح

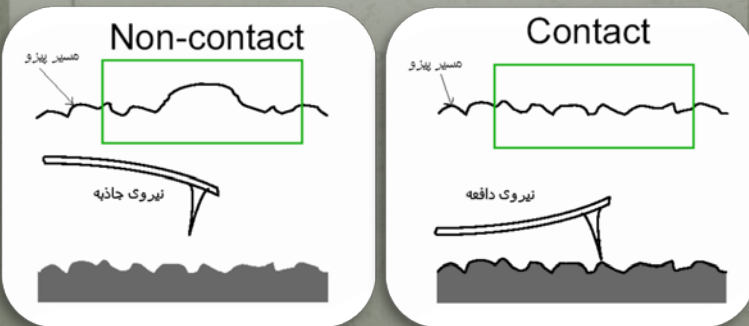
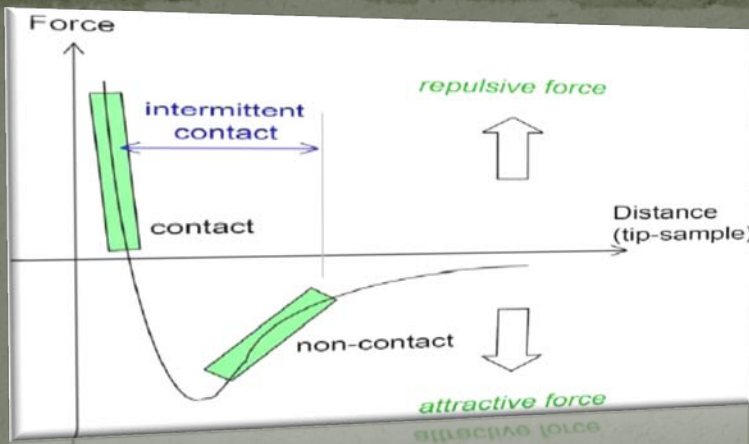


مدهای AFM

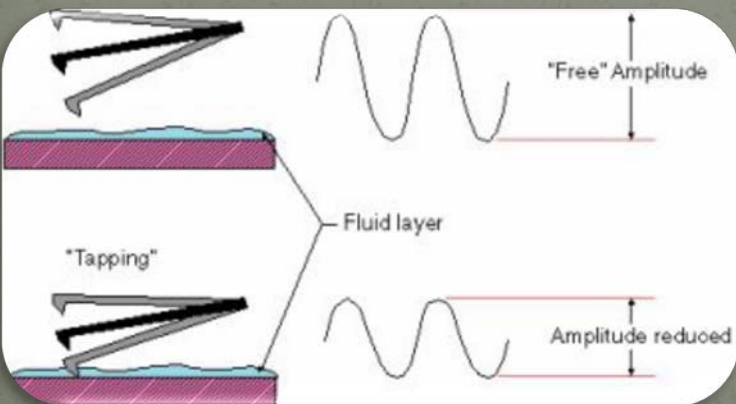
مد نیروی ثابت

مد ارتفاع ثابت

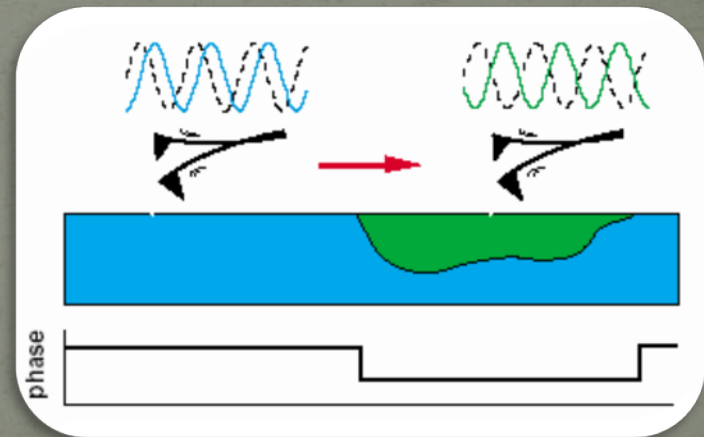
مد دامنه ثابت



مقایسه مد تماسی و غیر تماسی



روشهای شبه تماسی



مد تصویر برداری از اختلاف فاز

مقایسه با سایر روشهای بررسی ساختار سطح

نوع دستگاه / مورد مقایسه	AFM	STM	TEM	SEM
بیشترین دقت	آنگستروم (بررسی چیدمان اتمی سطوح بر وسیله سوزنهای فوق تیز و بسیار سخت)	آنگستروم	آنگستروم (در نوع تکنیکه پذیری بالا HRTEM)	نانومتر
هزینه	۲۰۰-۱۰۰ دلار (نوع تکنیکه پذیری بالا)		بالای ۵۰۰ دلار (نوع تکنیکه پذیری بالا)	۴۰۰-۲۰۰ دلار (نوع تکنیکه پذیری بالا)
سرعت اندازه گیری و آماده سازی نمونه	<p>- وابسته به مد از چند دقیقه تا چند ساعت</p> <p>- در حالت عادی نمونه آماده سازی نمی خواهد</p> <p>- برای بررسی پودرها و نمونه های بیولوژیکه باید فرآیند تثبیت این مواد به زیر لایه صورت گیرد.</p> <p>- اندازه گیری در محیط خلا نیاز به مدت زمان تخلیه محفظه دارد.</p>	<p>- چندین ساعت برای رسیدن به خلا، بالا مورد نیاز است.</p>	<p>- بررسی نمونه های توده ای (Bulk)</p> <p>نیاز به چندین هفته زمان برای نازک سازی نمونه دارد.</p> <p>- نیاز به خلا، بسیار بالا، حداقل زمان تهیه تصویر را چندین ساعت می سازد.</p>	<p>- چندین ساعت برای رسیدن به خلا، بالا مورد نیاز است</p>
محدودیت	<p>- محدودیت بنیادی بر روی نوع ماده یا محیط آن وجود ندارد و بر حسب شرایط از مد مناسب استفاده می شود.</p> <p>- تنها محدودیت این روش عدم توانایی بررسی ساختار سوراخ هایی با عمقی بیش از طول سوزن است (حدود ۱۰ میکرومتر)</p>	<p>- سطح مورد بررسی حتماً باید رسانا باشد.</p> <p>- برای بررسی سطوح عایق باید سطح یا لایه نازکی از ماده رسانا پوشانده شود که علاوه بر زمانبر بودن باعث تغییر مورفولوژی می شود و تکنیکه پذیری را به چندین نانومتر کاهش می دهد.</p> <p>- وابستگی جریان به عواملی غیر از فاصله سوزن از سطح از جمله چگالی حالات الکترونها، ولتاژ بایاس، و شدت جریان (اثرات غیر خطی) موجب پیچیدگی تحلیل و توضیح نتایج می شود.</p>	<p>- سطح مورد بررسی حتماً باید رسانا باشد.</p> <p>- تهیه تصاویر سه بعدی فرآیند سرراست و استاندارد نیست و نیاز به کالیبراسیونهای پیچیده دارد.</p> <p>- تصاویر را بصورت دو بعدی تهیه می کند (عقب ندارد)</p> <p>- برای بررسی سطوح عایق باید سطح با لایه نازکی از ماده رسانا پوشانده شود که علاوه بر زمانبر بودن باعث تغییر مورفولوژی می شود و تکنیکه پذیری را به چندین نانومتر کاهش می دهد.</p>	<p>- سطح مورد بررسی حتماً باید رسانا باشد.</p> <p>- تهیه تصاویر سه بعدی فرآیند سرراست و استاندارد نیست و نیاز به کالیبراسیونهای پیچیده دارد.</p> <p>- تصاویر را بصورت دو بعدی تهیه می کند (عقب ندارد)</p> <p>- برای بررسی سطوح عایق باید سطح با لایه نازکی از ماده رسانا پوشانده شود که علاوه بر زمانبر بودن باعث تغییر مورفولوژی می شود و تکنیکه پذیری را به چندین نانومتر کاهش می دهد.</p>
توانمندی و مزیت	<p>- امکان عمل دستگاه در محیطهای هوا، خلا، و مایع (در نتیجه امکان بررسی ذرات و موادی که در خلا تصعید می شوند یا ذرات معلق در مایع)</p> <p>- تصاویر را بصورت سه بعدی تهیه می کند</p> <p>- بررسی جنس نقاط مختلف سطح و توزیع خواص سطحی ممکن است.</p>	<p>- دقت زیر آنگستروم</p> <p>- حساسیت زیاد جریان به فاصله سوزن از سطح [بیشتر از ۹۰٪ جریان الکتریکی گذرنده از سوزن (سیگنال) از تنگه متکول نوک سوزن و نزدیکترین نقطه سطح می گذرد که باعث ناچیز بودن جریان بقیه نقاط سطح و کم شدن تداخل اطلاعات ناشی از بقیه نقاط می شود. این مساله به افزایش دقت تعیین فاصله سوزن از سطح می انجامد.]</p>	<p>- حساسیت زیاد جریان به فاصله سوزن از سطح [بیشتر از ۹۰٪ جریان الکتریکی گذرنده از سوزن (سیگنال) از تنگه متکول نوک سوزن و نزدیکترین نقطه سطح می گذرد که باعث ناچیز بودن جریان بقیه نقاط سطح و کم شدن تداخل اطلاعات ناشی از بقیه نقاط می شود. این مساله به افزایش دقت تعیین فاصله سوزن از سطح می انجامد.]</p>	<p>- ساختار سه بعدی سوراخ های عمیق سطح هم قابل بررسی هستند.</p> <p>- بررسی جنس نقاط مختلف سطح و توزیع خواص سطحی ممکن است.</p>

با سحر