

# Mikroskopia skenovacou sondou

**Mikroskopie skenovací sondou** (scanning probe microscopy - SPM) je mezi nanotechnologie zařazována jednak protože se využívá na analýzu nanostruktur a jednak protože konstrukce snímacích částí (sond) má k nanotechnologii poměrně blízko.

## Vlastnosti SPM

- Možnost studia dynamických procesů, trojrozměrný obraz v reálném čase
- Možnost využití v různých prostředích – výhoda při zobrazování in vivo resp. in vitro
- Není potřebný žádný externí zdroj částic ani speciální úprava vzorků
- Citlivost jen na pár povrchových vrstev
- Velký rozsah zvětšení, při vysokém rozlišení informace jen o obraze těsně pod hrotem
- Z naměřených hodnot není možné přímo určit pozorovanou strukturu
- Velké množství artefaktů
- Náročné znovunalezení sledovaného místa na vzorku
- Není možné určit typ atomu, jen díky úvahám a různým doplňujícím metodám

## Biologické využití SPM

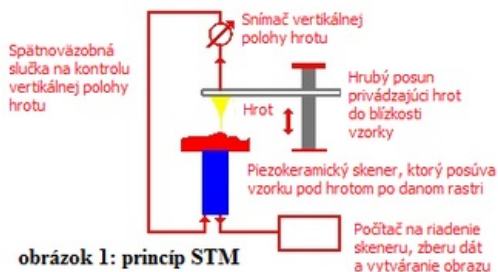
Největším přínosem je zobrazování v libovolném prostředí, které zabránilo vysychání struktur a umožnilo zobrazování živých organismů in vivo, resp. in vitro. Problémem je najít vhodný podkladový povrch pro vzorek, zajištění jeho vodivosti a dobrá fixace. Velkým problémem taky nadále zůstává správná interpretace naměřených výsledků.

## Scanning tunnelling microscope

Rastrovací tunelový mikroskop (STM z angličtiny) je druh **neoptického mikroskopu**, který umožňuje zobrazování atomové struktury látek a manipulaci. Za vynalezení tohoto přístroje (1981) získali Gerg Benning a Heinrich Rohrer **Nobelovu cenu za fyziku** v roce 1986. Mikroskop se kromě vysokého vakua dá využít i ve vzduchu, vodě a dalších roztocích, také se může používat při teplotě od 0 K (nelze dosáhnout absolutní 0) až po několik stovek K.

### Princip a postup

STM je založené na principu **kvantového tunelování**. Vodivý hrot je hrubým posunem přiblížen k povrchu vzorku. Rozdíl napětí mezi hrotem a vzorkem umožňuje elektronům vytvářet tunel v tomto prostoru. Výsledné tunelování elektronů (vytvářejících proud) je funkce pozice hrotu, použitého napětí a lokální hustoty (elektronových) stavů. Informace se získávají monitorováním proudů, které snímá hrot při skenování povrchu vzorku. Při skenování povrchu, změny výšky povrchu a hustoty stavů způsobují změnu stálého proudu - je možné změřit změnu proudu při zachování stálé výšky anebo změnu výšky při zachování stálého proudu - **mód konstantního proudu a konstantní výšky**. Využití módu konstantní výšky je méně časově náročné, protože čas potřebný na zaznamenání změny výšky je výrazně delší. Výsledkem je černobílý obraz, barva se přidává později. STM je náročná technika, protože vyžaduje dokonale čistý a stabilní povrch, ostrý hrot, výborný tlumič vibrací a propracovanou (na STM uzpůsobenou) elektroniku.



obrázok 1: princíp STM

### Stavba přístroje

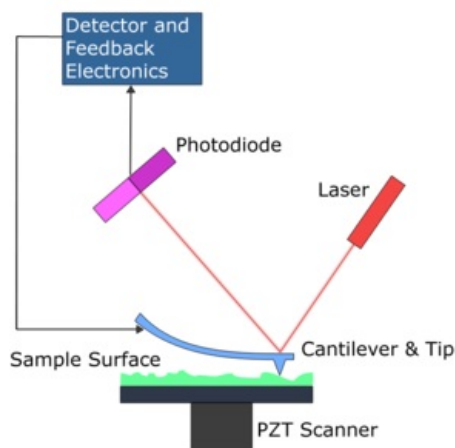
STM je složený z hrotu, piezoelektrického ovládání výšky, x-y posunu, hrubého ovládání přiblížení hrotu ke vzorku, systému na odstranění vibrací a počítače. Rozlišení obrázku je podmíněné ostroostí hrotu, který se vyrobí pomocí uhlíkových nanotrubic. Hrot je vyrobený z wolframu, platina-iridia nebo ze zlata. Při nedostatečné ostroosti hrotu může dojít ke zkreslení obrazu. Když se pod hrotem nacházejí 2 atomy, potom oba přispívají k vysílání tunelovacího proudu a dochází ke vzniku obrazových artefaktů.

## Mikroskopie atomových sil (AFM)

Atomic force microscopy (AFM) je založená na **mapování atomových sil** na povrchu zkoumaného vzorku. Sonda je **cantilever** (pružný nosník), na konci má ostrý hrot, typicky z křemíku. Působením přitažlivých a odpuzivých sil dochází k ohýbání nosníku, které je detekované laserem. Zobrazování povrchu je možné ve vakuu, vzduchu anebo tekutině. AFM může pracovat ve dvou módech:

- **Kontaktní mód:** Hrot je v kontaktu s povrchem vzorku a detekovaný je buď posun ve vertikální rovině, anebo skroucení a ohýbání nosníku v závislosti na koeficientu tření povrchu. Používá se při detekci pevných povrchů.
- **Mód s oscilujícím hrotem:** Nosník vibruje kolmo k povrchu vzorku a hrot se dotýká povrchu jen v dolním bodě amplitudy. Umožňuje používat menší síly, čím se snižuje rozsah poškození a zlepšuje rozlišení, proto se využívá při zkoumání biostruktur a vyvíjení nových léků. Využívá se taky ochlazení vzorku a přístroje na teplotu kapalného dusíku, což způsobuje zpevnění struktury vzorku.

AFM se využívá ve farmakologii, biotechnologii, mikrobiologii, genetice a dalších oblastech. Kromě zobrazování se používá na měření inter a intramolekulových sil a viskoelasticity.



## Odkazy

### Externí odkazy

- Atomic force microscopy
- Scanning tunneling microscope

### Použitá literatura

- ŠRÁMEK, . *Nanotechnologie v medicíně*. Brno : Masarykova univerzita v Brně, Lékařská fakulta – Biofyzikální ústav, 2009,
- GERLA, . *Nanotechnologie v medicíně* [online]. [cit. 2013-01-12]. <<http://nanomedicina.sweb.cz/>>.
- PRNKA, Tasilo a Karel ŠPERLINK. *Bionanotechnologie, nanobiotechnologie, nanomedicína*. 1. vydání. Ostrava : Repronis, 2006. ISBN 80-7329-134-7.