

**Tisková zpráva Fyzikálního ústavu AV ČR, v. v. i., 25. září 2013:**

***Vědci z Fyzikálního ústavu AV ČR mají podíl na významném objevu:  
Třecí síly na mikroskopické úrovni závisí na orientaci povrchu***

Tření je definováno jako odporová síla působící mezi dvěma makroskopickými objekty, které jsou ve vzájemném kontaktu a pohybují se vůči sobě. S třecí silou se setkáváme při naší každodenní činnosti a ročně způsobuje významné finanční škody v důsledku energetických ztrát nebo opotřebením materiálů. Její hlubší pochopení je proto jednou z hlavních priorit, která přispěje k nižší energetické náročnosti naší společnosti. Podstatou tření se zabýval již Leonardo da Vinci. V 18. století Ch. A. de Coulomb formuloval jednoduchý zákon, který říká, že tření je přímo úměrné součinu tlačné síly a koeficientu tření, kde koeficient tření je empirická materiálová vlastnost. Přes více než tři století intenzivního výzkumu ale stále platí, že jsme pořád daleko od úplného pochopení fyzikálních procesů spojených s mechanismem tření.

Poslední výsledky výzkumu ukazují, že tření na makroskopické úrovni je silně ovlivněno atomární strukturou dotýkajících se povrchů. Jinými slovy tření mezi dvěma objekty je možné chápat jako vytváření, protahování a následné porušení tisíce atomárních kontaktů. Jedním z podstatných klíčů pro pochopení mechanismu tření na atomární úrovni je proto možnost měřit laterální síly (tj. síly rovnoběžné s povrchem) působící mezi jednotlivými atomy na površích v kontaktu, což není triviální úkol.

V práci publikované v časopise Physical Review Letters ([odkaz zde](#)) jsme ve spolupráci s kolegy z univerzity v Řezně představili nový koncept přímého měření laterálních sil na atomární úrovni pomocí modifikovaného mikroskopu atomárních sil. Tento pokrok otevírá zcela nové možnosti při studiu tření. O významu práce svědčí fakt, že článek byl vybrán editorem časopisu do rubriky Editors' Suggestion a Physics Viewpoint (viz [zde](#)). O článku také referoval na svých stránkách časopis Physics Today (viz [tento odkaz](#)).

Nové uspořádání mikroskopu umožňuje přesné stanovení laterálních sil mezi dvěma objekty. Jako důkaz jsme provedli měření laterálních sil s atomárním rozlišením na chemicky pasivovaném povrchu křemíku. Tato měření jednoznačně prokázala směrovou závislost laterálních sil. Jinými slovy, že tření mezi dvěma makroskopickými objekty je závislé na vzájemné orientaci atomární struktury povrchů dotýkajících se těles. Navíc provedené teoretické výpočty simulující interakci hrotu mikroskopu s daným povrchem křemíku dávají vynikající shodu s naměřenými experimentálními údaji. Tato shoda nám umožnila hlubší pochopení původu směrové závislosti laterálních sil, tj. třecí síly, na atomární úrovni – jako důsledek rozdílné excitace vibračních stupňů volnosti, tzv. rocking módů, který je reprezentován pohybem dvou povrchových atomů křemíku kmitajících kolmo k povrchu v opačné fázi (pro názornou interpretaci viz [odkaz](#)). Tyto výsledky

ukazují, že atomární struktura povrchu a její vibrační spektrum hraje důležitou roli ve směrové závislosti tření.

**Kontakt:** Ing. Pavel Jelínek, Ph.D.

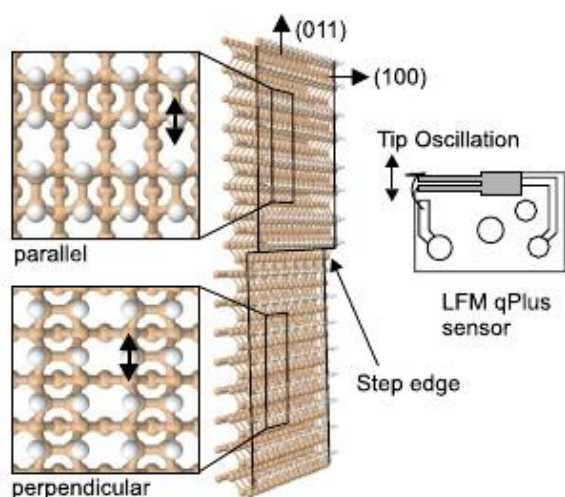
Tel.: +420 220 318 430

Mobil: +420 734 353 740

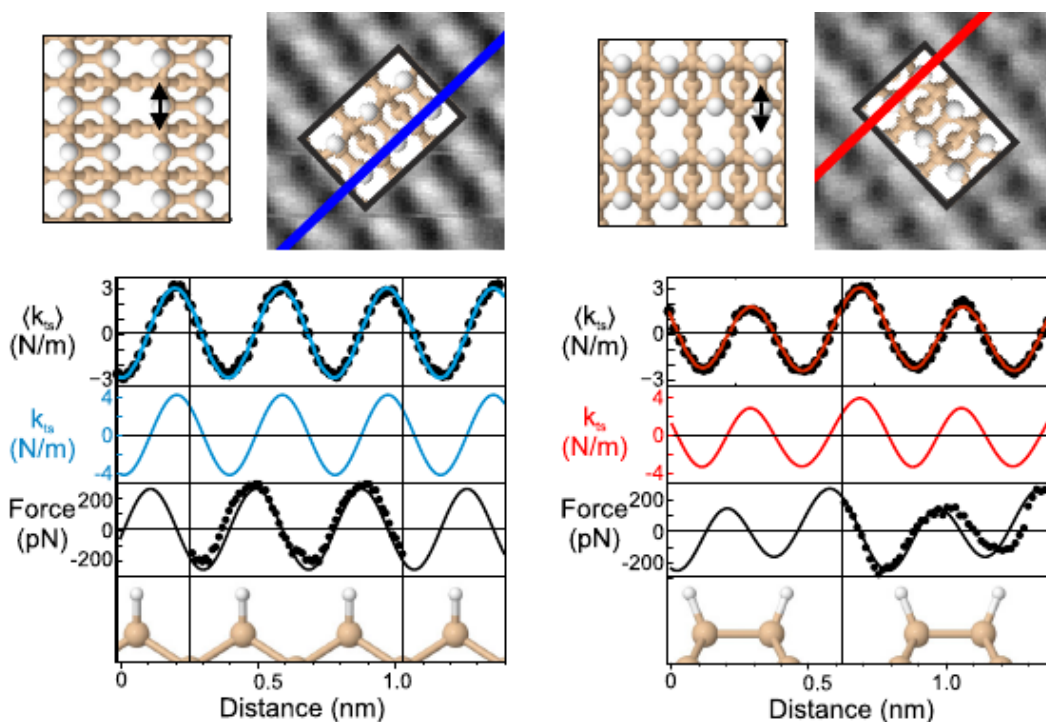
E-mail: [pavel.jelinek@fzu.cz](mailto:pavel.jelinek@fzu.cz)

Adresa: Cukrovarnická 10, Praha 7, 162 00

**Obrazová příloha:**



*Obr. 1: Schematický model povrchu křemíku (100), který je tvořen charakteristickými dvojicemi atomů křemíku (tzv. dimery), ve dvou různých orientacích vůči kmitajícímu hrotu mikroskopu, který v této konfiguraci umožňuje přímou detekci laterálních sil s atomárním rozlišením.*



Obr. 2: Výsledky experimentálních měření s atomárním rozlišením laterálních atomárních sil ve směru kolmém (vlevo nahoře) a rovnoběžném (vpravo nahoře) k dimerům křemíku doplněné o odpovídající atomární model (bíla kulička reprezentuje atom vodíku, žlutá atom křemíku). Dolní obrázky ukazují rozdílný průběh laterálních sil (viz Force) získaných v charakteristickém směru vyznačeným čarou na horním obrázku. Plná čára představuje experimentální hodnoty a tečkovaná hodnoty získané z počítačových simulací.