

# Levitující nanočástice

## Vědci z Ústavu přístrojové techniky se přibližují kvantovým technologiím

Jana Žďárská

Fyzikální ústav AV ČR, Na Slovance 2, 182 21 Praha 8; zdarskaj@fzu.cz

Výzkumný tým Dr. Oty Brzobohatého z Ústavu přístrojové techniky AV ČR se zabývá levitační fotonikou a úspěšně vyvinul originální metody pro kontrolu pohybu dvou nanočástic levitujících v optických pastech. Výsledky tohoto výzkumu, které jsou stimulující pro další rozvoj kvantových technologií, byly nedávno publikovány v časopisech *Optica* a *Nature Communications*.

Další technologický růst lidstva budou s vysokou pravděpodobností určovat kvantové technologie. Jeden z jejích směrů využívá unikátních vlastností vzájemně interagujících kvantových objektů, které však jsou maximálně izolované od okolního prostředí.

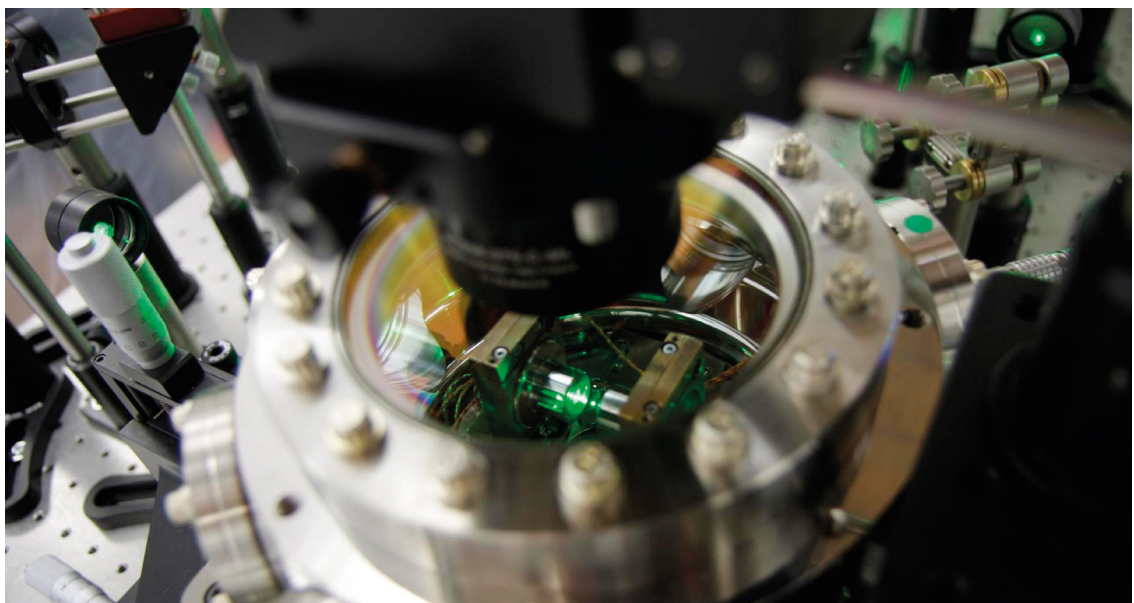
Výzkumný tým z Ústavu přístrojové techniky AV ČR vyvinul originální metody, jak takové podmínky vytvořit se dvěma nanočásticemi levitujícími v optických pastech.

Bouřlivý rozvoj nanotechnologií v minulých 20 letech již narazil na hranice platnosti klasické fyziky a další technologický krok využívá hlavně zákonů kvantové fyziky. Příkladem takových kvantových technologií jsou kvantové počítače, simulátory, ultracitlivé senzory či ultrapřesné atomové hodiny.

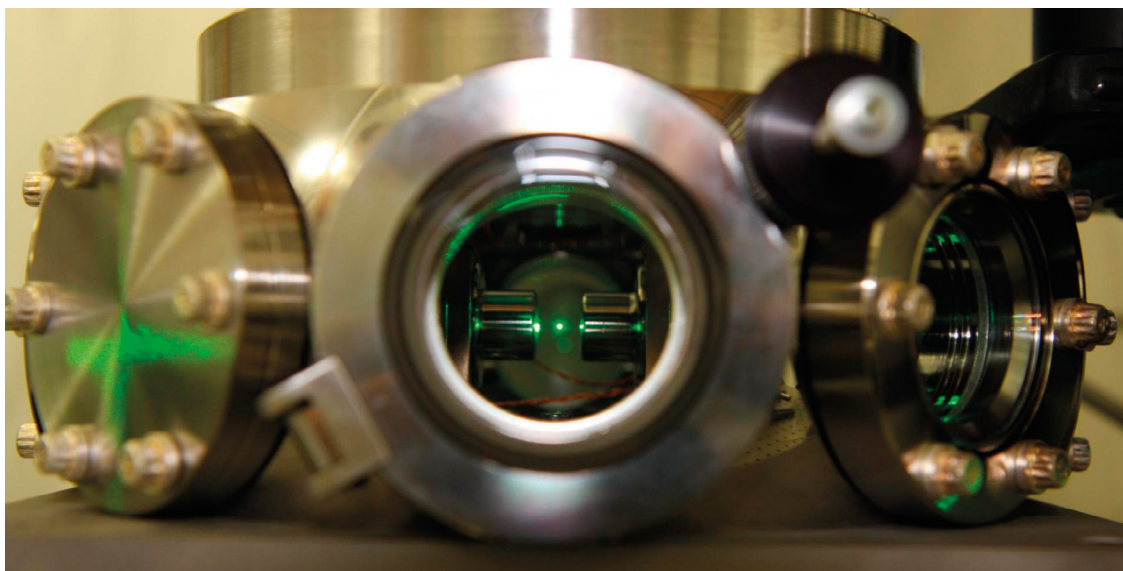
Jeden z rozvíjejících se směrů využívá jednotlivé kvantové částice (atomy, ionty, molekuly i relativně velké nanoobjekty, složené z miliardy atomů), které spolu interagují a současně jsou zachyceny v prostoru s využitím různých typů pastí, včetně laserových.

### Vakuum je lepší než kapalina

Dosud se většina experimentů se silovými účinky světla prováděla v kapalině, zde však zachycený objekt intenzivně interaguje s okolními molekulami kapaliny. S rozvojem kvantových technologií se pozornost předních světových laboratoří obrací k experimentům, kdy jsou objekty (nanočástice, atomy, molekuly či zdroje jednotlivých fotonů) umístěny ve vysokém vakuu a interagují s okolím pouze fotony nebo elektrickými/magnetickými poli.

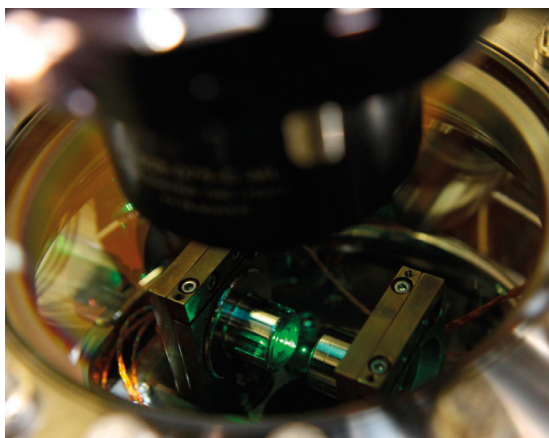


**Obr. 1** Jeden z rozvíjejících se směrů výzkumu využívá jednotlivé kvantové částice, které spolu interagují a současně jsou zachyceny v prostoru s využitím různých typů pastí, včetně laserových.



**Obř. 2** Silových účinků světla brnĚnřtř vědci využili dvojm způsodem. Jednak nanočřstice zachytili lasery do světelných pastř, jednak také rozptřleně světlo využili ke vzřjmně interakci čřstic a synchronizaci jejich pohybu.

„Objekty jsou zde velmi účinně izolovány od vlivu okolního prostředř a chovají se jako velmi slabě tluměný oscilátor. Jeho energii lze světlem odebřrat, a tak se experimentálně přibřžovat k makroskopické realizaci mechanického kvantového oscilátoru,“ vysvětluje Oto Brzobohatý z Űstavu přřstrojově techniky AV ČŘ, ve-



**Obř. 3** Vědci touto metodou dosřhli hodnot efektivnř teploty okolo 200 mK, což je zhruba tisřckrát měně, než je pokojovř teplota (300 K).

doucí vřzkumněho třmu „Silně fokusovaný laserovř paprsek funguje jako tzv. optickř past, kterř pomoci světla mikroskopické objekty (od nanočřstic po živě buňky) v prostoru drřř a umořņuje s nimi manipulovat,“ dodřvř vědec.

### Past i brřna do kvantového světa

Silových účinků světla vědci využili dvojm způsodem. Jednak nanočřstice zachytili lasery do světelných pastř, jednak také rozptřleně světlo využili ke vzřjmně interakci čřstic a synchronizaci jejich pohybu.

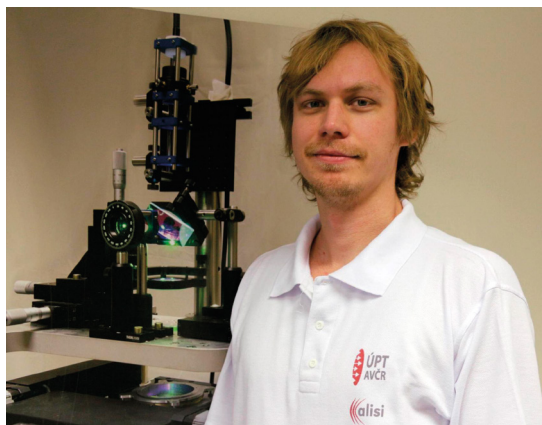
„Čřstice rozptřlují dopadající světlo, a třm měnř směř proudu fotonů. Vhodnř změna hybnosti fotonů vytvořřř jednak optickou past, kde je čřstice zachycena, ale také nasměruje rozptřleně fotony ke druhě čřstici a vytvořřř mezi nimi tzv. optickou vazbu. Čřstice se pak chovř podle toho, jak „cřtřř“ pohyb druhě čřstice. Tento trik umořņuje jednak synchronizovat pohyb nanočřstic, ale také je společně brzdřt a sniřřovat amplitudu jejich kmitů

a přibřžovat je ‚kvantověmu světu,“ přibřžuje Pavel Zemřněk, vedoucí vřzkumněho oddělenř Mikrofotonika z Űstavu přřstrojově techniky AV ČŘ.

Vědci touto metodou dosřhli hodnot efektivnř teploty okolo 200 mK, což je vřce než tisřckrát měně než pokojovř teplota (~300 K). Při dalřim zchlazenř se jřž vřrazněji projevuje kvantovř povaha pohybu čřstic.

Nřsledující aktivity (financovaně i v nověm vřzkumněm projektu Operačnřho programu JAK *Kvantově technologie a nanotechnologie*) se zaměřř na zachycenř, chlazenř a kvantovou interakci různých fyzikálních objektů (např. iontů a nanočřstic) s cílem testovat nově, tzv. hybridnř typy hradel pro kvantově počřtače, kterě odstranř omezenř současných platform s jednřm druhem objektů (např. iontů).

Za redakci Československěho časopisu pro fyziku přejeme třmu Oty Brzobohatěho nově zajřmavě poznatky v oblasti levitačnř fotoniky, kterě by mohly v budoucnosti přiněst důleřitě změny a vylepřěnř kvantovřch technologiř.



**Mgr. Oto Brzobohatý, Ph.D.,** (\*1980) vystudoval fyziku na Přřrodovědeckě fakultě Masarykovy Univerzity v Brně. Po doktorřtu, kde se věnoval fyzice plazmatu, přesedl do oblasti optiky a fotoniky a působřř na Űstavu přřstrojově techniky AV ČŘ, kde je vedoucřm skupiny Levitačnř fotonika. Během svě kariery působil v rřmci krřtkých vědeckých střžřř na University of St. Andrews ve Velkě Britřnii a na vědeckých Űstavech CNRA Messina v Itřlii, a ICFO v Barceloně.