

Nobelova cena za fyziku 2025

14.10.2025 - Jakub Dražanský | Vysoká škola chemicko-technologická v Praze

V roce 2025 byla Nobelova cena za fyziku udělena profesorům Johnu Clarkovi, Michelu H. Devoretovi a Johnu M. Martinisovi, kteří pomocí série experimentů prokázali, že jevům kvantového světa, běžně pozorovaným pouze na úrovni jednotlivých částic, lze porozumět a demonstrovat je i v makroskopickém měřítku. Ve svém experimentu vytvořili supravodivý elektrický obvod, v němž se podařilo pozorovat kvantově mechanické tunelování a kvantování energetických hladin v systému dostatečně velkém, aby se vešel do ruky. Tento průlom má zásadní význam, protože překlenuje hranici mezi mikroskopickým a makroskopickým světem. Ukazuje, že zákony kvantové mechaniky nejsou omezeny pouze na atomy a částice, ale mohou se projevovat i v objektech složených z nesmírného množství částic. To, co se dříve zdálo logicky absurdní, například možnost, že by se velký objekt mohl chovat jako jediná kvantová částice, se díky jejich práci stalo experimentálně ověřenou skutečností.

Profesor John Clarke působil na Kalifornské univerzitě v Berkeley, kde vybudoval výzkumnou skupinu zaměřenou na zkoumání jevů spojených se supravodiči a Josephsonovým přechodem. V polovině 80. let se k němu připojili Michel Devoret a John Martinis a společně se pustili do experimentálního prokazování existence makroskopického kvantového tunelování.

Vytvořili elektrický obvod se dvěma supravodiči, oddělenými tenkou vrstvou nevodivého materiálu. Využili faktu, že elektrony při podchlazení v supravodiči vytváří tzv. Cooperovy páry, které se mohou pohybovat látkou bez odporu a ve výše popsaném systému mohou tunelovat přes izolační bariéru. Dochází tedy ke vzniku elektrického proudu i při nulovém napětí, tzv. DC Josephsonovu proudu.

Ve svých experimentech laureáti ukázali, že jejich supravodivý systém se může přepnout ze stavu s nulovým napětím do jiného stavu, a to i bez dodání dostatečné energie klasickým způsobem. Tento přechod představuje kvantové tunelování. Aby prokázali, že chování obvodu odpovídá kvantovým zákonům, přiváděli do něj mikrovlnné záření různých frekvencí. Zjistili, že systém pohlcuje pouze mikrovlny s přesně určenými energiemi, které odpovídají rozdílům mezi kvantovanými energetickými hladinami. Po pohlcení takového záření se obvod přesunul na vyšší energetickou hladinu, ze které snáze protuneloval bariérou do dalšího stavu. Experiment tak jasně ukázal, že i makroskopický objekt složený z obrovského množství částic se může chovat jako jediná kvantová částice a přeskakovat mezi diskrétními energetickými hladinami a tunelovat překážkou, aniž by ji musel klasicky překonat.

Tento typ makroskopického kvantového stavu nabízí nové možnosti pro experimenty, které využívají jevy ovládající mikroskopický svět částic. Lze ho chápat jako druh umělého atomu ve velkém měřítku (atom s kabely a konektory), který lze zapojit do nových experimentálních uspořádání nebo využít v moderních kvantových technologiích. Takové umělé atomy se dnes používají například k simulaci jiných kvantových systémů a k lepšímu pochopení jejich chování. Dalším příkladem využití je experiment s kvantovým počítačem, který později provedl John Martinis. Použil elektrický obvod s kvantovanými stavy jako nosič informace, tzv. kvantové bity (qubity). Základní energetický stav a první excitovaný stav zde představovaly logickou nulu a jedničku. Supravodivé obvody jsou dnes jednou z nejperspektivnějších technologií, které se zkoumají při vývoji budoucích kvantových počítačů.

Letošní laureáti tak přispěli nejen k praktickému využití ve fyzikálních laboratořích, ale i k hlubšímu teoretickému pochopení našeho světa.

Studenti VŠCHT jsou s teoretickými základy kvantově mechanického jevu (pro malé částice) seznamováni ve dvou předmětech již na bakalářské úrovni – Fyzika II a Fyzika B. Tato partie je klasickou součástí běžných úvodů do kvantové mechaniky. Studenti se s jevem setkají nejen teoreticky na přednáškách v těchto předmětech zpravidla v 6. až 7. týdnu semestru, jsou ale také schopni řešit i odpovídající úlohy. Tyto předměty absolvuje více než 100 našich bakalářských studentů ročně.

<https://www.vscht.cz/novinky/112515>