

Nobelova cena za fyziku pro rok 2012

Zatímco Nobelova cena za fyziku (NCF) byla v roce 2011 udělena za objevy z makrokosmu třem kosmofyzikům *S. Perlmutterovi*, *B. P. Schmidtovi* a *A. G. Riessovi* za objev zrychlujícího se rozpínání vesmíru, tedy za studia v megaprostorech [1], Nobelova cena za fyziku pro rok 2012 byla udělena za studia zákonitostí v oboru nanometrů, tedy v oblasti délkových rozměrů kvantové fyziky (mechaniky). Laureáty NCF se stali francouzský fyzik *Serge Haroche* a *David J. Wineland* z USA.

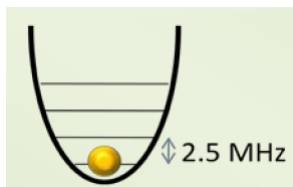
Předmětem NCF pro rok 2012 byly, podle komise pro udělování NC, práce v oboru kvantové fyziky vyjádřené komisi slovy: „NCF za základní a výrazné experimentální metody umožňující měření a manipulaci s jednotlivými kvantovými systavy“. Tyto práce jsou založené na kvantové fyzice, objevené v první polovině 20. století *W. Heisenbergem* (NC 1932), *E. Schrödingerem* a *P. Diracem* (NC 1933). Od té doby prodělala kvantová fyzika velký pokrok a stala se základní teoretickou disciplínou k popisu atomů, molekul a jejich soustav. Přesto se stále objevují nové experimentální skutečnosti, které vyžadují zpracování kvantovou mechanikou.

NCF pro rok 2012 byla udělena za aplikace kvantové fyziky na procesy měření a ovlivňování kvantových částic a záření. Po dlouhou dobu byla ověřovaná kvantová fyzika více myšlenkovými pokusy než experimentem. Teprve v posledních desetiletích se začaly objevovat experimenty a měření prokazující přímo platnost kvantových představ. Dlouhodobě byla nepřístupná experimentálnímu zobrazení a přímému měření vlnová funkce. Využitím atomové silové mikroskopie (ATM) a Fourierovy transformace takto získaného obrazu bylo vytvořeno přímé zobrazení vlnové funkce na površích kovů. Začaly se

tvorit elektronové a fotonové pasti a bylo dosaženo super nízkých teplot, což je chápáno jako projev kvantové fyziky, a objevuje se řada nových jevů založených na kvantové fyzice. Je zásluhou právě nobelistů pro rok 2012, že se počet experimentálních důkazů kvantové mechaniky rozšířil.

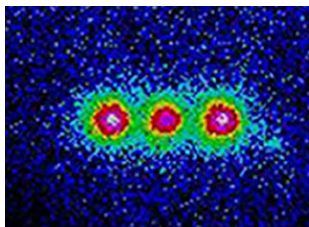
Nezávislé výzkumy obou laureátů NCF přinesly experimenty umožňující izolaci jednotlivých částic atomů, iontů, elektronů a fotonů, přinesly objasnění paradoxů kvantové mechaniky jako je Schrödingerova kočka a připravily tak základy pro superrychlé počítače a zatím nepřesnější optické hodiny.

Jedním z prvních kroků pro pokusy s kvantovými částicemi jako jsou ionty, atomy, elektrony či fotony je jejich izolace v odděleném uzavřeném prostoru (jámě, prohlubni) a zamezení jejich interakci s okolím. Pro hmotné kvantové částice je to kvadratická (parabolická) prohlubeň, kde částice vytvářejí kvantový harmonický oscilátor (obr. 1). V této kvadratické pasti může částice setrvávat na každé z hladin při nízké teplotě neomezenou dobu.



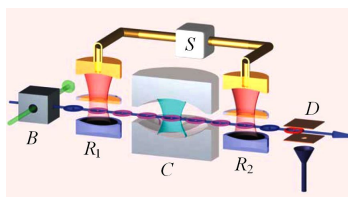
Obr. 1

Manipulaci s takto zachycenou kvantovou částicí na základní energetické hladině lze provádět vnějším působením. Jednu možnost představuje interakce částice v pasti s laserovým pulzem. Tento děj lze pozorovat přímo okem nebo zachytit CCD kamerou. Takto byl získán obr. 2, na němž jsou zachyceny tři ionty beryllia Be^+ ozářené paprskem ultrafialového laserového záření.



Obr. 2

Zatímco Wineland věnoval pozornost interakcím iontů v pasti s vnějšími fotony, Haroche obrátil pozornost na interakci fotonů uzavřených v rezonanční dutině s ionty vpravenými do dutiny. Hlavní částí jeho aparatury (obr. 3) je rezonanční dutina C vytvořená dvěma polokulovými zrcadly ze supravodivého materiálu (Nb) a chlazená na nízkou teplotu 0,8 K. Vysoká kvalita rezonanční dutiny způsobuje poměrně dlouhou dobu (130 ms) existence fotonů v rezonanční dutině a ovlivňování fotonu vnějšími vlivy atomů či iontů. Za tuto dobu proběhne foton dráhu $4 \cdot 10^7$ m než zanikne.



Obr. 3

Zářivé pole v dutině je pak zjišťováno atomy excitovanými do vysokého hlavního a vedlejšího kvantového čísla (tzv. *Rydbergovy atomy*), které jsou velmi citlivé na okolní elektrická a magnetická pole. Elektronová vlnová funkce může být u těchto atomů aproximována klasickým pohybem elektronu po kružnici.

Při experimentech byly použity atomy rubidia Rb v kvantovém stavu o kvantových číslech $n = 50$, $l = 49$, které mají

poloměr 125 nm. Přejít ze stavu $n = 50$ na $n = 51$ má stejnou energii jako infračervené záření v dutině o frekvenci 51 GHz. Dutiny R1 a R2 slouží k vyhodnocování interference záření obou energetických stavů. Ionizačním detektorem D se určuje stav atomu působícího na foton v dutině. Koherentní záření je přivedené vlnovody do dutiny S a zde interferuje. Při interakci s atomy se mění fáze pole rezonujícího v dutině a z této změny fáze lze v principu určit stav a polohu atomu prolétávajícího rezonanční dutinou.

Ústřední otázkou kvantové fyziky zůstává otázka přechodu z „kvantového světa“ do světa běžného, pro nás reálného. K tomu vytvořil v roce 1935 Schrödinger myšlenkový pokus nazývaný Schrödingeryův paradox kočky (viz např. [2]). Wineland a Haroche nahradili paradox kočky kvantovým oscilátorem s atomem nebo iontem a vnějším působením laserem (Wineland) nebo dutinou s vlněním a vnějším působením atomem či iontem (Haroche). Dva stavy kočky jsou nahrazené kvantovými systémy.

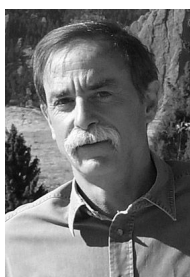
Na základě pokusů Winelanda a Haroche byl podán návrh na konstrukci superychlých kvantových počítačů a přesnějších optických atomových hodin, než jsou současné hodinové cesiové, využívající mikrovlnové záření. Přejít na světelné či ultrafialové záření se zvýší přesnost atomových hodin až o dva řády, tj. na hodnotu 10^{-17} a mohou se stát novým časovým normálem. Podrobnější informace je možné získat v [2].

Životopisné údaje nositelů Nobelovy ceny za rok 2012

Serge Haroche je francouzským občanem. Narodil se v roce 1944 v Casablance v Maroku. Doktorát PhD získal v roce 1971 na Univerzitě Pierra a Marie Curiových v Paříži. V současné době působí jako profesor na *Collège de France* a *École Normale Supérieure* v Paříži.



S. Haroche



D. J. Wineland

David J. Wineland je občanem USA. Narodil se v roce 1944 v Milwaukee. Doktorát PhD získal v roce 1970 na prestižní Harvardské univerzitě. V současné době pracuje jako vedoucí skupiny v *National Institute of Standards and Technology* (NIST) a na *University of Colorado v Boulderu*.

Literatura

- [1] *Sodomka, L.*: Nobelovy ceny za fyziku pro rok 2011. MFI 21 (2011), č. 4, s. 253.
- [2] http://cs.wikipedia.org/wiki/Schrödingerova_kočka
- [3] http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/2012/

Lubomír Sodomka
Adhesiv, TUL Liberec

Ceny PRAEMIUM BOHEMIAE 2012 studentům



Slavnost udílení prestižních cen PRAEMIUM BOHEMIAE 2012 se tradičně konala na zámku Sychrov 4. prosince, tentokrát v den 88. výročí narození zřizovatele, mecenáše a filantropa Bohuslava Jana Horáčka. Za 12 ročníků této ojedinělé akce na podporu středoškolských studentů, talentů na přírodní vědy, *Nadace B. Jana Horáčka Českému ráji* udělila již 258 nadačních cen v celkové výši 4 miliony 300 tisíc Kč. Ceny studenti získávají za vynikající, medailové, úspěchy na mezinárodních (de facto světových) přírodovědných olympiádách: ve fyzice, chemii, biologii, matematice, informatice a od roku 2012 rovněž na olympiádě v astronomii a astrofyzice. Cen sice bylo od roku 2001 uděleno již 258, avšak oceněných studentů za 12 ročníků je jen 174. To proto, že mnohým nadaným a pilným studentům se podařilo nadační cenu získat opakovaně, protože na mezinárodní olympiádě byli úspěšní v různých letech a nebo dokonce v témže roce, když uspěli na dvou různých olympiádách (pak je nadační cena dvojí). Za rok 2012 jsou dvojité ceny tři: získali je studenti Stanislav Fořt, Jakub Vošmera a Martin Raszyk za medaile na mezinárodní astronomické a astrofyzikální olympiádě v Brazílii a současně za medaile na Mezinárodní fyzikální olympiádě v Estonsku. Roku 2012 cenu PRAEMIUM BOHEMIAE získal již po páté, chemik Ondřej Hák, absolvent gymnázia a SOŠ v Hořicích v Podkrkonoší, nyní student University of Cambridge, z toho 2 ceny za 2 zlaté medaile na světové soutěži v chemii (IChO). Celkem čtyřnásobně úspěšný byl i roku 2012 oceněný chemik František Petrouš, absolvent Gymnázia v Českých Budějovicích, Jírovцова ul., student VŠChT v Praze, z toho 3 ceny za 3 zlaté medaile na IChO.

Ve 12. ročníku PRAEMIUM BOHEMIAE bylo oceněných studentů 23 (z toho 4 dívky, biologky) a udělených nadačních cen 26. Z toho počtu je 23 cen řádných, udělených takto: 3 ceny za získání zlaté me-