

Нобеловата награда за физика за 2012 г.

Христо Димитров

Серж Арош (Serge Haroche) е френски физик, роден през 1944 г. Докторат защитава през 1971 г. в Университета „Пиер и Мария Кюри“, Париж. От 1975 г. е професор в различни френски университети. От 2001 г. Арош ръководи катедра Квантова физика в Колеж дьо Франс. Първоначално работи в областта на атомната физика и квантовата оптика. В края на 60-те години на XX в. разработва нови методи за лазерна спектроскопия. Постепенно се ориентира към изучаване на възможностите за използване на възбудени атоми за изследване на взаимодействието на светлината с веществото.

Дейвид Дж. Уайнленд (David J. Wineland) е американски физик, роден през 1944 г. През 1965 г. се дипломира в Университета на Калифорния, Бъркли, а докторска степен получава през 1970 г. в Харвард. От 1975 г. работи в Националното бюро за стандарти и технология. Ръководи групата, занимаваща се с охлаждане на захванати в уловка йони и изучаваща възможностите за използването им в бъдещите квантови компютри. Работи също така във физическия факултет на Университета на Колорадо, Боулдър.

Квантовата механика възниква през 20-

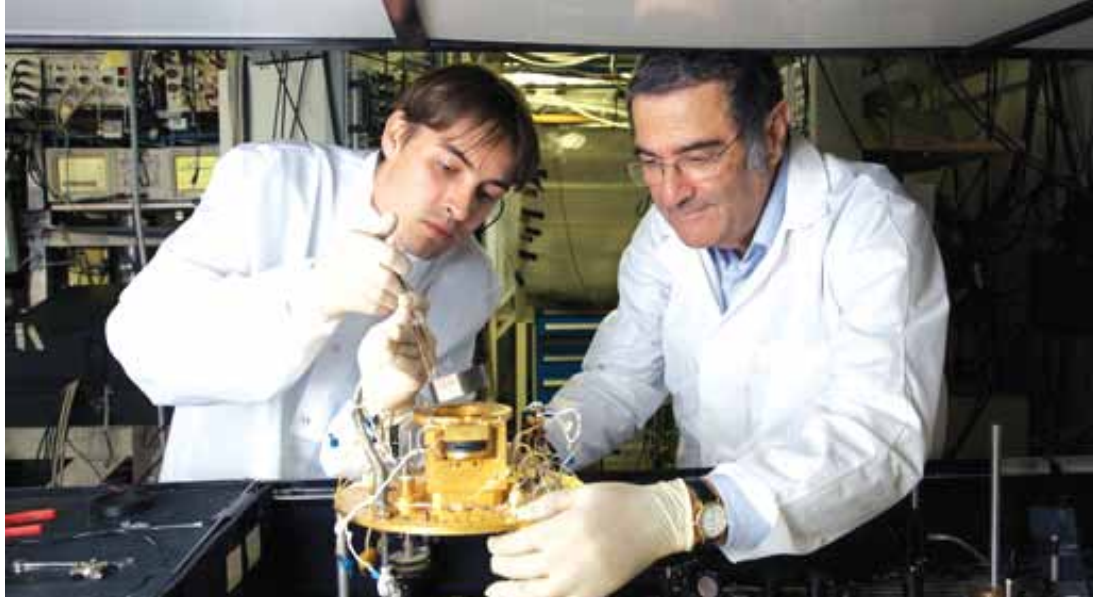
На 9 октомври 2012 г. Нобеловият комитет при Шведската кралска академия на науките съобщи, че Нобеловата награда за физика – 2012 г., се присъжда съвместно на Серж Арош и Дейвид Дж. Уайнленд „за основополагащи експериментални методи, които дават възможност да се измерват и управляват отделни квантови системи“.

те години на миналия век при изучаване на явления в микросвета, в които участват ансамбли с огромен¹ брой частици (най-общо казано явления, наблюдавани при разпространението на светлината и при взаимодействието ѝ с веществото). Тази исторически възникнала особеност на кван-

товата механика е осъзнавана от нейните създатели. Както пише един от тях, Нобеловият лауреат Вернер Хайзенберг (Werner Karl Heisenberg): „Ние никога не експериментираме с един електрон или атом, или (малка) молекула. В мисловните експерименти понякога предполагаме, че правим това, но то неизбежно влече след себе си абсурдни последици...“.

Самите закони на квантовата физика обаче описват поведението на **индивидуалните** съставни частици на веществото (атоми, молекули, йони, електрони) и на светлината – фотони. Затова не е учудващо, че представите, създадени от квантовата механика за микросвета, влизат в противоречие с класическите представи, изградени въз основа на изследване на заобикалящия ни макросвят (оказва се например, че не е възможно да измерим едновременно, при това с произволно голяма точност, и положение-

¹ Когато се отнася до брой, във физиката определението „огромен“ обикновено означава число от порядъка на числото на Авогадро, т.е. 1023.



Серж Арош (вдясно) и неговият асистент Игор Доценко (вляво) по време на работа в лабораторията

то, и скоростта на една частица; че стойностите на енергията на взаимодействие на един електрон с ядрото от обвивката на даден атом и с останалите електрони в атома не запълват никакъв непрекъснат числов интервал, а представляват дискретен набор от числа, и т.н.).

Прякото изследване на отделни квантови обекти се затруднява извънредно много от факта, че поради силното им взаимодействие с околната среда техните квантови състояния много бързо и лесно се променят. Развитието на технологиите през последните десетилетия обаче внесе обрат и в тази

област – появи се възможност за изследване и управление на поведението на **отделни** квантови обекти, без това да ги разрушава. Тази възможност позволява на учените да заменят с реални множеството мисловни експерименти, използвани десетилетия наред за решаване на проблемите и парадоксите, свързани с основите на квантовата механика.

Двамата носители на Нобеловата награда по физика за 2012 г. работят в областта на квантовата оптика, като техните основополагащи приноси са в изучаването на взаимодействието на светлината с веще-



Дейвид Уайнленд в неговата лаборатория настройва ултравиолетов лазерен лъч, който се използва за управление на апарат с висок вакуум, съдържащ йонна уловка. Тези уреди се използват за демонстриране на основните операции, необходими за действието на един квантов компютър

ството. „Отделните квантови системи“, за които се говори в съобщението на Нобеловия комитет, са фотони и йони. При това учените, независимо един от друг, разработват две взаимно допълващи се експериментални методики: докато единият – Уайнленд, изследва отделни частици на веществото с помощта на фотони, другият – Арош, изследва отделни фотони с помощта на частици на веществото.

В експериментите, извършвани от Уайнленд и сътрудниците му, се изучава поведението на йон, охладен и захванат в уловка, в която при свръхниски температури се поддържа висок вакуум, а йонът се удържа в уловката с помощта на комбинация от статични и променливи електрични полета. Чрез подходящи лазерни импулси йонът може да се постави в различни състояния, включително например и в състояние на квантова суперпозиция от две състояния с различни енергии. Впоследствие тази суперпозиция е възможно да се изучава чрез наблюдаване на оптичните преходи, които се извършват след възбуждането с лазера.

От своя страна, в експериментите си Арош използва фотони от микровълновия диапазон. За да осигури на един такъв фотон живот, достатъчно дълъг за изучаването му, Арош го „плениява“ във вакуумирана камера между две свръхпроводящи огледала. Тези огледала отразяват светлината толкова добре, че преди да бъде погълнат, фотонът „снове“ между тях за време от порядъка на десета част от секундата, изминавайки път, съпоставим по дължина с дължината на Екватора. Между огледалата, един по един и с контролирана скорост се насочват атоми, предварително възбудени до състояния с голямо главно квантово число (т.нар. Ридбергови атоми). Техните размери са например 1000 пъти по-големи от размерите им в основно състояние. Атомите взаимодействат с фотона, без да го разрушават, като това взаимодействие предизвиква промени в тяхната вълнова функция. Затова, след като атомите напуснат камерата, чрез регистриране на въпросните промени може да се съди за състоянието на фотона.

Постиженията на Уайнленд и Арош имат

значение не само за да се изяснят проблемите, свързани с основите на квантовата механика. Погледнато в перспектива, те може да се окажат решаващи за постигане на нови, революционизиращи проби в областта на технологиите.

Една такава перспектива е възможността за създаване на квантови компютри, които по своите възможности (най-вече бързодействие) далече биха надминали днешните. В класическите компютри най-малката единица за информация – битът, се свежда до избор между две възможности, например между 0 и 1. И ако за регистриране на тази информация се използва транзистор, то на 0 може да съответства, да речем, неговото запушено, а на 1 – неговото отпуснато състояние. В един квантов компютър обаче основната единица информация, квантовият бит, кюбитът, е възможно да бъде едновременно в двете състояния – и 0, и 1, при това в различно съотношение. Ако кюбитът се реализира чрез отделен атом, тези състояния може да се различават по своята енергия (например пониското – 0, по-високото – 1), а ако се реализира чрез фотон – по неговата поляризация. Засага учените успяват да управляват контролирано системи от стотина кюбита, което потвърждава принципно възможността за построяване на квантов компютър. На тази основа например Уайнленд и сътрудниците му са реализирали системи, които осъществяват някои от елементарните логически операции. По пътя към голямата цел обаче стоят значителни трудности, които произтичат преди всичко от две на пръв поглед взаимно изключващи се изисквания: всеки кюбит трябва да бъде достатъчно добре изолиран от околната среда, за да не се разруши, но същевременно околната среда трябва да има възможност да извлича от него информация за състоянието му. Съществуват предположения, че квантовите компютри ще станат реалност още до края на този век, но е трудно да се каже дали те са оптимистични или песимистични. Във всеки случай се смята, че промените в живота ни, които биха настъпили в ерата на квантовите компютри, няма да бъдат по-малки от тези, които ни донесоха днешните компютри.

Друго, не толкова революционно, но далеч по-осъществимо в близкото бъдеще приложение на контролираните квантови системи, са оптичните часовници. Названието оптични часовници се дължи на факта, че докато съвременните стандарти за време – атомните цезиеви часовници, работят в микровълновия диапазон, построените от Уайнленд часовници използват захванати в уловка йони и работят в диапазона на оптичните честоти. Тяхната точност е на порядъци по-голяма точност от цезиевите часовници: ако такъв оптичен часовник е задействан по времето на Големия взрив, днес, почти 14 милиарда години по-късно, откло-

нението му от истинското време няма да надминава 5 секунди! Тази точност позволява да се регистрират такива ефекти на Айнщайновата обща теория на относителността като зависимостта на хода на времето от скоростта на движение на часовника и от интензитета на гравитационното поле в мястото, където се намира той. Така например днес чрез оптичен часовник може да се регистрира скорост, по-малка от 10 м/с, и разлика във височините от само 30 см (тъй като земното ускорение зависи от надморската височина)! Всичко това подсказва, че в недалечното бъдеще предстои и смяна на стандарта за време. ■

ЛЮБОПИТНО

Повечето от морските обитатели все още са неизвестни

Океаните и моретата на нашата планета се обитават от големи количества най-разнообразни растителни и животински видове. Ние не можем обаче дори да си представим, колко много са все още непознатите и неизучени обитатели на водните дълбини! Откриването на все нови и нови, непознати на науката биологични видове в моретата и океаните продължава интензивно. В тази изследователска дейност решаващ принос има използването на новоизобретявани и усъвършенствани уреди за успешна подводна работа – обитаеми или необитаеми подводни апарати, акваланги, фотографски устройства и други технически средства, които разширяват възможностите за научно дирене.

През ноември 2012 г. специализираното научно списание *Current Biology* съобщи резултатите от едно проучване на голям международен колектив за това, колко са останалите извън ползването на науката непознати растителни и животински видове, обитаващи хидросферата на Земята. В проведеното изследване са взели участие 270 специалисти от общо 32 страни. Работата на многолюдния екип е започнала със съставянето на общ регистър на всички познати досега морски биологични видове, като от списъка са били изключени едноклетъчните организми. Оказало се, че списъкът включва около 400 хил. вида животни и растения. Този брой е трябвало обаче да се намали с 40 % за сметка на синонимите. Така се стигнало

до числото 226 хил., отговарящо на познатите днес морски биологични видове.

Въз основа на ежегодно откривания брой морски биологични видове и с помощта на подходящ математически модел специалистите стигат до извода, че броят на още неоткритите растителни и животински морски видове е между 704 и 972 хил. представителя. Като се вземе предвид, че всяка година се откриват около 2 хил. нови биологични вида, обитаващи морските и океанските дълбини, се предполага, че през следващите 50 години учените ще опишат към 100 хиляди все още непознати морски обитатели. Пак въз основа на приблизителни пресмятания се стига до извода, че към края на столетието броят на познатите обитатели на хидросферата ще стигне до 95 %.

Получените от международния екип данни разкриват изключителни перспективи пред науката, медицината, хранителната промишленост и редица други области. Достатъчно е да напомним, че морските обитатели съдържат десетки биологичноактивни вещества, чиито свойства са още непознати. Някои от тези вещества биха могли да намерят практическо приложение като лекарствени средства. Да не говорим за перспективите за изхранването на човечеството, което чака стъпка по стъпка своето решение.

По Scinexx.de