



СЪЮЗ
НА ФИЗИЦИТЕ
В БЪЛГАРИЯ

3/4'16

СВЕТЪТ
СВЕТЪТ
СВЕТЪТ
СВЕТЪТ

НА

ФИЗИКАТА

С В Е Т Ъ Т Н А Ф И З И К А Т А

ТОМ XXXIX, кн. 3-4, 2016 г.

Издание на Съюза на физиците в България

<http://phys.uni-sofia.bg/upb/>

РЕДАКЦИОННА КОЛЕГИЯ

ГЛАВЕН РЕДАКТОР

Сашка Александрова

ЗАМЕСТНИК-ГЛАВЕН РЕДАКТОР

Ана Георгиева

ОТГОВОРЕН СЕКРЕТАР

Пенка Лазарова

ЧЛЕНОВЕ

Никола Балабанов

Мариана Кънева

Радостина Камбурова

Лилия Атанасова

EDITORIAL STAFF

EDITOR-IN-CHIEF

Sashka Alexandrova

VICE EDITOR-IN-CHIEF

Ana Georgieva

EXECUTIVE SECRETARY

Penka Lazarova

MEMBERS

Nicola Balabanov

Mariana Kuneva

Radostina Kamburova

Liliya Atanasova

ВОДЕЩ БРОЯ: **Сашка Александрова**

Volume Editor: **Sashka Alexandrova**

АДРЕС НА РЕДАКЦИЯТА:

1164 София,

Бул. „Джеймс Баучер“ No 5

EDITORIAL OFFICE ADDRESS:

5, James Bouchier Blvd,

1164 Sofia

☎ 02 862 76 60

E-mail: worldofphysics@abv.bg

Предпечатна подготовка: Л. Атанасова

ISSN: 0861-4210

РЕДАКЦИОННО

Модерната физика, както е прието да се наричат физичните теории, възникнали в началото на XX в., започва с работите на Макс Планк и Алберт Айнщайн. За физиците това е фаза на развитие, свързана с определяне на границите на приложимост на класическата физика, но и фаза на осмисляне и приемане на новите идеи. Широката публика се опиянява от странните описания на времето и пространството и на още по-странните закони, които управляват микросвета. Светът изведнъж започва да изглежда тайнствен и непредсказуем. Често е такъв и за физиците. Но както често се казва, някои неща са толкова сериозни, че за тях може да се говори само на шега. Ето някои крилати фрази на големите учени, участвали във формирането и интерпретацията на тези революционни идеи. Нилс Бор в разговор с Хайзенберг казва „Този, който не е шокиран от квантовата теория, не я е разбрал“, а Ричард Файнман „Мисля, че спокойно мога да кажа, че никой не разбира квантовата механика“, Волфганг Паули – за неутриното – „Направих ужасно нещо, постулирах частица, която не може да бъде открита“. Представителят на Нобеловия комитет проф. Торс Ханс Хансон (*Thors Hans Hansson*) при обявяването на Нобеловата награда по физика за 2016 г., илюстрира топологичните идеи в шеговит тон като използва поничка, геврек и кифла осморка.



Може би най-интересно е обобщението на Айнщайн, че „Човек има впечатлението, че съвременната физика се основава на предположения, които някак приличат на усмивката на котка, която въобще не съществува“.

НОБЕЛОВАТА НАГРАДА ПО ФИЗИКА ЗА 2016 Г.

Сашка Александрова

Нобеловите награди по физика от последните години предизвикваха интерес не само сред научната общност, но и сред по-широка публика, която е далеч от проблемите на физиката. Един такъв пример е откриването на Хигс-бозона (Нобелова награда за 2013 г.), която популярните медии възвеличаха като „частицата на Бога“, или на двумерния материал графен (Нобелова награда за 2010 г.).

Нобеловата награда по физика за 2016 г. бе присъдена за открития в много по-загадъчна област, както гласи мотивировката на Нобеловия комитет – „за теоретични открития на топологични фазови преходи и топологични фази на материята“. Доколкото топологията е раздел от математиката, то очевидно тесният съюз на абстрактната математика и експерименталната физика е довел до изненадващи открития, достойни за най-висшата научна награда – Нобеловата премия.

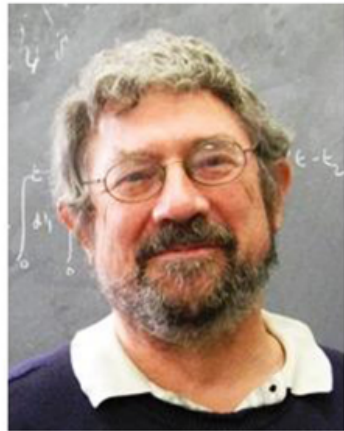
Наградата се разделя наполовина между Дейвид Таулес (*David Thouless*) от Университета във Вашингтон, Сиатъл, заедно с Дънкан Холдейн (*Duncan Haldane*) от Университета в Принстън, Ню Джърси, и Майкъл Костерлиц (*Michael Kosterlitz*) от Университета Браун, Роуд Айлънд. И тримата се определят като британски физици, но работещи в САЩ.



David J. Thouless



Duncan M. Haldane



J. Michael Kosterlitz

Носителите на Нобеловата награда за 2016 г.

Най-често Нобеловата награда се дава на учени, направили своите открития преди много години, като резултатите им са довели до значителни

приложения. Наградата не се дава посмъртно. Ако не беше така, щеше да има и още един претендент – Вадим Березинский (1935 – 1980).



Вадим Березинский

1935-1980

Своите работи той е публикувал преди Костерлиц и Таулес (статииите му могат да се намерят на сайта на Института по теоретична физика Л. Д. Ландау) и неговото име също се споменава в материалите на Нобеловия комитет. Както се е шегувал именитият руски физик Виталий Гинзбург по повод собствената си Нобелова премия, на която е станал лауреат на 87 годишна възраст, главната му заслуга е в това, че е доживял да я получи.

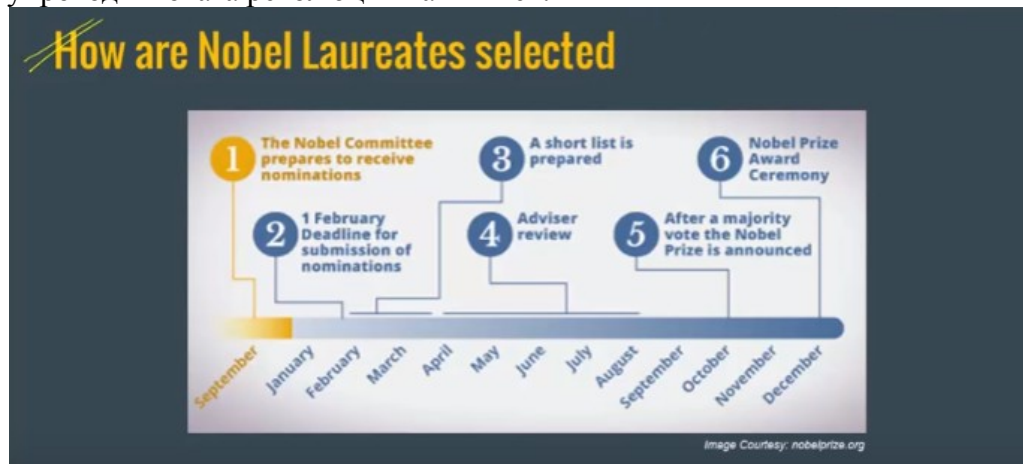
Преди обявяването на наградите от Нобеловия комитет, сред учените от цял свят имаше сериозни очаквания наградата да бъде дадена за откриването на гравитационните вълни – последният, все още недоказан извод от Общата теория на относителността на Айнщайн. Причините биха могли да бъдат няколко. Гравитационните вълни са детектирани чрез експериментите на *LIGO* (*Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory* – Лазерна интерферометрична обсерватория за гравитационни вълни). За *LIGO* работят голям брой учени – над 1000. Нобеловата награда може да се даде на не повече от трима учени и тогава възниква въпросът: „на кои трима?“.

Претенденти могат да бъдат тримата основатели на проекта – Райнер Вайс (*Rainer Weiss*), Кип Торн (*Kip Thorne*) и Роналд Древър (*Ronald Drever*). Често се споменава и бившият директор на *LIGO* Бари Бариш (*Barry Barish*), при когото започват експериментите. От друга страна, макар *LIGO* да е изключителна апаратура, Нобеловата награда не се дава за инструмент, докато с него не се направят сериозни открития, които да променят разбиранията ни за физиката или Вселената. Отбелязва се и малко закъснялото обявяване на откриването на гравитационните вълни – 11.02.2016 г., а номинации се приемат до края на януари на съответната година. Как действа Нобеловият комитет по дати е показано на Фигура 1.

Очаква се обаче с експерименти с *LIGO* да бъдат направени и други открития, заслужаващи Нобеловата награда.

Независимо от това остава въпросът: защо „за топологичните фази на материята?“ Наградата е в областта на физиката на кондензираната материя. Открито е напълно неочаквано поведение на кондензирани материали, дадено е математическо обяснение (в областта на топологията) на странните им свойства. Откритията проправят пътя за проектиране на нови материали и изкуствени структури с неочаквани нови свойства. Появява се нов дял от

науката с огромен приложен потенциал. Може да се направи аналогия с полупроводниковата революция на XX век.



Фигура 1. Процедура по избиране на Нобеловите лауреати

Заслугата на учените, които получиха Нобеловата награда по физика за 2016 г., се състои в това, че те показаха теоретично, че процесите на свръхпроводимост или свръхфлуидност могат да се наблюдават в „плоския свят“ – много тънки слоеве, които могат да се разглеждат като двумерни структури, за разлика от привычния ни тримерен свят, в който всичко е с три измерения – ширина, дължина и височина. На прага сме на вълнуваща нова наука с напълно непредвидими приложения. Ситуацията започва да напомня начало-то на XX век и развитието на модерната физика.

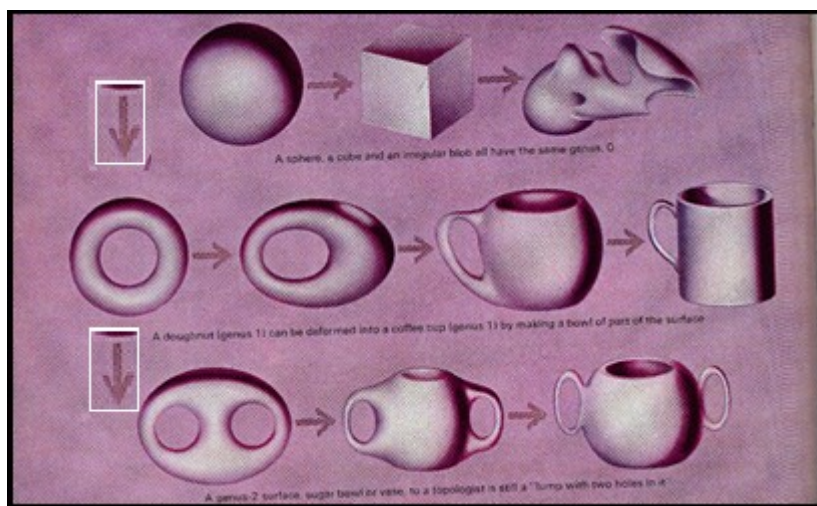
Работите, за които се дава наградата, са публикувани през 70-те години на XX век. Експерименталните потвърждения идват значително по-късно. Често оценяването на нови идеи и концепции и нови начини на мислене изисква време.

Интересно е, че Нобеловата награда е за обяснение на ефект, за който вече е дадена Нобелова награда – квантовият ефект на Хол.

Тримата носители обясняват поведението на екзотичните фази или състояния на материята чрез математическата концепция на топологията, която описва свойства, оставащи непроменени, ако даден обект се деформира, но не се разкъсва. Казано по друг начин, те показват как на базата на топологични понятия могат се конструират нови форми на материята.

Можем да кажем, че топологията е изследване на пространства. Докато геометрията борави с понятия като дължини, ъгли и размери, топологията вижда само формата на пространството и неговите качествени характеристики. Ето защо топологията понякога се нарича „геометрия на гумения лист“. Понастоящем се нарича алгебрична топология.

Една илюстрация на идеята е дадена на Фигура 2. От топологична гледна точка телата от всеки ред на фигурата са от една и съща категория. Тогава говорим за топологичен инвариант. На Фигура 2 това е броят отвори на обектите от съответния ред – 0, 1 и 2. Една илюстрация са телата от втория ред – „геврек“ и „чаша с дръжка“. От гледна точка на топологията тези обекти не се отличават един от друг, тъй като имат едно отворстие и следователно могат да се „деформират“ преминавайки един в друг, без да се променя броят отвори. „Гевректът“ обаче не може да се трансформира в „топка“.



Фигура 2. Топологичен инвариант – брой отвори

Може да има и топологични фазови преходи между две топологично различни фази. Илюстрация на топологичен фазов преход е дадена на Фигура 2 с вертикалните стрелки за преход между обектите от различните редове с различен брой отвори.

Нобеловите лауреати показват, че двумерни системи като тънки флуидни слоеве или еднослойни материали могат да проявяват изненадващи ефекти, като например пренос на флуид без вътрешно триене или неконвенционални електрически свойства; едномерните системи могат също да показват странни свойства. За да обяснят тези явления, изследователите използват понятия като вихри, изкривени повърхности и други „топологични“ обекти, чиито свойства са стабилни и независещи от конкретния материал. Така например Таулес показва, че квантовият Хол-ефект е също топологично явление. Промените в свойствата на двумерната система не биха могли да се извършват гладко, което би било математически подобно на „деформирането“ на топологична система, а трябва да се появяват на отделни стъпала, т.е. като фазови преходи.

Можем да кажем, че при Нобеловите награди за 2016 г. съюзът между физика и математика отново показа своята сила. Много философи, физици и математици подчертават удивителната способност на математиката да опише природата. В известна своя статия Нобеловият лауреат Юджийн Уигнър нарича това „неразумната ефективност на математиката“. Той споделя идеята, често поддържана от учените, че математическите понятия имат приложимост далеч извън контекста, в който са били първоначално разработени. Въз основа на своя опит той казва: „важно е да се отбележи, че математическата формулировка на често „сурови“ физични експерименти води в необичайно голям брой случаи до невероятно точно описание на голям клас явления“.

По-подробно за Нобеловата награда по физика за 2016 г. ще прочетете в следващия брой на „Светът на физиката“.

Литература

https://www.nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/2016/

<https://physics.aps.org/articles/v9/116>

T. V. Ramakrishnan, Current Science, **111**, 8, 1293, 2016

E. Wigner „The Unreasonable Effectiveness of Mathematics in the Natural Sciences,“ in Communications in Pure and Applied Mathematics, **13**, 1 (February 1960). New York: John Wiley & Sons, Inc.

NOBEL PRIZE IN PHYSICS 2016

Sashka Alexandrova

The Nobel Prize in Physics 2016 was awarded „for theoretical discoveries of *topological phase transitions and topological phases of matter*“. The laureates have used advanced mathematical methods to study unusual phases of matter, such as superconductors, superfluids or thin magnetic films and phase transitions as well. The hunt is now on for new and exotic phases of matter which will trace the road to future applications in both materials science and electronics.

ПОСЕТЕТЕ НАШИЯ САЙТ

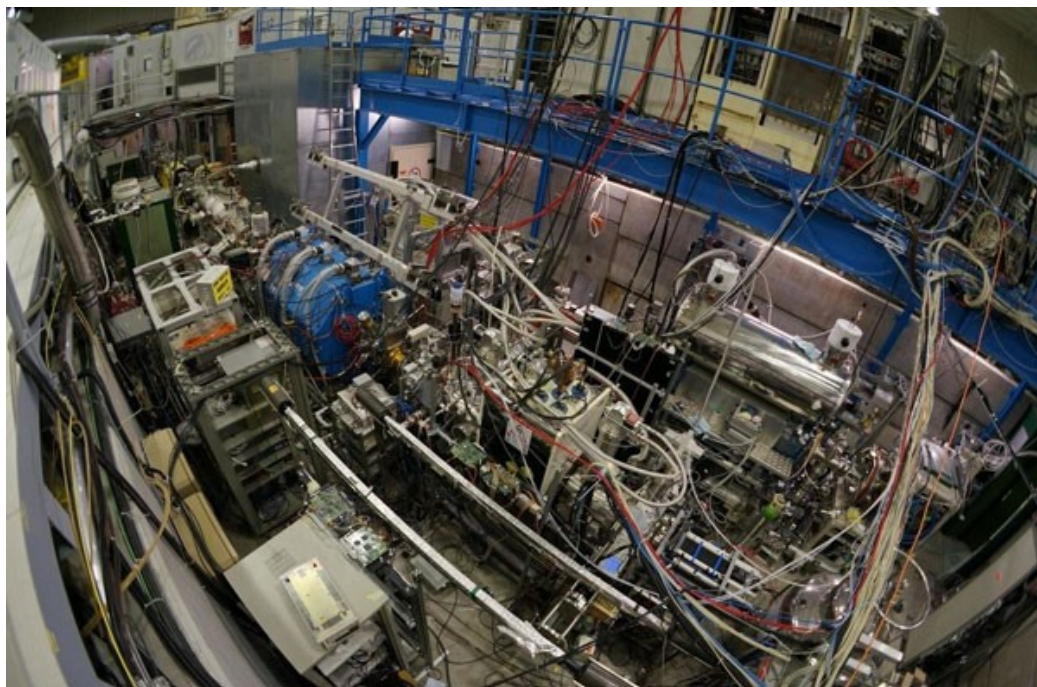
wop.phys.uni-sofia.bg

СНИМКИТЕ И ФИГУРИТЕ СА ЦВЕТНИ В ОНЛАЙН
ВЕРСИЯТА НА СПИСАНИЕТО

ЛИНИЯТА ЗА ПРОИЗВОДСТВО НА АНТИВОДОРОД В ДЕЙСТВИЕ ПРИ ЕКСПЕРИМЕНТА ASACUSA В ЦЕРН

Игорь Иванов

Една от групите, изучаваща експериментално в ЦЕРН фундаменталните симетрии между материя и антиматерия, *ASACUSA* (*Atomic Spectroscopy And Collisions Using Slow Antiprotons*) [1], съобщава, че в резултат на десетилетия разработки и техническа подготовка тяхната установка е започнала да произвежда антиводород. Главната цел на този експеримент е да измери експериментално свойството на антиводорода, наречено „свърхфино разцепване“, да го сравни с добре известните резултати за водорода и по този начин да се опита да определи различията между техните енергетични нива. Ако резултатът е положителен, ще има радикални последици за съвременната физика на микросвета.



Фигура 1. Общ вид на установката ASACUSA в ЦЕРН, предназначена за получаване на антиводород (източник: *cds.cern.ch*)

Защо да изучаваме антиводорода?

В началото на 2014 г. в списание *Nature Communications* беше публикувана статия, съобщаваща за успешния синтез на антиводород в експеримента

ASACUSA (Фигура 1) – един от експериментите в ЦЕРН, занимаващ се с изучаването на антивеществото. Най-общо казано, само по себе си получаването на антиводорода отдавна вече не е новост. Това се вижда от краткия преглед на историята на изучаването на антивеществото в следващия раздел на тази публикация, а също така и от тематичната страница на сайта на ЦЕРН. Обаче експериментът ASACUSA си поставя цели, недостъпни за другите експерименти. В него физиците възнамеряват да проведат, освен другите, и много точни спектроскопични измервания на антиводорода и да сравнят резултатите с тези на водорода. В случай, че се открият различия между енергетичните нива на водорода и антиводорода, това ще бъде революционен резултат за физиците теоретици.

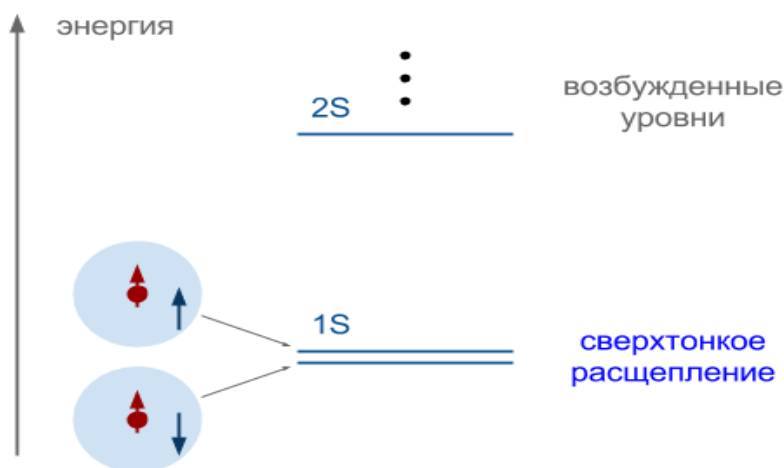
Като начало, трябва да се обясни защо изследванията в областта на прилично скучната атомна физика може да имат толкова значителни последиствия при разбирането на устройството на микросвета. Работата е там, че във физиката съществува едно много важно твърдение, което в много опростен вид звучи така: Всички съществени свойства на частиците и античастиците трябва да съвпадат. При частиците и античастиците могат малко да се различават ъгловите разпределения или други величини в разпадите и сблъсъците, но интегралните им характеристики трябва да са еднакви. В квантовата теория това правило носи името *CPT*-симетрия [2] и практически всички теории за взаимодействието на частиците – били те от Стандартния модел [3] или многочислените варианти на новата физика [4] – в действителност притежават тази симетрия. Приложено към атомното антивещество това означава, че всички енергетични нива във водорода и антиводорода трябва да са еднакви.

Впрочем, съществува клас от теории [5], които допускат нарушение на *CPT*-симетрията. Обаче това нарушение е позволено не просто така: заедно със *CPT*-симетрията се налага да се „развали“ и теорията за Лоренцовата инвариантност (в частност такава възможност възниква в теорията на суперструните), т.е. налага се да се направят някои съвършено радикални предположения за свойствата на физическия свят. Тогава свойствата на водорода и антиводорода ще се различават [6]. По този начин експерименталното наблюдаване на несъвпадащи енергетични нива на водорода и антиводорода би имало радикални последиствия за съвременната физика.

Разбира се, всички подобни ефекти трябва да са много слаби, иначе тяхното появяване би се проявило в свойствата на елементарните частици. Но слабостта на ефектите не бива да ни плаши, тъй като спектроскопските измервания всъщност се славят със свръхвисоката си точност. Например в същия този водород разликата в енергиите между нивата 1s и 2s (т.е. между основното и първото възбудено състояние на електрона) вече е измерена с точност по-добра от 10^{-14} [7]. Именно затова има надежда, че най-прозорливи

по тези въпроси ще се окажат експериментите по свръхточното измерване на енергетичните нива в атомите на антиводорода.

Теоретичните изследвания показват, че най-чувствителна към хипотетичното *CPT*-нарушение ще бъде разликата не между 1s и 2s състоянията, а между двете много близки енергетични нива, на които се разцепва основното състояние на електрона във водорода (Фигура 2), което се нарича свръхфино разцепване на енергетичното ниво. Тези две състояния имат еднакво електронно разпределение, но в тях спиновете на електрона и протона са противоположно ориентирани един спрямо друг. Състояние, в което спиновете са противоположни и пълният спин на атома е равен на 0, са със съвсем малко по-ниска енергия от състояние, в което спиновете на електрона и протона са еднопосочни. Тази разлика в енергиите е много малка, милиони пъти по-малка от разстоянието до възбуденото ниво 2s, обаче именно тя е измерена с огромна точност – по-висока от една трилионна (10^{-12}). Всъщност това разцепване е много важно за астрофизиката – то дава знаменитата радиолиния на междузвездния водород с дължина на вълната 21 cm.



Фигура 2. Основното състояние на атома на водорода се разцепва на две много близки нива с различна взаимна ориентация на спиновете на протона и електрона (свръхфино разцепване). Разликата в техните енергии е примерно милион пъти по-малка от енергията до най-близкото възбудено състояние.

По този начин, за свръхточното измерване на възможното *CPT*-нарушение на експериментаторите се налага: 1) да създадат антиводород; 2) да регистрират в него свръхфиното разцепване на основното ниво; 3) да измерят големината му с максимална точност и да сравнят резултата с данните за обикновения водород. На тази цел е посветена голяма програма от експериментални изследвания, които се провеждат в различни изследователски центрове по света и преди всичко в ЦЕРН.

Изучаване на антиводорода: кратка история

Да се получат античастици (позитрони, антипротони и др.) не е сложно: достатъчно е да се ускорят частиците до енергии от няколко GeV и да се насочи този поток към някаква мишена. Тогава в сблъсъка се раждат множество частици и понякога сред тях се срещат частици антивещество и даже антиядра. С помощта на електрични или магнитни полета могат да се разделят частиците от различен тип и по този начин да се получи поток от антипротони или позитрони. Всичко това физиците са могли да правят още преди половин век.

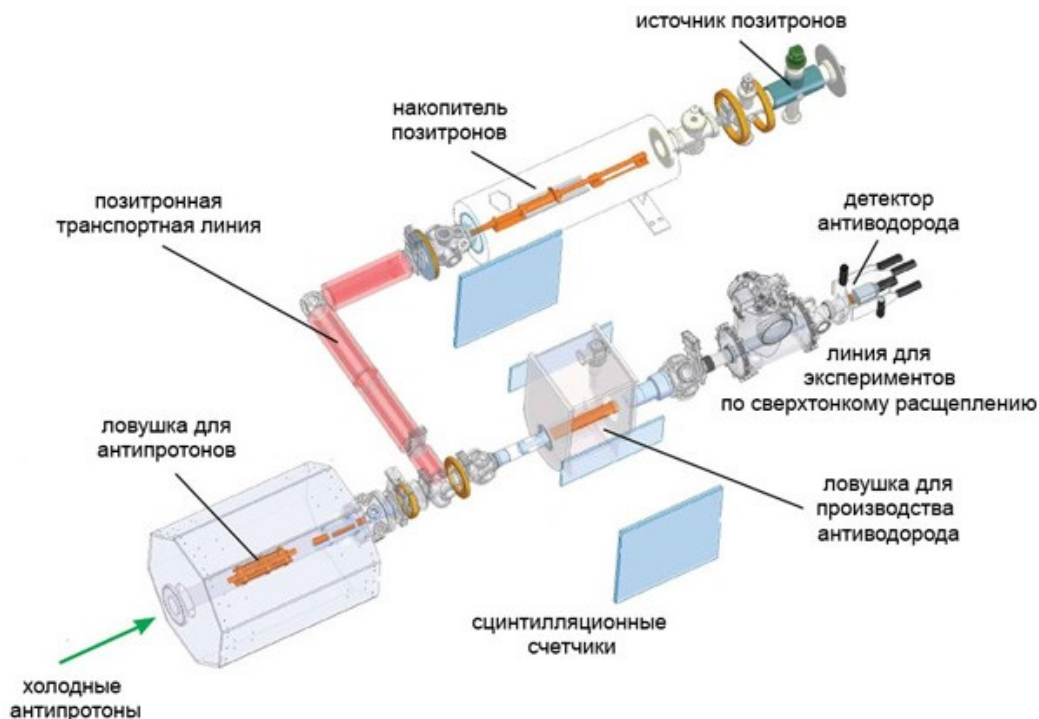
Получаването на атомите антиводород е много по-сложна задача. Просто съединяването на потоци от антипротони и позитрони е безполезно. Енергиите на частиците са големи, а тяхната концентрация – малка, така че, дори ако антипротон и позитрон случайно се сблъскат, те просто ще се разлетят и няма да образуват атом. За да се получат атоми на антивеществото, частиците първо трябва да се натрупат, а после да се охладят, т.е. скоростта им да се намали с няколко порядъка. Това само по себе си е сложна задача, тъй като антивеществото не може дълго да се намира в контакт с обичайната материя и анихилира. (Впрочем по този въпрос не трябва да се изпада в крайности, тъй като аниhilацията съвсем не се случва моментално и ако се пусне позитрон във веществото, той „ще успее да изживее един доста бурен живот“, преди да изчезне).

И в края на краищата, дори да бъдат получени атоми на антивещество, те трябва да бъдат удържани и някак си регистрирани. Обикновено се използват капани, за да се избегне контакт със стените. Но даже в условията на дълбок вакуум в капана летят молекули на обикновено вещество, които могат да анихилират с антиматерията, така че и тази задача се оказва доста сложна. Изобщо, дори този кратък списък на очевидните трудности ни навежда на мисълта, че получаването и още повече изучаването на антивеществото е съвсем нелесна техническа задача.

Активна роля в изучаването на антиматерията играе ЦЕРН. Именно там, на специалната установка *LEAR*, в 1995 г. за пръв път бяха получени атоми на антиводород. Антиматерията стана достъпна за изучаване и в ЦЕРН беше разгърната широка програма за изследването ѝ. Сега там действа специален антипротонен забавител *AD* (*antiproton decelerator*), като на практика в ЦЕРН има не само ускорители, но и забавители! *AD* намалява енергията на антипротоните до 5 MeV и ги доставя в пет експериментални установки. В една от тях антипротоните се използват за разработване на антипротонна противоракова терапия, а в другите четири – за синтез на антиводород и провеждане на различни опити с него. През 2002 г. два експеримента – *ATRAP* (*Antihydrogen trap*) [8] и *ATHENA* (по-стара версия на *ALPHA*), съобщиха за създаването на няколко хиляди атома антиводород, а съвсем наскоро, в

2011 г., колаборацията *ALPHA* [9] успя да получи не просто антиводород, но и да го удържи в капан повече от 15 минути.

Разбира се, всички тези групи са се занимавали не само с производство на антиводород, но и с изучаване на неговите свойства. Конкретно, *ALPHA* за първи път регистрира свръхфино разцепване на основното му състояние. Точността на измерването е била доста ниска поради малкия брой атоми. Но не в това е проблемът. Във всички тези експерименти антиводородът се удържа и изучава в магнитни капани. Магнитното поле влияе съществено на структурата на енергетичните нива на атомите, като не само ги премества, но и ги размазва. Всичко това ограничава точността на спектроскопичните измервания на антиводорода, а това рязко намалява шансовете да бъдат открити малките различия между спектъра на водорода и антиводорода, за които говорихме по-горе.



Фигура 3. Схемата на експеримента ASACUSA (вж. текста)

Преодоляването на този „магнитен проблем“ е една от основните цели на колаборацията *ASACUSA*. Тя не иска да улавя и удържа антиатомите, тя иска да ги измерва в полет и без никакви магнитни полета. Това значи, че мястото на производство на антиводород (където присъствието на магнитни полета е неизбежно) и мястото на неговото изучаване трябва да има дистанция от няколко метра. Освен това, потокът от антиводород трябва да е доста-

тъчно интензивен, а скоростта му – малка, така че за времето на прелитане на антиатомите през установката физиците да успеят да получат забележим сигнал от свръхфиното разцепване.

За изпълнението на тази задача *ASACUSA* са разработили, монтирали и настроили няколко експериментални установки за удържане, забавяне и свързване на антипротони и позитрони, а също и за работа със свръхфини състояния на водорода и тяхното регистриране. През последните няколко години *ASACUSA* съобщава редовно за промеждутъчните етапи и ето вече са успели да направят първата важна крачка по пътя към планираното измерване – линията за производство на антиводород работи и е готова за провеждане на опити.

Технология на производството на антиводород в *ASACUSA*.

Сега би било полезно да разкажем за методиката за производство на антиводород в експеримента на *ASACUSA*. Общата схема на експерименталния комплекс за измерване на свръхфиното разцепване е показана на Фигура 3. Тя се състои от два ръкава, по които антипротони и позитрони постъпват в обща установка и там се обединяват, създавайки атоми на антиводород. Антипротоните се получават в ЦЕРН отделно и се доставят в *ASACUSA* във вече охладен вид. Там те се забавят още повече, улавят ги в антипротонен капан и ги натрупват за по-нататъшно използване. Позитроните се получават в резултат на разпада на радиоактивния изотоп ^{22}Na . Те излитат от разпадналото се ядро с голяма скорост и затова също трябва да бъдат охладени. Първоначално те губят своята енергия, минавайки през „неонов лед“ – слой твърд неон, утаен върху стената на конична фуния близо до източника. Въпреки че звучи екзотично, тази технология е известна от 20-на години.

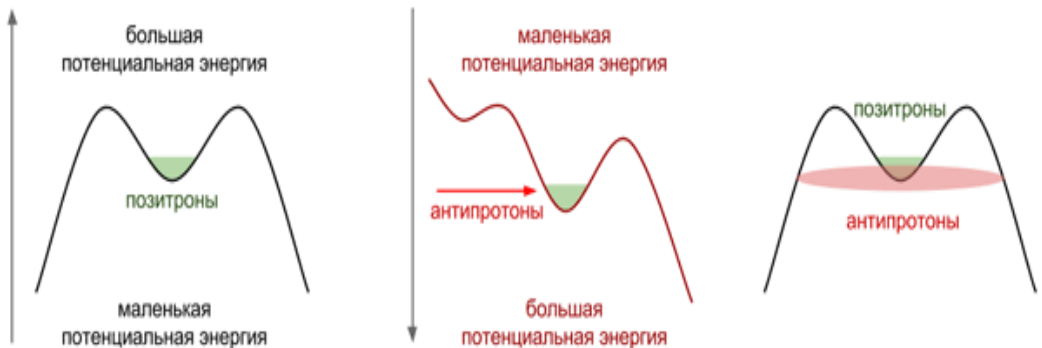
След това позитроните попадат в камера с газова смес, забавят се още повече и след това могат да бъдат уловени и натрупани в позитронния капан.

След като се съберат няколко милиона антипротона и позитрона, капаните се отварят и двата облака от частици постъпват в единна камера, за да се обединят в атоми на антиводород. Но и този процес не е толкова прост, колкото изглежда на пръв поглед. Двата облака са много разреждени и въпреки притеглянето между антипротони и позитрони, сблъскване с образуване на свързано състояние се случва много рядко.

В експеримента *ASACUSA* за решаването на тази задача се използва необикновен вид електронен капан, който е бил измислен преди няколко години (Фигура 4). Антипротоните и позитроните имат противоположни електрични заряди и поради това не могат да бъдат удържани в едно и също електрическо поле. Но ето какво може да се направи. Отначало в центъра се създава електрически потенциал с двугърба форма (Фигура 4, ляво) и поставят там позитрони. Положително заредените позитрони „чувстват“ потенциалната

яма в центъра на капана и си стоят спокойно вътре в нея, очаквайки своята участ.

Ако пуснем отрицателно заредени антипротони в същата тази потенциална яма, те просто ще прелетят през нея, без да се задържат в центъра – нали за тях това би означавало понижение на потенциалната енергия. Затова на втория етап повишават потенциала в единия край, което намалява потенциалната енергия на антипротоните и позволява да ги вкарат от този край (Фигура 4, в центъра). Движейки се в този намаляващ потенциал, антипротоните се забавят, тъй като потенциалната им енергия се увеличава. Тяхната енергия се подбира така, че те едва-едва да „допълзят“ до позитронния облак. След това капанът се затваря и в него се оказват два припокриващи се облака от античастици (Фигура 4, дясно). В областта на тяхното пресичане се образуват атоми на антиводород.



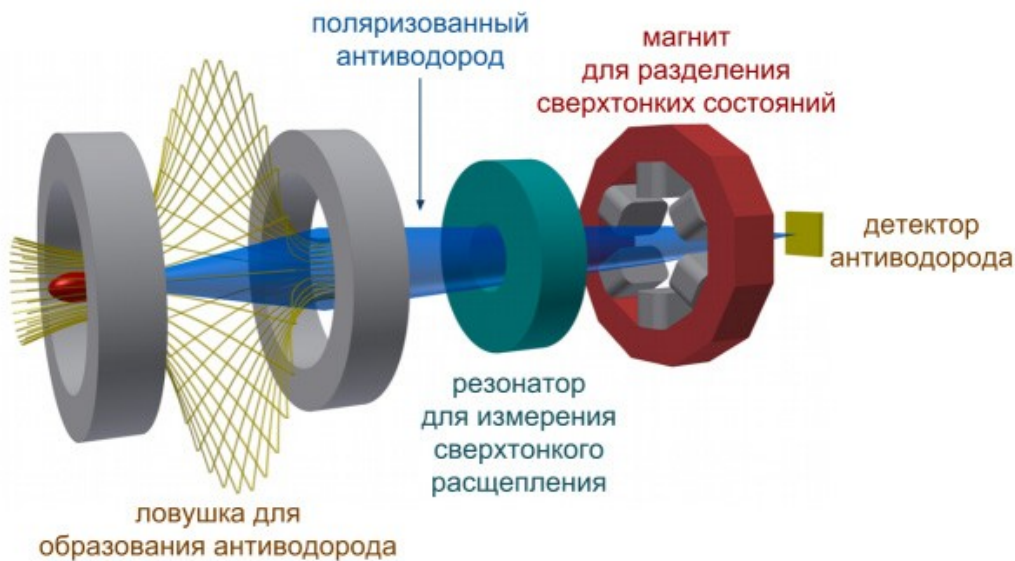
Фигура 4. Идеята за съединяване на позитрони и антипротони за образуване на антиводород е електростатичен капан с необикновена форма. Голям електростатичен потенциал означава голяма потенциална енергия за позитроните и малка за антипротоните. Манипулиране на потенциала и настройката на енергията на антипротоните позволяват да се обединят двата облака от частици и в областта на тяхното пресичане се извършва синтезът на антиводород (виж текста). Стрелката показва посоката, от която се впръскват антипротоните в капана

По-нататъшният полет на атомите на антиводорода

Тъй като атомите са неутрални, електростатичният потенциал вече не ограничава тяхното движение и те свободно се „изтъргулват“ от капана. В този капан има и магнитно поле със сложна форма, което може да раздели състоянията на антоводорода с различен спин, на които се е разцепило основното енергетично ниво (Фигура 2). В резултат на изхода на капана ще имаме строго поляризиран поток от атоми на антиводород (Фигура 5).

Такъв антиводород може да се транспортира надалече – на разстояние няколко метра от мястото на получаване. Магнитните полета на това място

ще бъдат изключително слаби и няма да пречат на експериментите по измерване на свръхфиното разцепване. А самото измерване ще се проведе по стандартния за атомната физика начин. Атомите прелитат през резонатор със слабо магнитно поле и стояща радиовълна. Когато честотата на вълната съвпадне с разликата между честотите на различните състояния в свръхфиното разцепване, започва процес на прескачане на атомите от едно състояние в друго.



Фигура 5. Изследователският участък в установката ASACUSA. Сложното магнитно поле вътре в капана разделя състоянията с различен спин, така че на изхода се получава поляризиран поток антиводород. В микровълнов резонатор при подходяща честота стават прескачания между състояния с различен спин, които се блокират от секступолен магнит. Измервайки количеството преминали атоми в детектора, може да определим ефективността на процеса на прескачане и по този начин да измерим с добра точност големината на свръхфиното разцепване. В описаните експерименти резонаторът е бил изключен. Изображението е от сайта <asacusa.web.cern.ch>.

Всичко това е добре, само че е въпрос на бъдещето. А засега ASACUSA иска просто да провери, дали образуването на антиводород протича успешно. За целта в края на линията за изследване на антиводорода са били монтирани детектори на основата на кристали на бисмутов ортогерманит ($\text{Bi}_3\text{Ge}_4\text{O}_{12}$, или на жаргон – просто BGO кристали – стандартният материал за сцинтилационни измервания). Тези кристали поглъщат антиатомите, в тях става аниhilация на антивеществото с отделяне на енергия и по интензитета на светлината може да се измери енергията на атомите. Измерването на енергията е необходимо, за да се отличи попадането на атом антиводород от

странични събития. Броят събития е много малък – няколко десетки атома за 30 минути, но това се отличава ясно от фона. И така, имаме антиводороден поток – експериментът *ASAGUSA* официално започна.

Разбира се, всичко това е само начало. По пътя към пълноценно измерване на свръхфиното разцепване *ASACUSA* трябва да преодолее още няколко технически трудности.

Например за намаляване на статистическата грешка трябва съществено да се увеличи количеството атоми на антиводорода. Друга, по-сложна задача, е да се научим не само да получаваме антиводород, а атоми в основно енергетично състояние. Засега регистрираният поток се състои от атоми както в основно, така и във възбудени състояния, чак до нива с главно квантово число $n = 43$. Експериментаторите трябва да се научат да докарват такива атоми в основно състояние и то доста бързо. Но това е общ проблем за всички експерименти с антиводород и *ASACUSA* не е изключение. Въпреки това, тъй като технически най-сложния ключов етап на цялата методика беше преодолян успешно, може да се надяваме, че реалните физически измервания не са далече.

Подбор и превод **Бойко Георгиев**

По статия на д-р Игорь Иванов

(<http://igorivanov.blogspot.bg/>)

Литература:

- [1] <http://home.cern/about/experiments/asacusa>
- [2] <https://ru.wikipedia.org/wiki/CPT-инвариантность>
- [3] <http://elementy.ru/LHC/HEP/SM>
- [4] <http://elementy.ru/LHC/HEP/SM/beyondSM>
- [5] <https://arxiv.org/abs/hep-ph/9809521>
- [6] <https://arxiv.org/abs/hep-ph/9810269>
- [7] <https://journals.aps.org/prl/abstract/10.1103/PhysRevLett.107.203001>
- [8] <http://home.cern/about/experiments/atrap>
- [9] <http://alpha.web.cern.ch/>

Виж също:

- 1) N. Kuroda et al. (ASACUSA Collaboration). A source of antihydrogen for in-flight hyperfine spectroscopy, *Nature Communications* 5. Article number: 3089 (2014);.
- 2) CERN experiment produces first beam of antihydrogen atoms for hyperfine study, прес-релиз на ЦЕРН.
- 3) Официалната страница на ASACUSA на сайта на ЦЕРН.
- 4) At the cusp in ASACUSA, в списание *CERN Courier*.

THE PRODUCTION OF BEAM OF ANTIHYDROGEN ATOMS IN ASACUSA EXPERIMENT AT CERN

Igor Ivanov

The Atomic Spectroscopy And Collisions Using Slow Antiprotons (ASACUSA) experiment studies the fundamental symmetries between matter and antimatter by precision spectroscopy of atoms containing an antiproton (the anti-matter equivalent of the proton). The experiments focused in particular on pure antiatoms (antihydrogen). It also studies the interactions that occur during collisions between matter and antimatter. In this paper, the scientists announce the first production of antihydrogen after years of scientific and technical studies and investigations and the expected essential results in the fundamental physics of the micro world.

**НА ВНИМАНИЕТО НА БЪДЕЩИТЕ ВЕЛИКОДУШНИ И ЩЕДРИ
СПОМОЩЕСТВОВАТЕЛИ НА СП. „СВЕТЪТ НА ФИЗИКАТА“**

БАНКОВА СМЕТКА НА СФБ
IBAN: BG91FINV91501215737609
BIC: FINVBGSF
ПЪРВА ИНВЕСТИЦИОННА БАНКА

ПЪРВО ДИРЕКТНО ДОКАЗАТЕЛСТВО ЗА СЪЩЕСТВУВАНЕТО НА ГРАВИТАЦИОННИТЕ ВЪЛНИ

Сашка Александрова

На 11 февруари официално беше обявено регистрирането за първи път на гравитационни вълни, предсказани от Алберт Айнщайн преди 100 години в неговата Обща теория на относителността. Преди това доказателствата за гравитационните вълни бяха само косвени от изследвания на двоични звездни системи. При въртенето на двете звезди една около друга те излъчват гравитационни вълни и губят енергия. Тогава орбитите им се скъсяват и периодът на въртене намалява.

Още на 14-ти септември учените от Лазерната интерферометрична обсерватория за гравитационни вълни (*Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory, LIGO*) засичат гравитационни вълни. След това прекарват следващите няколко месеца в потвърждаване на откритието.

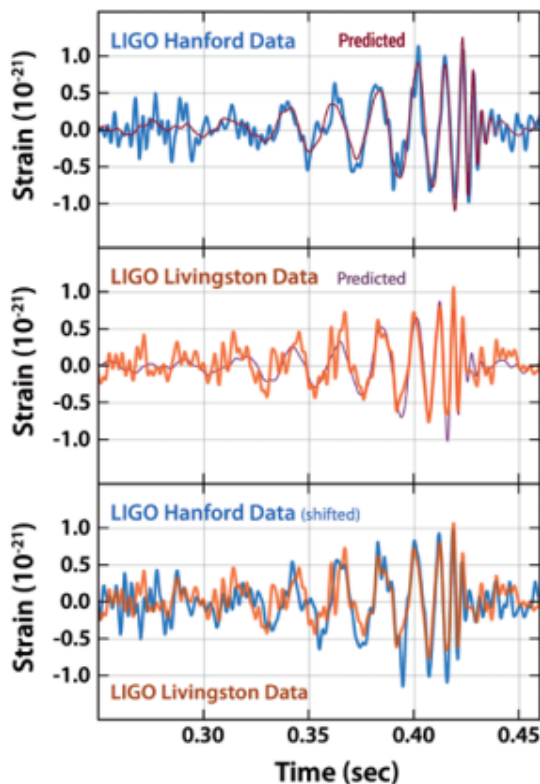
Както казва *Angela Di Virgilio* от *INFN-Sezione di Pisa*, Пиза, Италия: „На 14 септември 2015 г. в 09:50:45 UTC Земята беше „нежно разтърсена“ от преминаването на гравитационна вълна и по мое мнение това беше най-великата половин секунда в историята на физиката на нашата планета“.

Вестител пристигна на Земята след 1,3 милиарда години пътешествие и ни донесе новината, че се е родила масивна черна дупка в резултат на сливането на две по-малки черни дупки. Двата детектора *LIGO* регистрират едновременно сигнали на гравитационна вълна (Фигура 1). Сигналят се разпростира в честотен интервал 35 до 250 Hz с добро съотношение сигнал/шум. Както се вижда на Фигура 1, и двата детектора регистрират едно и също събитие, което потвърждава реалността на регистрацията на вълните.

Резултатите са в съгласие с предсказанията на Общата теория на относителността. Сливането на двете черни дупки с маси 36 и 29 $M_{\odot}$ ($M_{\odot}$ е масата на Слънцето) на разстояние от Земята 410 Мpc води до раждането на черна дупка с маса 62 $M_{\odot}$, при което се излъчва енергия, еквивалентна на 3 $M_{\odot}$, под формата на гравитационни вълни. Въпреки огромната енергия (50 пъти повече от цялата излъчена към този момент енергия на видимата Вселена), ефектът от гравитационни вълни на Земята е много малък: двете взаимно-перпендикулярни рамене на интерферометъра (Фигура 2), всяко с дължина 4 km се свиват (съответно разтягат) с една хилядна от размера на протона.

Всяка промяна в дължините на рамената, в случая поради преминаване на гравитационна вълна, променя вида на интерференчната картина на Фигура 1, възникваща от наслагването на сигналите. За измерване на такива слаби разлики детекторите трябва да работят на технологично възможната

граница. За отделяне на чистия сигнал на гравитационната вълна от шума и паразитни сигнали се използват суперкомпютри и усъвършенствани методи за анализ.



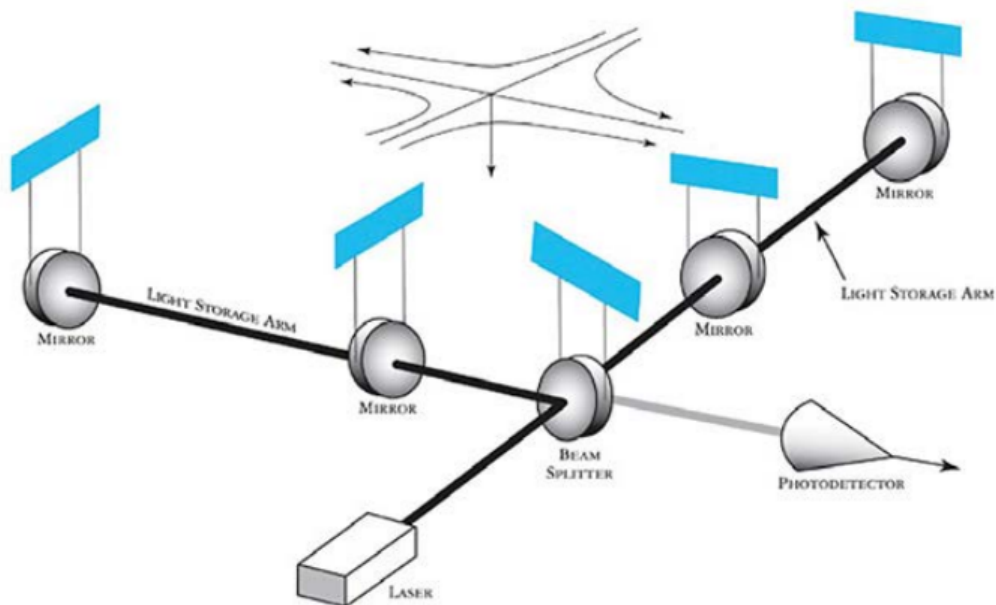
Фигура 1. Сигнали на гравитационните вълни, детектирани в двете LIGO обсерватории и сравнение на двата сигнала. По оста X е нанесено времето, а по оста Y – деформацията

Амплитудата на вълната се определя чрез измерване на деформацията (относителното изменение), за което са необходими големи апаратури: раменете на сегашните интерферометри имат дължина $L = 4 \text{ km}$. Деформацията на вълната е dx/L . Деформацията представлява относителното изменение на дължините. Максималната разлика в дължините на двете рамена на интерферометъра сега е $dx = 4 \cdot 10^{-18} \text{ m}$, нивото на шума е 24 пъти по-малко.

Вселената е удивителна, често ни представя изненади, винаги има нови предизвикателства и трудности, но усилията при реализацията на интерферометрите са огромни. Детектирането на гравитационните вълни е резултат на обединените усилия на общност, започнала да се формира преди 30 години, когато са изяснени основните идеи*. Подготовката за детектирането на

*През 60-те години на миналия век се дискутират основно две идеи за детектиране на гравитационни вълни: чрез резонансни мас-детектори и чрез интерферометрични детектори

гравитационните вълни означава многогодишна работа. Става въпрос за огромна експериментална апаратура, в която всеки един компонент трябва да бъде монтиран много внимателно.



Фигура 2. Принципна схема на гравитационния интерферометър. Пристигащите гравитационни вълни са показани непосредствено над детектора. Светлината от лазерния източник се разделя на два лъча, които се разпространяват по раменете с дължина 4km.

Интерферометричната част е готова преди много време, теорията на оптичните резонатори и топологията на апаратурата е ясна, но е необходимо тя да функционира като добре организиран робот, за да се гарантира непрекъснатата работа, тъй като моментът на пристигане на търсения сигнал е неизвестен. Някои от техническите възли са разработени в индустрията за други приложения, но повечето са разработени специално за целта и са резултат от внимателна и упорита работа на предани на идеята хора. Но не е само това: да се поддържа мотивация за такъв дълъг период от време в очакване на пристигане на сигнал е много важен момент.

Действащите в момента обсерватории на Световната мрежа за наблюдение на гравитационни вълни включват двата *LIGO* детектора в Ханфорд, Вашингтон, и Ливингстън, Луизиана, и *GEO600* в Ханوفر, Германия. Детекторът Вирго (Virgo) в Италия се очаква да заработи още през 2016 г., а КАГРА (Kamioka Gravitational Wave Detector (KAGRA)) в Япония – през 2018 г. Планира се строеж на обсерватория и в Индия.

В заключение, за пръв път е представено пряко доказателство за съществуването на гравитационни вълни, първо експериментално доказа-

телство за сливането на две тела, първо директно доказателство за **съществуването на черни дупки**. В скоро време се очакват нови данни, след като бъдат пуснати отново двата *LIGO* детектора след подобряване на чувствителността им. Ще влязат в действие и двете други апаратури, Вирго и КАГРА, което ще даде възможност да се определя положението на източника на излъчените гравитационни вълни. Първите данни при настоящото детектиране определят това положение в южната хемисфера.

Свидетели сме на раждането на нов раздел на физиката – гравитационна астрофизика – и следва да се споменат „бащите“ на интерферометричните гравитационни антени: Райнер Вайс (*Reiner Weiss*) и Кип Торн (*Kip Thorne*) в САЩ и Адалберто Джацото (*Adalberto Giazotto*) и Алан Брилет (*Alain Brillet*) в Европа.

Тъй като информацията от изследванията на гравитационните вълни (гравитационна астрономия) е допълнителна на тази от електромагнитния спектър (класическата астрономия и радиоастрономия), астрофизиците очакват скоро да се получат нови знания за Вселената и да се намерят отговори на много неразрешени досега проблеми.

Литература

- [1] A. Di Virgilio, *First direct detection of gravitational waves*, Europhysicsnews, **47**, 09 (2016)
- [2] B.P. Abbott et al. (LIGO Scientific Collaboration and Virgo Collaboration), *Observation of Gravitational Waves from a Binary Black Hole Merger*; Physical Review Letters **16**, 061102 (2016)
- [3] Rolf Heuer, Physik konkret, *Gravitationswellen bewegen die Wissenschaft*, Nr. 27 Mai (2016)

FIRST DIRECT DETECTION OF GRAVITATIONAL WAVES

Sashka Alexandrova

Early this year the first detection of gravitational waves was announced. This confirms a major prediction of Albert Einstein's general theory of relativity. The signal was sent to the Earth 1,3 billion years ago and is a result of the merger of two black holes. The detection was made by measuring the tiny disturbances the waves make to space-time as they pass through Earth. This is also the first direct evidence of the existence of black holes. This detection is the beginning of a new era: The field of gravitational astronomy.

ПРОЕКТЪТ ИНЕРА-316309 КАТО ОСНОВА ЗА ИНОВАТИВНОТО РАЗВИТИЕ НА ИФТТ – БАН И ВКЛЮЧВАНЕТО МУ В ЕВРОПЕЙСКОТО ИЗСЛЕДОВАТЕЛСКО ПРОСТРАНСТВО

Емил Влахов

Предстоящата 2017 година е юбилейна за Института по физика на твърдото тяло (ИФТТ) – БАН: 45 години от създаването на института, чийто патрон акад. Георги Наджаков е един от най-видните български изследователи и иноватори в областта на естествените науки. Наред с ИЯИЯЕ – БАН и Физическия факултет на СУ „Св. Климент Охридски“, ИФТТ е един от основните стожери на физическите изследвания в България. Авторът на тези редове е непосредствен свидетел и участник в развитието на ИФТТ през целия период и ще представи поглед „отвътре“ на актуалното състояние на изследователската и иновативна активност на института, както и ролята на Европейския инфраструктурен проект ИНЕРА за неговото инфраструктурно и кадрово израстване. Проектът ИНЕРА-316309 „Повишаване на научния и иновационен капацитет на ИФТТ БАН в областта на многофункционалните наноструктури“ беше финансиран от ЕК на 15.10.2013 г. с бюджет над 4,15 млн. евро и съфинансиран от българска страна (МОН) на два етапа с около 10 % от директните разходи. Освен че е най-голямата инвестиция на ЕК в областта на естествените науки в България, този проект имаше възможност да осигури не само придобиването и пускането в действие на модерна (на ниво ХХІ век) научна апаратура, но и „наемането“ с конкурс на 8 (реално 11) специалисти – изследователи на европейско ниво, които да усвоят експлоатирането на новопридобитата научно-технологично оборудване, а също така да планират и осъществят изследвания в перспективни научни и технологични ниши. За да облекчи тяхната задача, ръководството на проект ИНЕРА помоли трима изявени и доказани български физици да направят обзори на перспективни тематикни – „ниши“ в областта на теория на въглеродни алотропи (проф. Валентин Попов), експериментални изследвания на въглеродни алотропи (проф. Савчо Тинчев) и получаване и характеризиране на наноструктури (доц. Виктор Г. Иванов).

Естествените науки и физиката в частност са основните двигатели на развитието на човешкото общество, като в последно време се забелязва нужда от много по-комплексна експертиза на изследователите, а именно не само „вътре“ в тясната научна специализация, но и на „границата“ на постоянно обновяващите и роящи се подразделения на физиката, химията,

биологията, медицината, нанонауката и нанотехнологиите. Съвременното схващане за адекватен изследователски подход в Европейското изследователско пространство е прието да се обозначава с абривиатурата *STEM* (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*), т.е. енциклопедична експертиза и подготвеност за теоретични /фундаментални научни изследвания с умения за планиране на експерименти с използване на върхови технологии, математическо моделиране и симулиране на актуално изследваните материали/явления, както и на „желани“ процеси, метаматериали, търсене/предсказване на нови функционалности. Тези изключително високи очаквания към съвременния изследователски процес не могат да се постигнат със старата, неадекватна на ХХІ в. инфраструктура на ИФТТ и в този смисъл проектът ИНЕРА представляваше голямо предизвикателство и едновременно начин за решаване на проблема. Ние заложихме на схемата да се закупят 3 върхови технологии за израстване на йерархични наноструктури с различни функционалности (около 910 хил. евро), както и допълнителни апаратури за тяхното охарактеризиране (около 270 хил. евро). ИНЕРА е поредният проект, способствал за модернизиране на ИФТТ като водещ институт в областта на физическите изследвания. Въпреки ограниченото национално и регионално целево финансиране от страна на българската държава и бизнес, ИФТТ успя да се включи в редица европейски програми: 5-та, 6-та и 7-ма Рамкови програми, което послужи като мощен стимулатор за повишаване на научния му капацитет не само като оборудване, но и като работа по актуални научни тематик. Друг съществен принос на ИНЕРА е обучението на висококвалифицирани специалисти за период от 2 години, голяма част от които останаха да творят в ИФТТ, въпреки неколkokратно сниженото заплащане в сравнение с европейските стандарти.

Основните научни направления, които се развиват в ИФТТ (<http://www.issp.bas.bg/IFTT-OTCHET-2016HC.pdf>), са:

- Израстване на кристали и изследването им с оптически, рентгеноструктурни, електронно-микроскопски и други методи; многофункционални магнитни системи и свръхпроводници.
- Физика и технология на тънки и наноразмерни неорганични диелектрични и полупроводникови слоеве, въглеродни наноструктури, биоматериали и наноструктурирани течни кристали: приложения в наноелектрониката, опто- и акустоелектрониката, сензорни устройства.
- Изследване и моделиране на физико-химични процеси в кондензирани среди, фази и фазови преходи, структурни, електронни, механични и магнитни свойства, динамика на нелинейни системи.
- Фотоника, оптика и спектроскопия на нелинейни и анизотропни среди.
- Лазери, атоми и плазма, приложения на лазери (нанотехнологии, лазерни технологии, археометрия, медицина, екология).

Тези области се вписват изцяло в приоритетите на Националната стратегия за развитие на научните изследвания 2020 и тези на ЕС: нанотехнологии и нови материали, информационни и комуникационни технологии, околна среда, опазване на културното наследство и повишаване качеството на живот.



Системите за послойно атомно отлагане (Atomic Layer Deposition with Plasma Enhancement) ALD TFS 200 Beneq и за плазмено стимулирано химическо отлагане от газова фаза (Plasma Enhanced Chemical Vapour Deposition) PECVD Oxford Nanofab Plasmalab System 100 (част от 8-те придобити и усвоени модерни апаратури в рамките на проект ИНЕРА) са на разположение на заинтересовани иноватори от България и Европейското изследователско пространство за получаване на йерархични наноструктури и тяхното използване в многофункционални устройства и прибори

В Института е изградена бяла стая, където са монтирани установката *Beneq TFS 200* за последователно отлагане на атомни слоеве (ALD) и системата *Oxford Nanofab Plasmalab System 100* за плазмено стимулирано химическо отлагане (PE CVD).

Получените слоеве могат да се охарактеризират с единствения по рода си в България автоматичен елипсометър тип *M2000D*, който позволява анализиране на проби с дебелина под 1 nm. Към наличните лазери, регистрираща и спектрална апаратура и разработена технология за диагностика, консервация

и реставрация на паметници на културата е изградена фемтосекундна лазерна система, състояща се от 4 модула, която ще се използва за наблюдение на свръхбързи процеси и динамични измервания, за изучаване на живи структури и модификации на материали в наноразмерната скала. С придобиването на автоматизираната микрофлуидна система *CellASIC™ ONIX*, ръчен цитометър *Scepter 2.0* и филтриращата мембранна установка *MaxiMet* са създадени условия за провеждане на експерименти върху взаимодействието на меката материя с наноструктури от различен вид и състав. Комбинираната система от галваностат и потенциостат *SP-200* позволява да се извършват изследвания в областта на фундаменталната електрохимия, нано- и биотехнологиите, електролизата и електросинтеза, горивните клетки, фото-волтаиците и др.

В ИФТТ се провеждат редица демонстрации и обучения на докторанти, студенти и ученици от ИФТТ и от други институции. Ученици от елитни гимназии (Софийска математическа гимназия, Национална природо-математическа гимназия, Американски колеж и др.) с интереси в областта на математиката и физиката регулярно посещават института, където биват запознавани с най-новите технологии и открития в областта на физиката, биофизиката и физикохимията.

ФУНКЦИОНАЛНИ МАТЕРИАЛИ И НАНОСТРУКТУРИ

Филми от еднослоен и няколко слоен графен са получени чрез химическо отлагане в газова фаза върху подложки от медно фолио. Получени са вертикално израстнати нанотръби в режим с плазмено стимулиране. Синтезираните проби са охарактеризирани с Раманова спектроскопия и сканираща електронна микроскопия.

Нанослоеви от $\text{ZnO}:\text{Al}$ са отложени с послойно атомно отлагане (*ALD*) върху подложки от p-Si (100) и върху порьозен Al_2O_3 . Елипсометричните и СЕМ изследвания показват, че отложените слоеве са поликристални, с равномерна дебелина дори в морфологичните кухини, и електропроводими.

Демонстрирана е възможност за създаване на енергонезависими паметни на основата на захват на заряд в многослойни структури, състоящи се от оксиди на хафний и алуминий, получени посредством атомно послойно отлагане.

Тънки слоеве от ZnO , получени по *ALD*-метод, са изследвани като чувствителни покрития за регистрация на NO_2 в газова среда, използвайки кварцова микровезна (КМВ). Установено е, че процесът на сорбция на NO_2 е обратим. Прибори със слоеве от 16 nm ZnO регистрират концентрации на NO_2 по-ниски от 100 ppm. Изследването демонстрира възможността за практическо приложение на тези слоеве в газови сензори.

Структури от Au наночастици са получени посредством двуфотонно лазерно лъчение в органична матрица. Установено е, че притежават добра

чувствителност и са подходящи за селективно идентифициране на съставки на химични, биологични и лекарствени субстанции посредством повърхностно усилено Раманово разсейване (SERS) в течна фаза.

УЧАСТИЯ В ПРОЕКТИ, МЕЖДУНАРОДНО СЪТРУДНИЧЕСТВО И ВЪЗМОЖНОСТИ ЗА ФИНАНСИРАНЕ

Учените от ИФТТ активно участват в интердисциплинарни изследвания на археологически обекти. Тези изследвания са част от проект „Траките – генезис и развитие на етноса, културни идентичности, цивилизационни взаимодействия и наследство от древността“. Изследвани са мазилки от различни гробници, разположени в различни части на България; метални предмети от бронз от находищата до с. Балей, с. М. Траново, местност „Глухите камъни“ и предмети от експозицията на Института по археология – БАН. Беше определен елементния състав и на предоставените от Националния археологически институт с музей при БАН обекти от бронз. Използвана е единствената в България апаратура за определяне на елементния състав на обекти от метал, керамика и стъкло с метода на спектроскопия на лазерно индуцирана плазма (LIPS). Целта е да се направят изводи за древните технологии при изготвянето на обектите.



„Защо фирмите търсят иновации“. Лекторът Барт де Йонг, мениджър на Отдела за трансфер на технологии при Техническия университет в Айндховен, показва успешни примери на публично-частно партньорство в Холандия, ИНЕРА семинар „Иновациите като ежедневие“, гр. Вършец, 22–24.03.2016 г.

Нараства съвместната научна и иновационна активност на ИФТТ с партньорите ни от Европа (Швеция, Германия, Полша, Румъния, Италия, Великобритания, Холандия, Франция, Русия, Словения, и др.), САЩ (Университета в Цинцинати и др.), Азия (Тайван, Япония и др.), което способства за устойчивото развитие на института. Важно е да се постигне добро целево финансиране на научната и изследователската дейност от национални, регионални и европейски източници, особено за ефективното използване на пуснатата в действие нова модерна инфраструктура. През 2016 г. ИФТТ спечели общо 5 проекта (4 – на които е базова, и 1 – като партньорска организация) в рамките на конкурса за финансиране на фундаментални научни изследвания – МОН, Фонд „НАУЧНИ ИЗСЛЕДВАНИЯ“ в научна област Н08 „Физически науки“. Макар и с ограничен финансов ресурс, тези проекти са много важни за стабилното развитие на института и експлоатацията на новата модерна инфраструктура, създадена със средства по проекта ИНЕРА.



Съвместно заседание на Експертния съвет за „Наука, технологии и иновации“ към Кмета на Столична община и на Управителния съвет на ИНЕРА (16.10.2015 г., ИФТТ – БАН), като част от усилията на ИФТТ – БАН за свързване на академичната наука с индустрията и местното управление

Друга перспективна насока за набавяне на целево финансиране са публично-частните партньорства (*Public Private Partnership*) на местно ниво, например Програмата на Столична община или европейски ПЧП – по-специално програмите „*The Future Emerging Technology (FET) Flagship*“

programme: The Graphene Flagship and The Human Brain Project Flagship“, стартирали през октомври 2013 г. Това са дългосрочни програми с осигурен значителен финансов ресурс от публично-частно партньорство, всяка с 1 млрд. евро (500 млн. евро от Европейската комисия и 500 мл. евро от частния сектор/национални програми).

През януари 2017 г. ще стартира конкурсна програма „*Joint Transnational Call 2017 for research projects in synergy with the two FET Flagships Graphene Flagship & Human Brain Project Call Announcement*“. Истинско предизвикателство е да се участва и спечели в такива конкурси, особено при наличието на вече финансирани консорциуми от водещи индустриални, академични и публични „играчи“, и въпреки изключителната конкуренция „играта“ си струва – дава шанс за системна иновационна активност и европейско ниво на инфраструктура, обезпеченост и мотивиране на изследователите.

Голям творчески „капитал“ на ИФТТ са вече установените сътрудничества с ИНЕРА-партньорите, например с екипа на Университета в Упсала, Швеция, който има не само водеща европейска, но и световна експертиза в областите *Thermochromics*, *Electrochromics*, *Indoor Energy Maintenance*, *Transparent Intelligence* (проф. К.-Г. Гранквист е пионер в тази област с персонален Хирш индекс 55). Подаденият наскоро, повторно актуализиран съвместен проект „TICON“ по Европейската програма „Мария Склодовска-Кюри“ на 10 европейски партньори (от които 3-ма са ИНЕРА-партньорите – Швеция, Германия и България, с ръководител проф. Ларс Остерлунд от Университета в Упсала, Швеция) за съвместни изследвания и обучение на 10 докторанти (*Early Stage Researches*, *ESR*), е поредното доказателство, че ИФТТ става желан партньор за изследвания в областта на многофункционалните наноматериали и надежден член на Европейското изследователско пространство.

ПОСЕТЕТЕ НАШИЯ САЙТ

wop.phys.uni-sofia.bg

**НА НЕГО МОЖЕТЕ ДА ОТКРИЕТЕ ВСИЧКИ БРОЕВЕ НА
СВЕТЪТ НА ФИЗИКАТА ОТ 1991 Г. ДОСЕГА**



60 ГОДИНИ ОБЕДИНЕН ИНСТИТУТ ЗА ЯДРЕНИ ИЗСЛЕДВАНИЯ – ДУБНА

Чавдар Стоянов

През 2016 г. Обединеният институт за ядрени изследвания (ОИЯИ) отбелязва своята 60-годишнина. Институтът е международна, междуправителствена организация, създадена на основата на Договор, подписан на 26 март 1956 г. от единадесет страни-учредителки, между които и Република България, и регистрирана в ООН на 1 февруари 1957 г. ОИЯИ е разположен в г. Дубна, недалеч от Москва, Руска федерация.



Фигура 1. Съвещание на представителите на 11-те държави-основателки на ОИЯИ. Българската делегация е в състав Е. Джаков, Г. Наджаков, Р. Аврамов, Хр. Христов

Сега в ОИЯИ членуват 18 държави, сред които 5 държави-членки на Европейския съюз – България, Полша, Румъния, Словакия, Чехия. Други 6 държави сътрудничат с ОИЯИ въз основа на двустранни споразумения, подписани на правителствено ниво. Сред тези 6 държави три са членки на Европейския съюз – Германия, Италия, Унгария.

Интересът към ядрената физика рязко се увеличава през 50-те години на XX в. Развитите държави подготвят широкомащабни програми за ядрени изследвания. Много бързо става ясно, че тези програми надхвърлят значително планираните научни бюджети. Заражда се идеята за организиране на центрове за съвместна работа. През 1954 г. е създадена Европейска организация за ядрени изследвания (ЦЕРН), а през 1956 г. – ОИЯИ. През годините изследователските програми на двете организации се развиват по различен начин. В ЦЕРН се работи основно по високи и свръхвисоки енергии. ОИЯИ е разностранен институт, чиято дейност включва изследвания по физика на елементарните частици, ядрена физика, неутронна физика, кондензирана материя, биофизика, информационни технологии. Значително внимание се отделя на приложните изследвания в сферата на високите технологии и медицината. Към ОИЯИ работи мощен Научно-учебен център. В ОИЯИ има уникална научноизследователска база. Институтът разполага със свръхпроводящ ускорител за ядра и тежки йони, циклотони за тежки йони, ускорител на протони – фазотрон, който се използва за протонна терапия, уникален неутронен импулсен реактор, мощни високопроизводителни изчислителни средства. Двата института, ЦЕРН и ОИЯИ, поддържат високоефективно научно сътрудничество. Научните им програми взаимно се допълват.

Ежегодно повече от хиляда учени от различни научни центрове посещават ОИЯИ. За 60 години в ОИЯИ са направени 40 открития в областта на ядрената физика. Там работят около 4500 служители. От тях 1200 са научни сътрудници, като повече от 260 са доктори на науките и над 570 са доктори. Около 2000 е съставът на инженерно-техническия персонал.

Исторически погледнато, в България винаги е имало интерес към ядрените изследвания. Има една ярка фигура – проф. Елисавета Карамихайлова, която е завършила във Виена, работила е в Радиевия институт там (1923–1935), след това е отишла в Англия, в Кавендишката лабораторията в Кембридж (1935–1939) – лабораторията на Ръдърфорд. Връща се в България и създава изследователска група, но не е имало широка колегия, която да започне по-масови и целенасочени изследвания. Точно Дубна дава тази възможност на българските физици. Когато се открива Дубна, много хора отиват там да работят, връщат се в България и създават научни групи, на базата на които се е образувал Институтът за ядрени изследвания и ядрена енергетика.

Има няколко имена, които трябва да се споменат, когато се коментира работата на наши учени в Дубна през 50-те и 60-те години на миналия век. Чл.-кор. Павел Марков, който заедно с група от Дубна открива нарастване на сечението на взаимодействие на адрони с увеличаване на тяхната енергия – това е било напълно неочаквано и е записано като откритие от българския стандарт. Акад. Иван Тодоров е създал у нас школа по теоретична физика. Друго известно име е проф. Желю Желев. Той е бил в Дубна доста време. Там е открил фина структура при алфа-разпада на ядра. Акад. Емил Джаков, акад. Христо Христов, проф. Иван Златев, проф. Цветан Вълков са били вице-директори на ОИЯИ.

През 70-те и 80-те години интересът към сътрудничеството с Дубна се засилва. От 70-те до 90-те години е най-плодотворният период за българската физика във връзка с това сътрудничество. По това време по около 100 души работят за по няколко години в ОИЯИ, в резултат на което се формира група, която съществено повдигна нивото на ядрените изследванията и знание у нас. Повишава се образователното ниво, защото тези хора са много квалифицирани, познават в детайли структурата и резултатите от изследванията и ги преподават в университетите. Така студентите получават знание от първа ръка, вместо да се слушат преразказ на прочетеното в книги или стари учебници.

Какво представлява съвременна Дубна? Три големи проекта са включени в научния план на института. Български учени участват в два от тях.

Учените от ОИЯИ са всепризнати лидери в синтезирането на нови свръхтежки химически елементи. Експериментите се провеждат в Лабораторията за ядрени реакции (ЛЯР) на ОИЯИ. Синтезирането на елементи с голям атомен номер ($Z > 103$) става чрез облъчването на мишена с ускорени в ускорител йони. Йоните трябва да притежават достатъчно голяма кинетична енергия, за да успеят да преодолеят кулоновата бариера на ядрата на мишената. Разработени са два метода – „горещо“ и „студено“ сливане. През 1964 г. по метода на „горещо“ сливане под ръководството на акад. Г. Н. Флоров е синтезиран елемента със $Z = 104$, наречен ръдърфордий (Rd). През 1967 г., отново под ръководството на Г. Н. Флоров, е синтезиран елементът със $Z = 105$. Той е наречен дубний (Db) в чест на знаменития град на науката.

През 1974 г. акад. Ю. Ц. Оганесян и сътрудници разработват в ЛЯР концепцията за т.нар. „студено“ сливане. През периода 1999 – 2009 г. са проведени серия от експерименти, при които последователно са синтезирани свръхтежки елементи със $Z = 113, 114, 115, 116, 117$ и 118 . Новополучените ядра запълват седмия ред на Периодичната таблица на Менделеев. Това е съвместен експеримент с учените от Националната лаборатория на САЩ в Ливърмор (LLNL).

Тези открития са получили международно презнание. На 30 ноември 2016 г. Международният съюз за теоретична и приложна химия (IUPAC) официално утвърди имената на 4-те нови химични елемента с номера 113, 115, 117 и 118 и те са:

- Nihonium (нихоний) и символ Nh, за елемента с номер 113
- Moscovium (московий) и символ Mc, за елемента с номер 115
- Tennessine (тенесин) и символ Ts, за елемент с номер 117
- Oganesson (оганесий) и символ Og, за елемента с номер 118.

Елементът с атомен номер 113 получи името „нихоний“ (Nh) – в чест на Япония, чиито ядрени физици първи получиха този елемент по методиката „студено“ сливане. Нихон е един от двата начина, по който японците наричат своята страна и буквално означава „Страната на изгряващото слънце“. Преди две години IUPAC именува елементът с номер 114 „Фльоровий“ (Fl), а този с номер 116 – „Ливерморий“ (Lv). Предстояща важна научна задача е получаването на елемента с атомен номер 120.

Гордост за българската колегия е, че при синтезирането на тези елементи в Дубна са участвали и българи – проф. Румяна Калпакчиева и инж. Стойчо Илиев от Института за ядрени изследвания и ядрена енергетика (ИЯИЯЕ) на БАН.

Group→	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
↓Period																			
1	1 H																	2 He	
2	3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne	
3	11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar	
4	19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr	
5	37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe	
6	55 Cs	56 Ba	57 La	*	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
7	87 Fr	88 Ra	89 Ac	*	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Nh	114 Fl	115 Mc	116 Lv	117 Ts	118 Og
				*	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu	
				*	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr	

Фигура 2. Новата периодична таблица на Менделеев. Новите елементи с номера от 113 до 118 са в края на ред 7

Построяване на ускорител – колайдер за тежки йони NICA е друга важна задача от научния план на института. В това сложно и мащабно съоръжение

ще се сблъскват челно интензивни потоци (снопове) от ускорени до много високи енергии тежки йони. Колайдерът NICA е част от Лабораторията за физика на високите енергии (ЛФВЕ) на ОИЯИ. В комплекса NICA ще се прилагат най-новите материали и технологични решения. В неговото изграждане и при неговата експлоатация са обединени усилията на около 30 държави.



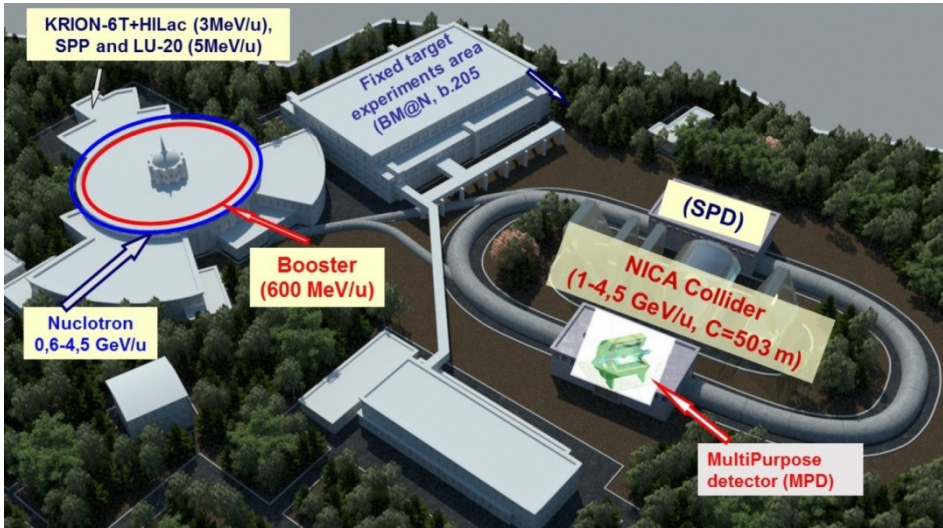
Фигура 3. Циклотронът У-400 за ускоряване на тежки йони в ЛЯР – ОИЯИ

Физическата програма на колайдера NICA включва изследване на поведението на ядрената материя при екстремно високи температури и налягания. В подобни екстремни условия кварките и глюоните, които изграждат протоните и неутроните, се отделят от тях като самостоятелни обекти. Ще се формира кварк-глюонна плазма, която се състои от свободни кварки и глюони.

Голяма група български физици от ИЯИЯЕ на БАН, Пловдивския университет, Софийския университет и други институти участват в работата по строителството на колайдера NICA.

Съществено е да се отбележи, че сътрудничеството на България с ОИЯИ помогна за бързото приемане на България като член на ЦЕРН. България официално става член на Европейската организация за ядрени изследвания на 11 юни 1999 г. Български физици и инженери от Института по ядрени изследвания и ядрена енергетика при БАН и Физическия факултет на СУ „Климент Охридски“, след завръщането си от Дубна, започват участие в колаборацията CMS от самото ѝ създаване през 1991 г. и имат съществен принос в разработването и конструирането на детектора. Участието им започва още с моделирането на съоръжението, оптимизацията му и разработване на методи за възстановяване на енергията, отделена в калориметричната система на CMS. Проектирането на калориметъра и оптимизирането на неговите характеристики, с цел максимална разделителна способност по енергии при мини-

мални загуби на нерегистрирани частици (херметичност), е направено главно от българските специалисти. През 2010 г. българските физици стават съавтори на откриването на нова фундаментална частица – *Higgs*-бозон.



Фигура 4. Колайдерът NICA

От членство в ОИЯИ страната ни получава мощни импулси за развитието си в различни посоки. На първо място, това е подготовката на кадри за науката и висшето образование. През годините там са работили над 400 български физици, математици, химици, инженери, биолози и др. Ежегодно около сто учени от България посещават лабораториите на ОИЯИ за кратко- и средносрочни командировки. В Дубна от българи са защитени над 20 дисертации за придобиване на научната степен „доктор на науките“ и над 85 дисертации за научната степен „доктор“, десетки други дисертации са защитени у нас върху материал, получен там. За срок от три и повече години в Дубна са работили 5 наши академици и член-коресподенти, десетки професори и доктори на науките. Стотиците българи, работили в Дубна, впоследствие са ръководители на институти, катедри, звена, водещи изследователи и преподаватели в Българската академия на науките, Софийския университет, Пловдивския университет и много други.

Чрез активното ни участие в ОИЯИ, свързано с обучение и обмен на кадри, избор на тематики, доставки на експериментална техника и т.н., физиката на ядрото и елементарните частици, теоретичната физика, неутронната физика, ядрената електроника, приложната математика и информатика, редица приложни ядрени методи се развиват в мащаби, превъзхождащи тези в съседни страни и откриващи нашия път към европейските научни структури. ОИЯИ има съществени приноси и в културното развитие на българската нация.

МАХАЛОТО НА ФУКО – ПЪРВОТО НАГЛЕДНО ДОКАЗАТЕЛСТВО ЗА ВЪРТЕНЕТО НА ЗЕМЯТА

Сашка Александрова



Фигура 1. Жан Бернар
Леон Фуко

Преди 165 години френският физик Жан Бернар Леон Фуко (*Jean Bernard Léon Foucault*) прави публична демонстрация в Пантеона в Париж пред академиците от Парижката обсерватория на прибора си, който в последствие ще бъде наречен **“махало на Фуко”**. Опитът на Фуко е и пример за внимателно подготвен и изпълнен експеримент. На метална корда с дължина 67 m, окачена на най-високата точка на купола, Фуко закрепва месингова сфера, тежка 28 kg (Фигура 2). Закрепването на махалото му позволява да се люлее във всички посоки. Дългото въже и тежката сфера позволяват на махалото да се люлее бавно и продължително и с много малко забавяне за-

ради съпротивлението на въздуха. За металната топка е закрепено тънко метално острие, а под точката на закрепване на махалото е поставена платформа с диаметър 6 m, покрита с пясък. Оставено само на себе си, махалото се люлее свободно и променя своята равнина на люлеене с течение на времето. За да се избегне всякакво влияние при пускането на махалото, го завързват в изходна позиция и после прегарят държащото го въже.

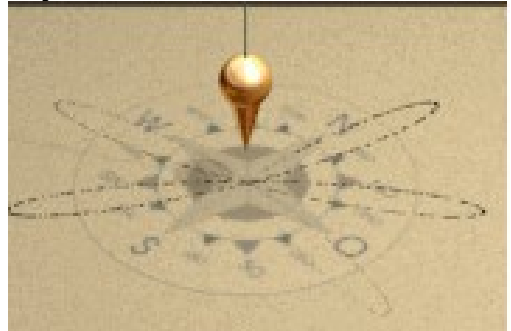
След всяко люлеене на махалото металното острие оставя следа върху пясъчната окръжност (Фигура 3). Едно пълно трептене се извършва за 16,4 секунди. Равнината на люлеене на махалото се завърта по часовниковата стрелка. Наблюдава се **отклонение** спрямо предходната позиция при пресичането на пясъчната окръжност, като при всяко следващо люлеене следата в пясъка е на около 3 mm встрани от предишното място. За 1 час равнината на въртене се завърта на повече от 11° , за 32 часа извършва пълен оборот и се завръща на старото си положение. Причината за въртенето на равнината на люлеене е действието на силата на Кориолис, поради въртенето на Земята около собствената ѝ ос.

Наблюдаваната промяна на равнината на люлеене е **нагледно доказателство** за въртенето на Земята и въздействието на ускорението, породено от това въртене, върху махалото. Този експеримент влиза в историята на науката като първия, който нагледно доказва правотата на хипотезата, че Земята се върти, т.е. Галилей е имал право с твърдението си, че Земята се върти. Даже

и ако не виждахме Слънцето и звездите, ако атмосферата на Земята беше облачна, както на Венера, с този експеримент можем да докажем въртенето ѝ. Експериментите на Фуко оправдано предизвикват сензация както в научната общност, така и сред широката публика.



Фигура 2. Махалото на Фуко в Пантеона в Париж



Фигура 3. Следата в пясъка, описвана от махалото

Експериментът в Пантеона е предшестван от подробни опити. Леон Фуко конструира сам работния вариант, който представлява 5-килограмова медна топка, окачена за тавана на кабинета му на двуметрова корда. В работния си дневник за 8 януари 1851 година, в два часа през нощта, той описва наблюденията си. Опитът на Фуко е сред 10-те най-красиви научни експерименти съгласно класация на списанието *Physics World* от септември 2002 г.

От 2013 г. Пантеонът е предмет на обща реставрация, която трябва да се извърши в продължение на десет години с бюджет от около 100 милиона евро. Сега 165, години по-късно, Центърът за национални паметници на Франция преинсталира махалото, което е копие на оригинала, направено през 1996 г. Оригиналят е изложен в Музея за изкуство и занаяти в Париж. Според г-жа Делфин Кристоф, директор на отдела за консервация на паметниците и колекциите на Центъра, „Това е изключително прецизна, часовникарска работа“. След серия от настройвания, 28-килограмовата топка с връх ще повтаря, така както и през миналия век, постъпателните си движения на всеки 16,5 секунди, като оставя следи на пода върху насипания влажен пясък. Махалото на Фуко е механична демонстрация – колкото проста, толкова и впечатляваща, за въртенето на Земята.

Понастоящем експонати на махала на Фуко могат да се видят в много научни музеи и университети. Така напр. реконструкция на експеримента на Фуко е разположена в Конгресния център в Портланд, Орегон. Махалото се люлее на кабел с дължина 27,4 m, което го прави най-дългото в света.

По времето, когато сградата на Исакиевската катедрала (*Исаакиевский собор*), най-големият православен храм в Санкт Петербург, се е използвала

само като музей, в нея е имало махало на Фуко с дължина 98 m. Понастоящем махалото е демонтирано във връзка с това, че сградата, макар и продължавайки да бъде музей, се използва отново и като църква.

През 1988 г. италианският писател Умберто Еко прави световно известно делото на френския физик в романа си „Махалото на Фуко“, в който той описва фалшивите илюзии на днешния свят.

Доказателството за въртенето на Земята не е единственото постижение на Леон Фуко. Година по-късно, през 1852 година, той конструира и първия жирокоп. Открива вихровите токове. Успява да определи скоростта на светлината в лаборатория, използвайки система от въртящи се огледала. Той е и първият учен, заснел повърхността на Слънцето.

Литература

Robert P Crease *Phys. World* **15** (9) 19 (2002)

https://www.si.edu/Encyclopedia_SI/nmah/pendulum.htm

<http://www.juliantrubin.com/bigten/foucaultpendulum.html>

FOUCAULT PENDULUM – THE FIRST SIMPLE PROOF OF THE ROTATION OF THE EARTH

Sashka Alexandrova

150 years ago the French physicist Jean Bernard Léon Foucault delivered the first direct proof of the Earth's rotation. In a carefully prepared experiment with a pendulum named now after him he demonstrated for the wide audience that plane of the pendulum moves in a way which can be explained only through rotational motion of the Earth.

ПОСЕТЕТЕ УЕБ-СТРАНИЦАТА НА
СЪЮЗА НА ФИЗИЦИТЕ В БЪЛГАРИЯ
НА АДРЕС:

<http://www.phys.uni-sofia.bg/upb>

УСПЕХИТЕ НА БЪЛГАРСКИТЕ ФИЗИЦИ МЕЖДУ ДВА КОНГРЕСА*

Александър Г. Петров, Ана Георгиева, Пенка Лазарова

В настоящата статия се представят серия успехи на български физици между Втория и Третия конгрес по физически науки (2013 – 2016), които са добре забележими в националното, а също така в Европейското и Световното изследователско пространство. Те свидетелстват, че българските физици работят активно и са предпочитани партньори и в условията на нарастващо финансиране по европейски и национални оперативни програми. Прегледът на постиженията на колеги и колективи от учени, които са забелязани и удостоени с признание и отличия от международни и национални научни и държавни институции, ще очертае „жалоните“ и перспективите за развитието на българските физически изследвания през следващите години.

МЕЖДУНАРОДНО ПРИЗНАНИЕ

- **Кабинетът на академик Георги Наджаков – част от научното наследство на Европа**

В навечерието на 23 май 2014 г., празникът на българската писменост и култура, Европейското физическо дружество почете паметта на великия български физик Георги Наджаков, като определи неговия кабинет, съхранен в Института по физика на твърдото тяло (ИФТТ) към БАН, за историческо място в научното и културно наследство на Стария континент като обект с голям принос за физиката и нейната история [1]. Това събитие е голямо международно признание не само за българската физика, но и за българската наука.

- **Акад. Александър Петров беше избран за Президент на Балканския физически съюз**

От 24 до 27 август 2015 г. в Истанбул бе проведена IX-ата Международна конференция по физика на Балканския физически съюз (БФС). По време на конференцията Съветът на БФС на редовно заседание избра ново ръководство на съюза за следващия 3-годишен мандат начело с акад. Александър Г. Петров [2]. Така СФБ получи авторитетната задача да ръководи физиката на Балканите с нейните многобройни научни инициативи и да организира през 2018 г. следващата, X-а Юбилейна конференция по физика на БФС.

*Текстът на статията се базира на компютърна презентация при откриването на III Национален конгрес по физически науки (със съкр.) – бел. ред.

- **Членство в международни съюзи и организации**

СФБ беше приет като национален представител на България в IUVSTA (International Union for Vacuum Science, Technology and Application – Международен съюз за вакуумни науки, технологии и приложения) на конгреса на съюза през август 2016 г. в Корея [3]. IUVSTA е международен съюз от национални организации, чиято цел е да се стимулира и подпомага изследванията в областта на вакуумните технологии и тяхното приложение. Нашият сънародник проф. Иван Петров в момента е президент на Американското вакуумно дружество и секретар на IUVSTA.

*В Европейското метеорологично дружество (EMS) членуват 37 национални или регионални метеорологични дружества, две от които са от България: **Българското метеорологично дружество (БМД) – клон на СФБ**, и Авиометеорологичен клуб България (АМК) [4]. През 2015 г. те заедно организираха годишната среща **EMS&ECAM 2015** с участието на 497 учени от 40 страни от цял свят и представянето на 380 устни и 182 постерни доклада в повече от 40 сесии, посветени на различни области на метеорологията и хидрологията.*

- **39-годишният българин проф. д-р ТЕНЬО ПОПМИНЧЕВ е сред 10-те най-перспективни млади учени за 2016 г.**

Класацията на учените, които са в първата половина на своя път в науката, не са на повече от 40 години и от които се очаква да направят големи открития, е на авторитетното списание „Science News“ (Vol. 190, No. 7, October 1, 2016, p. 16) [5, 6].

НАЦИОНАЛНИ НАГРАДИ И ОТЛИЧИЯ

- **проф. д-р Теньо Попминчев**, създател на първия по рода си настолен рентгенов лазер, бе удостоен 18 май 2016 г. с **Почетен знак на Президента на Република България** „За изключителното му научно откритие със значим принос за развитието на науката, техниката и технологиите, и за издигане репутацията на България в световен мащаб.“ [7].

- **Награди „Питагор“ за съществен принос в развитието на науката**

През 2016 г. [8] Голямата награда „За цялостен принос в развитието на науката“ получи завършилият физика акад. Петър Кралчевски, който работи в областта на физикохимията и науката за колоидите. Автор е на 197 публикации, намерили широк отзвук в международната научна литература. В периода 2013 –2015 г. е ръководител на 14 индустриални проекта, чиито резултати са използвани за разработване на промишлени



образци и продукти. Той има съществени и оригинални приноси към физикохимията на течните повърхности и мицеларните разтвори, както и към механиката и термодинамиката на изкривени междуфазови граници и мембрани с отчитане приноса от повърхностните моменти.

През 2016 г. **Специална награда за значим принос на български учен, работещ в чужбина**, получи **проф. д-р Теньо Попминчев**, който оглавяваше научен екип в института *JILA (Joint Institute for Laboratory Astrophysics* – Обединен институт по лабораторна астрофизика) в щата Колорадо, за откритията му в областта на квантовата физика.

На церемонията по връчването на наградите „Питагор“ 2016 Софийският университет „Св. Климент Охридски“ получи наградата на един от партньорите на България в наукометрията – компанията **Томсън Ройтерс** за научна организация с **най-висок брой научни резултати в областта на физиката през изминалата година съгласно данните от *Web of Science (For the best performing Bulgarian institution in physics)***.

През 2015 г. [9] наградата „Питагор“ за **„Утвърден учен в природните науки и математиката“** получи **проф. д.фз.н. Стойчо Язаджиев** – преподавател във Физически факултет на СУ „Св. Климент Охридски“. Изследователската му дейност е фокусирана върху Общата теория на относителността и уравненията на Айнщайн.

През същата година наградата на специализираното издателство „Томсън Ройтерс“ за **публикации, които заемат първо място по трите показателя за високо научно качество (*Essential Science Indicators for highly cited, top and hot papers*)** получи **Институтът за ядрени изследвания и ядрена енергетика при БАН** в лицето на неговия зам.-директор чл.-кор. Чавдар Стоянов.

През 2014 г. [10] **Голямата награда за млад учен „Питагор“** беше поделена между тримата номинирани. Единият от тях е **гл. ас. д-р Андон Рангелов** от катедра „Теоретична физика“ на Физическия факултет при СУ „Св. Кл. Охридски“. За последните три години изследванията му са посветени на търсене на аналози на адиабатните квантови преходи в различни области на физиката – разработки с приложения в безжичното предаване на енергия и създаването на широкоспектърни поляризационни уреди и вълноводи със сериозен приложен потенциал.

През 2014 г. **награда „Питагор“ за учен със съществени интердисциплинарни постижения** получи **проф. д.фз.н. Пламен Иванов** от Института по физика на твърдото тяло към БАН. Той е пионер в изследването на системите от основни физиологични органи като мрежи и поставя началото на нова изследователска област, наречена мрежова физиология.

През същата година проф. Пламен Иванов, който в момента работи в Департамента по физика на Бостънския университет в САЩ, спечели грант от

1 млн. долара на Фондация *W. M. Keck* за провеждане на изследвания в областта на теорията и количествения анализ на мрежовата интеграция и координация на функциите на отделните органи и системи в човешкия организъм [11].

През 2013 г. [12] **Специална награда „Питагор“ за съществен принос в природните науки** получиха ръководителите на два научни колектива със съществен принос в най-голямото научно откритие в областта на физиката от началото на ХХІ в. – откриване на елементарната частица Хигс бозон: **доц. д-р Леандър Литов** от Физическия факултет на СУ „Св. Кл. Охридски“ и **проф. д-р Владимир Генчев** от Института за ядрени изследвания и ядрена енергетика към БАН.

- **Наградени учени – физици, в конкурса за високи научни постижения на СУБ**

В ежегодния конкурс за високи научни постижения бяха отличени [13]:

През 2015 г. физикът **чл.-кор. Ангел Стефанов** от Института за изследване на обществата и знанието на БАН за книгата „За вселенските загадки и други размишления в диалози“, издателство „Парадигма“, 2012, 124 стр. и пет самостоятелни статии в чуждестранни списания.

През 2014 г. в категорията „Естествени науки“ **доц. д-р Николай Минков** от Института по ядрени изследвания и ядрена енергетика към БАН за поредица от статии, публикувани през периода 2011 – 2013 г., свързани с модели на сложни деформирани ядра, симетрии и фина структура на ядрени спектри.

- **Отличени физици от БАН [14]**
 - **Награди в конкурса на БАН за високи научни постижения, посветен на 145-годишнината на Академията през 2014 г.**

В направление „Нанонауки, нови материали и технологии“ – **доц. Стефка Карталева** и колектив от Института по електроника за въвеждането и развитието на две нови направления в института – квантова оптика на пари от алкални метали и лазерна спектроскопия със свръхвисока разделителна способност на нанометрични и микрометрични слоеве от пари на алкални метали.

В направление „Астрономия, космически изследвания и технологии“ – **доц. Евгени Христов Семков** и колектив от Института по астрономия за цикъл от работи, свързани с изследване свойствата на новообразувани звезди.



- **Грамоти и юбилейни плакети на МОН на колективи от БАН, работили по проекти за над 1 млн. лева през последните 5 години**

Проект с координатор **акад. Александър Петров** и участници от Института по физика на твърдото тяло „Акад. Георги Наджаков“ по Седма рамкова програма на обща стойност 5 153 312 лв. В същия институт се изпълняват още три проекта по Седма рамкова програма за малко повече от 300 000 лв.

Научни колективи от Националния институт по метеорология и хидрология с ръководители **проф. Добри Димитров, проф. Йордан Марински, проф. Веселин Александров, доц. Анна Корчева, доц. Георги Корчев и доц. Емилия Георгиева** за научни проекти, финансирани по програми и проекти на Европейския съюз, на обща стойност над 3 млн. лв.

Колектив с ръководител **проф. д.т.н. инж. Петър Гецов** и астронома **доц. д-р Алексей Стоев** от Института за космически изследвания и технологии (ИКИТ) за проекта: „Национална изложба на космическите изследвания с планетариум“ на стойност 4 млн. лв.

- **Физици с престижни отличия на Българската академия на науките**

На 12 март 2015 г. отличието „**Марин Дринов**“ на лента получи**х** **чл.-кор. Чавдар Стоянов** – за принос в областта на ядрената физика, и **чл.-кор. Петър Атанасов** – за принос в областта на квантовата електроника. С Почетния знак за заслуги към Българска академия на науките бе награден **доц. Лъчезар Костов** за принос в областта на ядрената физика и ядрената енергетика.

На 25 март 2016 г. отличието „**Марин Дринов**“ на лента получи **проф. д-р Петко Витанов** за развитието на фотоволтаичното преобразуване на слънчевата енергия като технология за производство на електрическа енергия в страната, както и за популяризирането на чистите технологии за производство на енергия. С почетния знак „**Марин Дринов**“ за заслуги към Българската академия на науките бяха наградени: **проф. д-р Румен Каканак** за активната му дейност за развитие на научно-приложните изследвания и иновативни разработки в областта на микроелектрониката, оптоелектрониката, сензорите и наноструктурираните материали и нанотехнологии; **проф. д.фз.н. Екатерина Бъчварова** за участието ѝ в национални и международни проекти, както и за съществения ѝ принос в научната работа на НИМХ и БАН; **проф. д.фз.н. Веселин Ковачев** (посмъртно) за неговите забележителни постижения в криогенната техника и физиката на свръхпроводимостта.

- **Носители на именна стипендия „Акад. Георги Наджаков“ на фондация „Еврика“ за постижения в овладяването на знания в областта на физическите науки [15]**

За учебната 2013 – 2014 г. – **Станислав Хаджийски** от Физическия факултет на СУ „Св. Кл. Охридски“.

За учебната 2014 – 2015 г. – **Калоян Генков и Станислав Хаджийски** – двамата от Физическия факултет на СУ „Св. Кл. Охридски“.

За учебната 2015/2016 г. – **Чавдар Дуцов** от Физическия факултет на СУ „Св. Кл. Охридски“.

- **2014: Българска следа в Нобеловата награда за физика**

Проф. д.фз.н. Евгения Вълчева от Физическия факултет на Софийския университет е съавтор в 13 статии с нобеловите лауреати по физика за 2014 г. – физиците Акасаки и Аmano по проблеми, свързани с откритието им.

Проф. д.фз.н. Борис Арнаудов от същия факултет на Алма матер е поставил точката на дългогодишен спор, в който японците били на противоположното мнение [16].

- **Акад. А. Г. Петров открива престижен симпозиум в института „Нилс Бор“, Копенхаген**

На 29 август 2016 г. в историческата Аудитория А на Института „Нилс Бор“ акад. А. Г. Петров изнесе уводната лекция на Първия симпозиум по физика на възбудимите мембрани на тема: „Биофлексоелектричеството: Активен интерфейс на клетката с околната среда“ [17]. Тази лекция обобщава откритието и обяснението на едно ново явление в електромеханичните свойства на биологичните мембрани и резултатите от над 40-годишните изследвания на автора по него.

Изводът, направен в резултат на този преглед, е, че като физици и членове на Съюза на физиците в България има със какво да се гордеем. За период само от 3 години, и то в условията на криза, ентусиазмът и всеотдайността на българските изследователи в областта на физиката не са намалели и резултатите са забележими и в националното, и в Европейското, и в международното научно пространство. Те отварят и надеждни перспективи за бъдещото развитие на физическите науки.

Литература

- [1] Петров, А. Г., Р. Камбуrowa. Работният кабинет на академик Георги Наджаков. //Наука, бр. 4, 2014, с. 24-26)
- [2] <http://www.balkanphysicalunion.com/>
- [3] <http://www.iuvsta.org/>
- [4] <http://www.ems2015.eu/home.html>
- [5] <https://www.sciencenews.org/article/sn-10-scientists-to-watch-2016>

- [6] <https://www.sciencenews.org/article/tenio-popmintchev-laser-physicist-sn-10-scientists-watch>
- [7] Почетен знак на Президента на Република България за проф. д-р Теньо Попминчев. //Наука, бр. 3, 2016, с. 56-57.
- [8] Лазарова, П., В. Василева. Наградите „Питагор“ 2016 за съществен принос в развитието на науката. //Наука, бр. 3, 2016, с. 58-61.
- [9] Лазарова, П. Годишните награди „Питагор“ за съществен принос в науката. //Наука, бр. 4, 2015, с. 50-52.
- [10] Лазарова, П. Годишните награди „Питагор“ за съществен принос в науката за периода 2011–2013. //Наука, бр. 4, 2014, с. 65-68
- [11] <http://www.issp.bas.bg/category/news/>
- [12] Лазарова, П. Награди „Питагор“ за съществен принос в науката. //Наука, бр.4, 2013, с. 62-67
- [13] Наградени учени и научни трудове в конкурса на СУБ за високи научни постижения. //Наука, бр. 6, 2015, с. 10; бр. 6, 2014, с. 21.
- [14] <http://bas.bg/>
- [15] <http://www.evrika.org/>
- [16] <https://www.uni-sofia.bg/>
- [17] <http://www.nbi.ku.dk/english/>

THE SUCCESSES OF BULGARIAN PHYSICISTS BETWEEN TWO CONGRESSES

Alexander G. Petrov, Ana Georgieva, Penka Lazarova

In this paper we present the introductory talk at the III National Congress of Physical Sciences. In it we review the achievements in physical scientific research of colleagues, research teams and institutions for the period of 3 years after the previous Congress. These achievements are noticed and recognized in the national and international physics communities and corresponding awards and honors were given to their authors by the highest state institutions, foundations and scientific organizations. The role of the Union of physicists in Bulgaria in promoting them and developing and sustaining active national and international cooperation in the field of contemporary physical sciences and education is also noted. Hence the outlined achievements and the international cooperation of the Bulgarian scientists create the milestones and future prospective of the development of Bulgarian physical sciences.

ЗА ФИЗИЦИТЕ И ДЕЦАТА: ЕДНО 35-ГОДИШНО ПРИЯТЕЛСТВО*

Ренна Дюлгерова

В края на 2016 г. се навършват 35 години от началото на приятелството между физиците и децата в училище „Райна Княгиня“ в град Роман – деца, изоставени от родителите си на грижите на държавата или сираци. По този повод представители на институтите на БАН посетиха училището, поднесоха традиционните си коледни подаръци на децата и взеха участие в сърдечно тържество.

35-ата годишнина е прекрасен повод да си припомним началото на тази безпрецедентна мисия на физиците главно от БАН и Физическия факултет на Софийския университет. Всичко започва от решението на проф. Л. Заркова и проф. Б. Стефанов от Института по електроника да се погрижат за едно осиротяло дете, несправедливо разделено от сестричето си и изпратено в Роман. Те посещават училището и се връщат силно разтревожени от състоянието на децата и материалната база. Техният разказ поражда спонтанното желание у всички колеги от институтите на БАН на 8-ми км да се организират, за да помогнат на тези нещастни деца. Незабавно се събират голямо количество неща от първа необходимост – храна, топли дрехи и обувки, и в края на 1980 г., в навечерието на Новата година, Л. Заркова и Р. Дюлгерова посещават училището, предават подаръците и получават възможност да се запознаят по-добре с децата, учителите, персонала и условията на живот. Зимата не е много студена, но острият вятър поражда усещането за ужасен студ. Л. Заркова вече е преживяла шока от първото впечатление при вида на децата и го е споделила с Р. Дюлгерова. Независимо от това, гледката на стотиците деца – слаби, бледи, много мръсни, с остригани глави, с изплашени очи, облечени и обути в парцали, струпани в средата на калния двор, треперещи от студ, остава шокираща и незабравима. Човек не можеше да повярва, че у нас това е възможно. Истината обаче е такава. Оказва се, че в училището няма топла вода и възможност за елементарна хигиена, няма сапун и миешки препарати, няма отопление даже през зимата, за болните деца не се грижи медицинско лице, няма достатъчно средства за дрехи на децата и за наложителни ремонтни дейности, местната власт не само че не полага никакви грижи за тези деца, но проявява открито ненавистта си към тях. Най-вероятно и храната на децата е силно недостатъчна, като се вижда с какво настървение те се нахвърлят върху донесената храна.... От този момент започват

*Този материал беше докладван пред Клуба на физиците в края на 2016 г. .

системните грижи на физиците за децата и училището, продължаващи и досега, вече 35 години. Добре е да се отбележи, че през цялото време тези грижи се подкрепят безрезервно от всички – като се започне от председателите и ръководствата на БАН, директорите на институтите, учените и техните семейства, и се стигне до помощния персонал. Скоро е привлечен и Съюзът на физиците, което позволява още повече колеги да се присъединят към инициативата. Обединител на разностранната помощ от колегите във ФзФ и СФБ е доц. Антония Пеева. Тази светла личност става пример за всеотдайна обич и съпричастност към страданията и проблемите на нещастните деца, инициатор и изпълнител на много различни дейности.

Трудно е да се изброят всички полезни дейности, целящи подобряване живота на децата в това училище: преди всичко те са снабдявани периодично с храна, дрехи, обувки, учебни пособия и книги, игри, музикални инструменти, компютри, обзаведени са учебни кабинети, спортни кътове, проведени са различни ремонтни дейности, подарени са им кола и микробус, организирани са екскурзии и летни почивки, закупен им е летен лагер в с. Реселец чрез личната инициатива на доц. А. Пеева, осигурено е медицинско лице за училището, много деца са водени на операции и лечение в София, вземани на гости в София, оказвана е помощ при търсене на родители, разменяни са писма, поднасяни са им подаръци на всички празници през годините. Особено полезна се оказва помощта на колежата проф. М. Йовчев от ИЯИЯЕ – БАН за включването им в няколко европейски проекти, което силно повишава авторитета на учителите и училището до степен да бъде посочвано като образец за подобни училища в страната. В резултат на тези проекти групи деца посещават някои европейски страни, провеждат съвместни обучения с партньорите си, в училището се създава специалност за отглеждане на парникови растения, а учителите изготвят наръчник за отглеждане на билки. Добре е да се споменат и многобройните благотворителни изложби на изработените от децата мартеници, рисунки и ръчни изделия, провеждани в институтите на 8-ми км и в сградата на Централната администрация на БАН, чрез които всички колеги биваха зарадвани не само от възможността да помогнат със средства на децата, но и да получат за спомен прекрасни изделия, изработени от тях. Важно е да се спомене също така много активното участие на доц. А. Пеева в дейността, посветена на борбата ни за промяна на Закона за осиновяване на изоставените деца. Радостно е, че макар и след доста години, законът вече дава възможност подобни деца да могат да бъдат лесно осиновявани, така че да не изостават социално, захвърлени в подобни домове. В резултатите всеки може да се увери – в това училище, в което са отглеждани до триста деца, вече има само 20 (за съжаление те са толкова увредени, че трудно могат да бъдат осиновени).

Децата, които са посетени за първи път преди 35 години, вече са зрели хора, но и досега помнят и обичат своите първи приятели, защото най-важната страна на това приятелство с децата и учителите се оказва емоционалната. През онези години, в началото, благотворителността е почти непозната в страната ни, а и по-късно тя в никакъв случай не е престижна кауза – счита се за буржоазна отживелица. Никой, освен физиците, не посещава тези деца. Те се оказват техните единствени приятели и единствената подкрепа за учителите им. Нещата се променят много по-късно, след така наречените „демократични промени“, когато благотворителността става модна дейност, но въпреки това за децата физиците си остават техните най-верни, стари приятели, завинаги. Вероятно не след дълго това училище ще бъде закрито или трансформирано. В дома вече са останали съвсем малко деца, но и те продължават да се радват на подаръците и приятелството на физиците. Прекрасно е, че тази благородна дейност непрекъснато намира нови привърженици, без необходимост от реклама. Към постоянната група, в основата на която е физичката Елена Гайдаржиева от ИФТТ–БАН и цялото ѝ голямо семейство, през последните години се присъединяват доц. М. Приматарова от същия институт със съпруга си, както и гл. ас. М. Спасова от Института за полимери – БАН, чийто съпруг поема безвъзмездно стоматологичните грижи за децата.

Макар че те наистина заслужават, не е възможно да бъдат изброени имената на всички колежки и колеги от институтите на БАН на 8-ми км, от Физическия факултет на Софийския университет, от Съюза на физиците в България, както и от останалите звена на БАН и други организации, на техните семейства и приятели, на всички тези прекрасни хора с топли сърца, изпълнени с обич, които даже в най-трудните години, през които премина обществото ни, не преставаха да се грижат всеотдайно, от сърце, за нещастните деца, лишени от обич и нуждаещи се от помощ.

Заедно с децата и учителите са преживени много вълнуващи моменти – и хубави, и лоши, заедно са преодолявани много тежки проблеми, незабравими остават многобройните съвместни срещи и тържества по различни поводи, но това е истинското приятелство. А както казва Енрике Марискал: „Истинското приятелство – това е другото име на любовта“. Ето защо, много, много трудно е да се описва това приятелство чисто фактологично, спокойно, с безлични изречения. И още нещо. В добавка на своето академично благородство да предоставят безрезервно научните си достижения на цялото общество, чрез този жест на благотворителност към децата нашите прекрасни учени за сетен път доказват, че притежават изключително богатство от духовни ценности. Честваната годишнина на 35-годишното приятелство между физиците и децата от училище „Райна Княгиня“ в гр. Роман е един добър повод да се изрази благодарност и дълбоко уважение на всички тях за благородството и човешката им.



НАЦИОНАЛЕН ФЕСТИВАЛ „НАУКА НА СЦЕНАТА 6”

Ана Георгиева

Националният фестивал „Наука на сцената – 6“, се проведе от 28 до 30 октомври 2016 г. в град Севлиево. За първи път местният оргкомитет реши Фестивалът да се състои в СУ „Васил Левски“, от което са повечето активни организатори на събитието – директорът Тома Томев и екипът му – Иванка Тотева, Димитър Димитров, Теодора Конова, Евгения Пенчева. Вече традиционно съорганизатори на Националния организационен комитет „Наука на сцената“ за подготовка и провеждане на националния фестивал са Министерство на образованието и науката и Община Севлиево. Съюзът на физиците в България, поради исторически сложилите се обстоятелства, играе най-активна роля в осъществяване на програмата на Европейската асоциация на учителите по природни науки, тъй като първите европейски фестивали (2000 г. в ЦЕРН, Женева, 2002 г. в Гренобъл, Франция и 2003 г. в Нордуик, Холандия) са проведени като „Физика на сцената“ и оттогава България е участник в тях. На тазгодишния Фестивал беше осезаема съществената подкрепа и съдействие на Съюзите на химиците и биолозите в България. Активно съдействаха и Фондация „Еврика“, Националният ученически екопарламент, Съюзът на учените в България и Центърът за творческо обучение, София. Националният оргкомитет беше спонсориран от фондация „Комюнитас“ и лично дарение от почетния член на СФБ – нашия колега Костадин Янев. Местните организатори получиха финансова подкрепа от Фондация „Еврика“, М-Прес ООД, Бизнес сдружение „Севлиево 21 век“, Община Севлиево и др.

Основната цел на програмата „Наука на сцената“ е да повиши нивото на преподаване по естествените науки с цел създаване на едно по-добро

научно-образовано общество и насочване на повече млади хора към кариера в науката, инженерните и технологичните дисциплини. Националните фестивали, които се провеждат на всеки две години, дават възможност на учителите от всички форми и степени на образованието да представят своите идеи и проекти на щандове, работилници, семинари и изпълнения на сцена. Тези изяви на учители, заедно с екипи от техни ученици, повишават уменията им да представят своите подходи и опит в преподаването на естествените науки по един достъпен и оригинален начин и да разкриват възможностите и перспективите, които науката предоставя. Като израз на тези цели, логото на настоящия Фестивал, както и на следващия го в Дебрецен, Унгария, европейски фестивал е **„Изобретяване на бъдещето на научното образование“**.

Макар и с по-малко участници спрямо минали години – **111 ученици и 31 преподаватели от София, Кюстендил, Стара Загора, Първомай, Троян, Габрово и Севлиево**, Фестивалът успя да демонстрира **изследователския подход в обучението** по биология, физика, химия и математика и ролята на учителя, за да се запали интереса на учениците към науката.

Фестивалът протече в рамките на три дни (28, 29 и 30 октомври 2016 г.). Посрещането и регистрацията на участниците започна на 28 октомври 2016 г. в СУ „Васил Левски“. През този ден при много добра организация премина и подреждането на щандовете, както и репетициите на сценичните изяви по график, направен от организаторите.

Фестивалът бе открит в Актовата зала на СУ „В. Левски“ от проф. Ана Георгиева – председател на програмата „Наука на сцената“ в България. Като почетни гости на Фестивала присъстваха: Лиляна Друмева – съветник на министъра на образованието по въпросите на средното образование, която приветства присъстващите и прочете поздравителен адрес от името на зам.- министъра на образованието Диян Стаматов; Емилия Григорова – главен експерт към дирекция „Съдържание на предучилищното и училищното образование“; Катюша Станчева – старши експерт по природни науки и екология в РУО – Габрово, Иглика Събева – зам.- областен управител на Габрово; Красимира Йорданова – зам.-кмет в Община Севлиево; представители и членове на журито на Фестивала от Съюзите на физиците (проф. Иван Лалов), химиците (проф. Адриана Тафрова), биолозите (проф. Божидар Галуцов) и математиците (гл. ас. Йорданка Горчева) в България. Поздравителен адрес към участниците във Фестивала от името на Националния ученически екопарламент беше връчен от неговия почетен председател Милка Джиджова. Всички останали почетни гости на Фестивала също поздравиха участниците и организаторите.

Учители и ученици от Белгия, Ирландия, Испания, Италия и Чехия гостуваха на СУ „Васил Левски“, като част от екипа по проект **„Преподаването – ефективен ключ към самообучението“** на програма „Еразъм +“,

част от който е севлиевското училище. Те използваха възможността да се включат и във Фестивала, което направи програмата на тяхното посещение още по-богата и интересна. Авторът на проекта Стивън де Флоер – учител по математика от Белгия, поздрави участниците в програмата „Наука на сцената“ като отбеляза, че целите на проекта в голяма степен съвпадат с тези на Фестивала и те ще се върнат в своите училища с още нови идеи за повишаване на нивото на обучението по естествени науки.

В състезателния ден, 29 октомври, в Актовата зала бяха представени 3 пленарни семинара: „Музейко – първият детски научен музей у нас“, Н. Каравасилев от Детския научен център; „Да видим бъдещето в обучението по науки!“, И. Ангелова от Кариерен център на ЦО на БАН и „Преподаване и преживяване на науката“, Б. Папагалски от Центъра за творческо обучение. Преди последния семинар беше осъществена конферентна връзка с г-н Толга Ялдъръм, международен мениджър на програмата *Space Camp Turkey*, който поздрави всички участници във Фестивала и пожела успех на Севлиево в това начинание, благодари на фирма „Видима“ за спонсорството на програмата *Space Camp* и на г-жа Сабие Ходжева затова, че популяризира програмата в Севлиево и спомага да има толкова успешни участници от Севлиево, като един от най-активните градове в тази програма. Всяка година ученици от СУ „В. Левски“ се включват в летните образователни лагери на *Space Camp Turkey*.

На 29 октомври се осъществи и **представянето на проектите** по програмата, подготвена от организаторите. Всички учители и ученици представиха своите проекти в рамките на деня на **щандове**. Като допълнително предимство беше и представянето им по избор на учителите като **работилници или семинари**, които вървяха успоредно. В актовата зала се играха от ученици и 3 **представления на сцена**, които привлякоха интереса и овациите на публиката.

Основната тема на Фестивала, определена от Международния организационен комитет (МОК), която обединява всички представени проекти, е „**Изследователски базираното обучение**“. Тази година, категориите на представените проекти, също определени от МОК, бяха следните:

- **Наука за най-малките**

Проекти за пред- и начално училищно образование.

- **Науката и околната среда**

Проекти, в които науката се използва за изследване на околната среда, здравни проблеми и за устойчивостта на решенията им.

- **Информационни и комуникационни технологии в научното обучение**

Проекти, в които се използват информационни и комуникационни технологии в класната стая.

- **Приобщаваща наука**

Проекти, които са адресирани към деца със социално-икономически, родови и културни неравенства.

- **Сътрудничество в научното обучение**

Проекти, разработени в сътрудничество с други училища, университети или индустрията.

- **Евтина наука**

Проекти, които са лесни за осъществяване и могат да бъдат направени от всеки.

- **Съвместни проекти**

За участвалите в предишен фестивал, кандидатстване със съвместен проект с колега, с който са установили контакт.

Участниците в международния фестивал се определят на националните фестивали, които имат състезателен характер. За четирите форми на представяне на проектите в Националния фестивал „Наука на сцената – 6” от Националния организационен комитет бяха определени журита с председател проф. Иван Лалов – ФзФ на СУ „Климент Охридски”, зам.-председател на СФБ и почетен председател на програмата „Наука на сцената”, със следния състав:

Жури: Щандове

1. Проф. Иван Лалов – СФБ, ФзФ – СУ
2. Гл. ас. д-р Клавдий Тютюлков – ФзФ – СУ
3. Доц. д-р Александрия Генджова – СХБ
4. Проф. Божидар Галуцов – председател на СББ
5. Григор Цанков – фондация „Еврика”
6. Лили Атанасова – СФБ, МУ – София
7. Проф. д-р Теменужка Йовчева – СФБ, ПУ „Паисий Хилендарски”

Жури: Работилници

1. Проф. д-р Адриана Тафрова – СХБ
2. Проф. дфн. Евгения Вълчева – СФБ, ФзФ – СУ
3. Доц. д-р Радост Василева – СФБ, ЮЗУ

Жури: Семинари

1. Милка Джиджова – СФБ, Национален ученически екопарламент
2. Гл. ас. д-р Йорданка Горчева – СМБ
3. Проф. дтн. Сашка Александрова – СФБ, ТУ – София

Жури: Представления на сцена

1. Пенка Лазарова – СФБ, Съюз на учените в България
2. Боряна Кадмонова – фондация „Еврика”

За оценката на представените проекти, журито бе ръководено от следните **критерии**:

- да провокират сред учениците интерес към научните дисциплини;

- да са свързани с всекидневния живот;
- да имат постоянен и стабилен ефект;
- да са осъществими във всекидневната научна среда;
- да изискват разумни разходи за осъществяването си.

Журито много обективно и внимателно се запозна с всеки от проектите, във всички форми на представянето им и с всички участници в тях и даде обективна оценка, която явно открии най-достойните да представят България на европейския фестивал в Дебрецен. Макар определянето на победителите никак да не беше лесно, **окончателното класиране** на проектите според представените от журитата протоколи е следното:

1. Мариянка Георгиева Христова, ДГ „Радост“, Севлиево
Тема: „Мини биоградинка на група „Слънце““
Категория: Наука за най-малките, предмет: Биология/5 – 6 г.
Семинар – I място, щанд – II място
2. Надя Иванова Кискинова, Народна астрономическа обсерватория „Юрий Гагарин“, Стара Загора
Тема: „Любителската астрономия в България“
Категория: Информационни и комуникационни технологии в научното обучение, предмет: Астрономия/14 – 19 г.
Семинар – II място; щанд – I място
3. Даниела Сергиева Георгиева, 5 ОУ „Христо Ботев“, Кюстендил
Категория: Наука за най-малките, предмет: природни науки/10 г.
Щанд – III място, работилница – II място;
4. Никола Огнянов Каравасилев, СМГ „Паисий Хилендарски“, София
Тема: „Магнитни явления с подръчни материали“
Категория: Евтина наука, предмет: физика и астрономия/14 – 19 г.
Работилница – I място;
5. Златка Христова Гарова, СУ „Проф. д-р Асен Златаров“, Първомай
Тема: „Обогатяване на научната грамотност на учениците чрез допълнителни дейности в есенно училище за нанохимия и нанотехнологии“
Категория: Сътрудничество в научното обучение, предмет: химия и физика/14 г.
Работилница – III място;
6. Тонка Иванова Колева, Търговска гимназия „Княз Симеон Търновски“, Стара Загора
Тема: „Да си изградим наука“
Категория: Наука и околна среда, предмет: физика/14-19 г.
Семинар – III място
7. Камелия Тодорова, СУ „Васил Левски“, Севлиево
Тема: „Моите първи опити – „Изпитанията на Фродо“.

Категория: Наука и околна среда, предмет: химия и физика/12 г.

Представление на сцена – I място.

Награждаването и закриването на шестото издание на Фестивала се състоя на 30 октомври. На класираните на първите три места в различните форми бяха връчени плакет за училището, грамоти и предметни награди осигурени от спонсорите. Всички участници във Фестивала получиха сертификати за своето участие.

Допълнителна награда – детска електронна игра, запознаваща най-малките с явлението проводимост, бе връчена на ДГ „Радост“, Севлиево, от **Центъра за творческо обучение, гр. София**. По решение на Управителния съвет на **Националния ученически екопарламент** с грамоти бяха отличени всички разработки с екологична насоченост, участвали на Националния фестивал „Наука на сцената б“ в Севлиево. По традиция **издателство „Аз Буки“** връчва специална награда на Националния кръг на „Наука на сцената“. Тази година за неин получател бе избран Тома Томев, директор на СУ „Васил Левски“ – Севлиево. Училището е **дългогодишен съорганизатор, а тази година беше и домакин** на Фестивала. Малко след Фестивала СУ „Васил Левски“ отбеляза своята 130-годишнина. Планираните тържества бяха на 24 и 25 ноември, когато бяха проведени ден на отворените врати, среща на поколенията с изявени възпитаници на училището, изложба и концерт.

На закриването на Фестивала публиката беше трогната от чудесното изпълнение на песента „Забляяло ми агънце“ от седмокласник от Севлиево и на поздрава до участниците във Фестивала по случай настъпващия на 1 ноември голям празник – Ден на народните будители, от малките ученици от 5 ОУ „Христо Ботев“, Кюстендил.

На закриването Националният организационен комитет изказа благодарност на колектива на СУ „Васил Левски“ с директор **Тома Томев** за организацията на Фестивала, както и на местния организационен комитет. В подготовката и провеждането на Фестивала взеха участие много ученици и учители от СУ „Васил Левски“. От месец август беше активиран сайтът, изработен от преподавателя по български език и литература от СУ „Васил Левски“ **Димитър Димитров**, на който беше качена пълна информация, както за историята на Фестивала, така също и за организацията на националното издание на български и английски език. Цялостният сценарий на откриването и закриването в актовата зала на СУ „Васил Левски“ беше подготвен от учителката по музика от същото училище **Евгения Пенчева**.

Медийното отразяване на Фестивала от нашия медиен партньор Национално издателство „АзБуки“ бе свързано с предварителното популяризиране на Фестивала и целите му „Науката на сцената за шести път“, (бр. 40, 29.9 – 2.11.2016), провеждането му (бр. 43, 27.10 – 2.11.2016) и резултатите от него – наградените проекти (бр. 44, 3 – 9 ноември 2016). Материал за фести-

вала се появи и в Севлиевското електронното издание „Севлиево он лайн“. Във Фейсбук страницата на Фестивала се появиха снимки и коментари от събитието.

В заключение можем да направим следните изводи:

1. **Тази година във Фестивала участваха по-малко проекти отколкото на предишните му издания.** Възможни причини за това може би са влизането в сила на новия Закон за училищното и предучилищното образование с началото на учебната година, което изключително натовари директорите и учителите в България; смяната на министъра, екипа му и експерта по физика в МОН.
2. **Представените проекти бяха на високо ниво,** главно ориентирани към извънкласни занимания с учениците и от вече участвали в предишни фестивали преподаватели. Изводите в това отношение са ясни: многократно повтаряният факт, че часовете по естествените науки в програмата на българските училища са недостатъчни и че фестивалът наистина служи за обмяна и трупане на опит от преподавателите.
3. Нараства интересът и ентузиазмът на **преподавателите на най-малките ученици** в предучилищно и начално училищно ниво да ги увличат в самостоятелни занимания и експерименти, чрез които да ги запознават с природните науки. Например участието на Детска градина „Радост“ беше оригинално, научно обосновано и забавно представено.
4. Значителен интерес и сред учители, и сред ученици има към работата по **екологични проекти**, които от една страна, обединяват приложенията на всички естествени науки, а от друга – имат и осезаем ефект върху заобикалящата ни среда и обществеността.
5. В родните ни училища все по-голямо приложение намират **създаването на учебни материали и експериментите, осъществени с подръчни средства** и материали. Това е тенденция не само у нас, където причината може да се търси и във финансирането, а и в другите европейски страни, което показва, че такъв подход има и ролята да развива изобретателността и търсенето на практични приложения на изучавания учебен материал по природни науки.
6. От страна на учените и преподавателите в университетите, както и от страна на професионалните съюзи на физици, химици, биолози и математици, програмата „Наука на сцената“ среща активна подкрепа и редица изтъкнати техни представители се включват в нейната организация, като я пропагандират сред учителите и като участници в журитата. Това укрепва и връзките между тях самите, което, само по себе си, е една положителна тенденция.

Занапред трябва да развием тази тенденция и да започнем да работим съвместно с учителите за повишаване на нивото на преподаване и интереса на младите хора към естествените науки. Разбира се, в това отношение ни е необходимо разбиране и съдействие от страна на МОН. При провеждането на 6-ия фестивал „Наука на сцената“, макар и сравнително късно, срещнахме добра подкрепа и разбиране от страна на министерството. Надявам се тази тенденция да е устойчива и да се насочи и към създаване и усилване на връзките между средното, висшето образование и науките.

АБОНАМЕНТ И РАЗПРОСТРАНЕНИЕ

Абонамент за 1 година (4 книжки) – 16 лв., за пенсионери и студенти – 8 лв.
Ако желаете да се абонирате – пишете на worldofphysics@abv.bg

Броеве от списанието можете да намерите на следните места:

София

- Книжарница на БАН: София 1000, ул. „15 ноември“ 1, тел. (02) 987 97 86
- Книжарницата на Математически факултет на СУ „Св. Климент Охридски“:

София 1164, бул. „Джеймс Баучър“ 5

- Книжарница „Нисим“, бул. „В. Левски“ 59
- Съюз на физиците в България, Физически факултет,
СУ „Св. Климент Охридски“: София 1164, бул. „Джеймс Баучър“ 5,
тел. +359 2 62 76 60, e-mail: upb@phys.uni-sofia.bg

Варна

- Народна астрономическа обсерватория и планетариум „Николай Коперник“, Приморски парк 4
-

РОБЕРТ ПОПИЦ
(1933 – 2016)



На 7.11.2016 г., в Деня на медицинската физика, на която посвети живота си, ни напусна видният български физик и Почетен член на Съюза на физиците в България Роберт Курт Попиц.

Той беше изявен представител на приложната и медицинската физика у нас и учител на поколения медицински физици. Приносите и постижения му са в различни направления на медицинската физика – дозиметрия, йонизиращи лъчения и лъчезащита.

Роберт Попиц е роден е на 30 ноември 1933 г. в гр. Русе, в семейство на германец, представител на немски и австрийски фирми за текстилни машини и материали в България и българка, учителка по английски език в Русе, от известния възрожденски род на хаджи Ангел от Севлиево. След завършване на Техникума по електротехника и приложна дейност през 1953 г. работи в Русенски завод и в Окръжната болница в Русе. Записва и следва физика във Физико-математическия факултет на Софийския университет.

След завършване на висшето си образование през 1961 г. и защита на дипломна работа с ръководител проф. Александър Раев на тема от областта на магнетроните, той постъпва на работа в Рентгеновия отдел на Министерството на народното здраве, а впоследствие е назначен за асистент в тогавашния ИСУЛ, където работи до пенсионирането си през 1995 г. В периода от 1995 г. до 2004 г. е хоноруван преподавател по медицинска физика в Шуменския, Пловдивския и Софийския университет.

От 1970 г. Роберт Попиц е член на Съюза на учените в България и на Съюза на физиците в България. Секретар е на Републиканското научно дружество по биомедицинска физика и техника (1972 – 1980). От 1997 до 2001 г. заема високи държавни постове в Агенцията за ядрено регулиране: зам.-председател, и.д. председател и председател.

Роберт Попиц е автор на над 40 научни статии, на две рационализации, на научните монографии „Радиологична техника и лъчезащита“ (в съавторство с Г. Митров и Д. Добрев, изд. „Техника“, 1968) и „Ядренофизическите методи в медицинската диагностика“ (изд. „Наука и изкуство“, 1973), на два учебника: „Записки по рентгенова физика“ (1967) и „Записки по лъчезащита“ (1968), на редица научно-популярни статии, както и на две актуални книги: „Живот с радиация. Дози, риск, защита“ (изд. „Лодос“, София, 1989, 2003) и „Атомният кошмар. Из историята на първите атомни и водородни бомби“ (изд. „Лодос“, София, 2005).

Три мандата е бил член на Управителния съвет и един мандат член на Централната контролна комисия на Съюза на физиците в България. През периода 1992 – 2007 г. е член на редакционната колегия на сп. „Светът на физиката“.

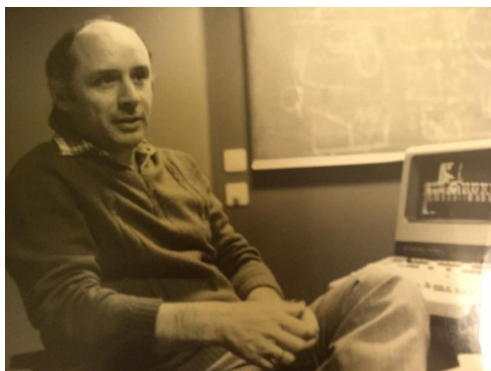
За своята ползотворна творческа, приложна и организационна дейност Роберт Попиц е избран за Почетен член на Съюза на физиците в България и на Дружеството по биомедицинска физика.

Сред физическата колегия Роберт Попиц беше известен не само с изследователската, преподавателската, приложната и популяризаторската си дейност, но и като човек с богата обща култура, любител на класическата музика и планините, забавен събеседник, най-елегантния танцьор на ежегодните в недалечното минало Балове на физика, както и с високия си академичен и човешки морал, етичност и колегиалност.

Сбогом, колега и приятелю Роберт!

Управителен съвет на Съюза на физиците в България

ПРОФЕСОР ДБН НАУМ ЯКИМОВ
(1943 – 2016)



На 18 декември 2016 г. ни напусна проф. дбн НАУМ ЯКИМОВ – един изключителен колега и приятел, учен, преподавател и организатор на науката. Роден е на 21 октомври 1943 г. в София. През 1968 г. завършва физика – производствен профил, специалност „Радиофизика и електроника“ във Физическия факултет на СУ „Св. Климент Охридски“ и постъпва на работа в Института по физиология (ИФ) на БАН, където работи до 1997 г. Успешно защитава кандидатска дисертация в Ленинград. Преминава през всички степени на служебната йерархия, като след защитена дисертация за „доктор на науките“ през 1988 г. е избран за ст.н.с. I ст. (професор). През периода 1989 – 1993 г. е бил ръководител на проблемна група „Механизми на възприятието“ към секция „Преработка на зрителна информация“ в ИФ.

Изследователската му дейност е в областта на невронауките и на психофизиологията и психофизиката на зрителното възприятие. Автор и съавтор е на повече от 90 научни публикации, за които са открити над 400 цитирания. Съавтор е на три изобретения и една рационализация. Бил е ръководител на докторанти. Книгата му „Мозъкът“, издадена през 1984 г., се ползва и като учебник. Ръководил е редица национални и международни научноизследователски проекти. От 1999 г. е член на редколегията на сп. „*Acta Neurobiologiae Experimentalis*“, а от 1992 до 2005 г. е главен редактор на сп. „*Acta Physiologica et Pharmacologica Bulgarica*“.

Научно-организационна му дейност е тясно свързана с Българската академия на науките, където от 1992 до 2007 г. беше главен научен секретар, а през периода 2006 – 2007 г. и зам.-председател на Академията.

Проф. Наум Якимов е един от първите преподаватели в Нов български университет (от 1991 г.), където от 1997 г. е и професор. Има активна преподавателска дейност.

давателска дейност и в НАТФИЗ. От 1995 г. е редовен член на Българска национална академия по медицина.

Многобройни са неговите участия в ръководства на национални и международни съвети, научни дружества, комисии и др.: председател на УС на Института по администрация и управление на Франкофонията в София; председател на Експертния съвет на фондация „Невронауки и поведение“; председател на УС на Националния доверителен Екофонд; член на Съвета на директорите на Международния център за изследване на Черно море в Атина, Гърция; член на Националния съвет за научни изследвания към министъра на образованието и науката; член на УС на Европейската научна фондация; член на Експертната комисия на НАТО за научна и технологична политика и организация; председател на Българо-Американската комисия за образователен обмен „Фулбрайт“; член на Националната комисия за ЮНЕСКО; член на Голямото жури за присъждане на наградата „Мария Кюри“ на Дирекция „Научни изследвания“ към ЕК; член на Управителния съвет и председател на Комисията по етика на Съюза на учените в България и мн. др.

За своята многостранна научна и организационна дейност е получавал множество национални и международни награди и отличия.

Въпреки многобройните си ангажменти проф. Якимов никога не прекъсна връзката си с физическата колегия. Беше всеотдаен колега, подкрепяше проявите на Съюза на физиците в България, чийто член беше, и с готовност приемаше покани за участието си в тях. Беше автор и съавтор на голям брой научно-популярни статии и сценарии за научно-популярни филми, като участваше и при създаването на много от тях.

Пристрастен към проблемите на науката, проф. Якимов беше учен с международна известност, човек с голяма обществена активност, обаятелна личност, пример за етичност и колегиалност.

Поклон пред светлата му памет!

Управителен съвет на Съюза на физиците в България

ИЗИСКВАНИЯ КЪМ ПОСТЪПВАЩИТЕ МАТЕРИАЛИ

Статии до редакцията се изпращат на адрес: worldofphysics@abv.bg. Като прикачени файлове изпратете текста, фигурите и pdf версия на цялата статия. Получаването им се потвърждава с обратен е-мейл. Ако не сте получили потвърждение до 10 дни, съществува възможността Вашата статия да не е получена и следва да изпратите файловете отново.

Редакционната колегия може да откаже да публикува или да върне за корекции статиите, които, по преценка на представящия редактор или на главния редактор, не отговарят на основните изисквания за научност, оригиналност и стил на изложението.

Материали, които вече са публикувани някъде или са под печат в друго списание, няма да бъдат публикувани. Публикуването на представените материали се определя от препоръките на рецензентите.

Редакторите могат да редактират ръкописите, когато това е необходимо.

Публикуването в това списание е безплатно за авторите.

УКАЗАНИЯ КЪМ АВТОРИТЕ

Статиите да не надхвърлят 10–15 страници (включително със снимки, фигури). За текста на статиите може да се използва Word или Writer.

1. Текстът да няма специално оформление (освен болд, курсив и главни букви):

- да е **без колони**, да няма **нищо в табличен вид** (освен ако не става въпрос за таблици);

- за **отстъп** при нов ред да се използва First line Indent, а не табулация;

- разделянето, примерно на формула и след нея номер, да става с табулация, а не с многобройни интервали;

- да не се използват интервали като средство за някакво оформление.

2. Задължително целият текст да е **редактиран и коригиран** (да няма печатни и правописни грешки).

3. **Бележките под линия** да не са оформени като footnote, а да са накрая на съответния материал.

4. **Фигурите и снимките** да са на отделен файл с отбелязано място в самия файл за местоположението им. Ако са от интернет, да бъдат с резолюция поне 250 пиксела. Ще са цветни в онлайн версията на списанието.

5. **Използваната литература** трябва да съдържа литературни източници, които са достъпни за проверка.

6. Допълнителна информация – **информация за автора** на статията: име, длъжност, месторабота, академично звание, научна степен, контакти; **резюме**, **заглавие** и **име** на автора на английски;

**Издаването на настоящия брой на списанието
е с финансовата подкрепа на
Европейското физическо дружество.**



НАШИТЕ АВТОРИ:

Сашка Александрова – проф. дтн, Технически университет, София;

Игорь Иванов – д-р, CFTP, Technical University of Lisbon, Portugal;

Бойко Георгиев – Съюз на физиците в България;

Емил Влахов – доц. д-р, Институт по физика на твърдото тяло, БАН;

Чавдар Стоянов – чл.кор. дфн, Институт за ядрени изследвания и ядрена енергетика, БАН

Александър Г. Петров – акад. дфн, Институт по физика на твърдото тяло, БАН;

Ана Георгиева – Съюз на физиците в България;

Пенка Лазарова – Съюз на учените в България;

Ренна Дюлгерова – проф. дфн, асоцииран член на Институт по физика на твърдото тяло, БАН

Key Objectives

Improve the existing research potential of the Institute of Solid State Physics at the Bulgarian Academy of Sciences.

Increase the impact of INERA teams' interactions in key technologies of nanosciences, with scientific and non-scientific representatives, within the European Research Area and the region.

Implement measures and activities to protect the Institute's Intellectual Property and Innovation Capacity.



Partners

Department of Chemical Engineering and Chemical Technology, Imperial College, UK

Department of Engineering Sciences, Uppsala University, Sweden

Institute of Physics at Polish Academy of Sciences, Poland

National Institute for Lasers, Plasma and Radiation Physics, Romania

International Laboratory for High Magnetic Fields and Low Temperature Physics, Poland

Fachbereich Technik, Bielefeld University of Applied Sciences, Germany

The Liquid Crystal Laboratory at National Research Council and the University of Calabria, Italy

Department of Applied Physics, Eindhoven University of Technology, The Netherlands

Work Groups

WG 1: Graphene and carbon nanotubes growth and implementation (Leader: Assoc. Prof. P. Rafailov)

WG 2: Magnetoelectric single crystals and magnetron-sputtered thin films structures and their implementation (Leader: Prof. M. Gospodinov)

WG 3: Smart window-electrochromic devices and electrochemical splitting of water (Leader: Prof. K. Gesheva)

WG 4: Nanomembrane and liquid crystal nanostructures: research and applications (Leader: Assoc. Prof. Y. Marinov)

WG 5: Lasers and laser assisted annealing of nanostructures (Leader: Assoc. Prof. T. Petrov)

Work Packages

WP 1: Strengthening research infrastructure (Leader: Assoc. Prof. Y. Marinov)

WP 2: ISSP-BAS research organisation and recruitment (Leader: Prof. N. Tonchev)

WP 3: Exchange of knowledge and mobility (Leader: Assoc. Prof. E. Dimova)

WP 4: Innovation capacity building (Leader: Assoc. Prof. M. Grozeva)

WP 5: Strengthening visibility - Integration of ISSP-BAS in ERA as a major player (Leader: Prof. K. Gesheva)

WP 6: Project dissemination (Leader: Prof. H. Chamati)

WP 7: Project management (Leader: Assoc. Prof. E. Vlahov)

WP 8: Evaluation of ISSP-BAS research strategy (Leader: Acad. A.G. Petrov)

СВЕТЪТ НА ФИЗИКАТА 3-4'2016 THE WORLD OF PHYSICS 3-4'2016

СЪДЪРЖАНИЕ

РЕДАКЦИОННО

НАГРАДИ

– С. Александрова – Нобеловата награда по физика за 2016 г.

НАУКА

– И. Иванов – Линията за производство на антиводород в действие при експеримента ASACUSA в ЦЕРН

НАУЧНИ НОВИНИ

– С. Александрова – Първо директно доказателство за съществуването на гравитационните вълни

НАУЧНИ ПРОЕКТИ

– Е. Влахов – Проектът ИНЕРА-316309 като основа за иновативното развитие на ИФТТ – БАН и включването му в Европейското изследователско пространство

ИСТОРИЯ

– Ч. Стоянов – 60 години Обединен институт за ядрени изследвания – Дубна

– С. Александрова – Махалото на Фуко – първото нагледно доказателство за въртенето на Земята

– А.Г. Петров, А. Георгиева, П. Лазарова – Успехите на българските физици между два конгреса

НАУКА И ОБЩЕСТВО

– Р. Дюлгерова – За физиците и децата: едно 35-годишно приятелство

– А. Георгиева – Национален фестивал „Наука на сцената 6”

IN MEMORIAM

– Роберт Попиц

– Проф. дбн Наум Якимов

CONTENTS

EDITORIAL61

AWARDS

– S. Alexandrova – Nobel Prize in Physics 201662

SCIENCE

– I. Ivanov – The production of beam of antihydrogen atoms in ASACUSA experiment at CERN67

SCIENCE NEWS

– S. Alexandrova – First direct evidence for existence of gravitational waves77

SCIENTIFIC PROJECTS

– E. Vlahov – Project INERA-316309 as a basis for the innovative development of Institute of Solid State Physics at BAS and its integration in the European Research Area81

HISTORY

– Ch. Stoyanov – 60 years Joint Institute for Nuclear Research – Dubna88

– S. Alexandrova – Foucault pendulum – the first simple proof of the rotation of the Earth94

– A.G. Petrov, A. Georgieva, P. Lazarova – The successes of Bulgarian physicists between two congresses97

SCIENCE AND SOCIETY

– R. Dulgerova – For physicists and children: a 35-year-old friendship104

– A. Georgieva – National Festival „Science on Stage 6”107

IN MEMORIAM

– Robert Popitz115

– Prof. DSc Naum Yakimoff117