



СЪЮЗ
НА ФИЗИЦИТЕ
В БЪЛГАРИЯ

2'20

СВЕТЪТ
СВЕТЪТ
СВЕТЪТ
СВЕТЪТ

НА

ФИЗИКАТА



С В Е Т Ъ Т Н А Ф И З И К А Т А

том XLIII, кн. 2, 2020 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, Мариана Кънева

ОТГОВОРЕН СЕКРЕТАР

Пенка Лазарова

ЧЛЕНОВЕ

Иван Лалов, Евгени Попов,
Питър Таунсенд, Радостина
Камбурова, Борислав Павлов,
Светлен Тончев, Желязка
Райкова, Игорь Масляницын,
Михай Анастасеску, Лилия
Атанасова

РЕДАКЦИОНЕН СЪВЕТ

Александър Г. Петров, Николай В.
Витанов, Чавдар Стоянов,
Николай К. Витанов, Лъчезар
Аврамов, Хассан Шамати,
Евгения Вълчева

ВОДЕЩ БРОЯ: Сашка Александрова

EDITORIAL STAFF

EDITOR-IN-CHIEF

Sashka Alexandrova

VICE EDITOR-IN-CHIEF

Ana Georgieva, Mariana Kuneva

EXECUTIVE SECRETARY

Penka Lazarova

MEMBERS

Ivan Lalov, Evgeni Popov,
Peter Townsend, Radostina
Kamburova, Borislav Pavlov,
Svetlen Tonchev, Zhelyazka
Raykova, Igor Maslyanitsyn,
Mihai Anastasescu, Liliya
Atanasova

EDITORIAL COUNCIL

Alexander G. Petrov, Nikolay V.
Vitanov, Chavdar Stoyanov,
Nikolay K. Vitanov, Lachezar
Avramov, Hassan Chamati,
Evgenia Valcheva

VOLUME EDITOR: Sashka Alexandrova

АДРЕС НА РЕДАКЦИЯТА:

Бул. „Джеймс Баучер“ №5,
1164 София

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

Отмина второто десетилетие на века (2010 – 2020), белязано от значителен напредък в областта на науката и технологиите. През тези години отбелязахме 100 години от от две емблематични за на второто десетилетие на отминалия XX век открития – Теорията на относителността и Квантовата механика. Това са златните години на физиката, довели до смяната на установените принципи на класическата физика, променяйки представите ни за света, в който живеем – за пространството и времето, и за микросвета на субатомните частици. 100 години са дълъг период, през който науката следва своя ход, свързан с развитието на техниката и технологиите. Полетяхме в Космоса, създадохме транзисторите и интегралните схеми, появиха се компютрите.

Ако се опитаме да сравним вторите десетилетия от двата века, XX и XXI, годините 2010 – 2020 може да ни се сторят скучни. Дали това обаче е така? Какво показаха постиженията във физиката за този период? Можем ли на базата на тези постижения да предскажем какво ни очаква през следващото десетилетие? Очакват ли ни нови, променящи знанията ни за света открития? Известно е, че предвижданията за бъдещето са трудно занимание. Откритията не стават по желание или заповед. Пробивите идват най-често от чистата наука. Както пише професор Жан-Пиер Бургуньон (*Jean-Pierre Bourguignon*), председател на Европейския съвет за научни изследвания, до края на 2019 г. *„Всички технологии използват природни явления. Тези явления съществуват в света, независимо от нашите желания. Не че един ден някой е решил, че са необходими по-добри средства за комуникация и тогава друг е открил електромагнитните вълни. Те бяха открити от Хайнрих Херц, разкривайки красотата на физиката. Той основава работата си на теоретичните резултати на сър Джеймс Кларк Максвел“.*

Много списания и интернет страници представиха класиране на направените открития в областта на физиката, генетиката и технологиите за изминалото десетилетие. Често оценки дават не само доказали се учени, но и потребители на невероятните до преди 100 години инструменти, с които физиката и технологиите ни снабдиха. В настоящия брой представяме някои от важните открития във физиката за този период. Включени са и постижения в технологиите, които са директно свързани с постижения на физиката, както и прогнози за следващото десетилетие. За повечето от тези открития нашето списание вече е информирало своите читатели.

И така, откъде ще дойдат пробивите през следващото десетилетие? Дали това ще са квантовите компютри, нови свръхпроводящи материали, разкриване природата на тъмната материя, тайнствената „тъмна енергия“, или дори създаване на „нова“ физика извън Стандартния модел?

Полето за работа по тези вълнуващи проблеми е широко отворено за всички. От този брой по идея на клон „Космос“ към СФБ списанието стартира нова рубрика „35 под 35“. В нея под формата на интервю ще ви представяме млади успели българи, които имат принос в развитието на науката и популяризирането ѝ по света.

Често като ориентир за постиженията ни служат Нобеловите награди. Те често се присъждат за открития с десетилетна давност, но фокусират вниманието върху определени теми и открити въпроси. Откритията, за които тези награди се дават, показват силата на човешкия ум, който постига невероятни резултати с дълъг упорит труд. Идва обаче поредният октомври и поредните лауреати са обявени от Нобеловия комитет. Преди да научи за тях целият свят, научават самите те. Интересът на широката публика не се изчерпва с информацията за постиженията на лауреатите. Как реагират и какви емоции ги обземат разказваме в настоящия брой.

XX век ни донесе знанията за строежа на атома. Тази „неделима“ частица се оказа твърде загадъчна, последваха ядра, елементарни частици, кварки. Но и ядрата се оказаха сложни структури, някои се оказаха „екзотични“. Какво представляват екзотичните ядра и какви са необичайните им свойства разказва първата статия на настоящия брой. Изучаването им е тясно свързано с проблема за нуклеосинтеза в ранната Вселена и с този за произхода на елементите. Ядрените реакции с участието на екзотични ядра играят важна роля в еволюцията на звездите.

Завършва поредицата статии по приложение на физични методи и техники в други области на науката – използване на лазерни технологии при консервация и реставрация на кавалетна живопис.

Ще се докоснем и до живота на един от четиримата основатели на квантовата електродинамика – Фрийман Дайсън (*Freeman Dyson*). Другите трима, Томонага, Швингер и Файнман (*Shinichiro Tomonaga, Julian Schwinger, Richard Feynman*), получават Нобеловата награда за 1965 г. Дайсън по своя неподражаем начин казва, че е много по-добре, когато хората питат защо не сте получили Нобелова награда, а не защо сте я получили. Неговите приноси са в множество области, включително в ядрената техника, физиката на кондензираната материя, астрофизиката, биологията и приложната математика. На страницата на Института за авангардни изследвания той е описан като привърженик на космическите пътувания, футурист, вечен докторант, бунтар срещу съществуващите идеи, включително собствените си, учен и писател, който мечтае сред звездите. Представа за него дава откъс от негово писмо: *„Днес открих малка теорема, която ми достави много невероятни моменти на удоволствие. Красива е и падна в ръката ми като бижу от небето“*.

Сашка Александрова,
главен редактор на „Светът на физиката“

ЕКЗОТИЧНИ ЯДРА

Чавдар Стоянов, Динко Динев

1. Какво представляват екзотичните ядра

Откриването през 1911 г. от Е. Ръдърфорд, Х. Гайгер и Е. Марсден на атомното ядро се нарежда сред най-значимите събития във физиката. Атомните ядра са основният градивен камък на видимата заобикаляща ни материя – 99% от тази материя е концентрирана в тях.

Досега са открити 3300 ядра. От тях обаче само 198 са стабилни и 86 са метастабилни (с период на полуразпад, по-голям от възрастта на Земята). Оценява се, че трябва да съществуват между 5000 и 7000 свързани състояния на протони и неутрони.

Малко по-късно, през 1932 г., Д. Иваненко и В. Хайзенберг показват, че атомните ядра се състоят от силновзаимодействащи частици – протони и неутрони. Протоните и неутроните имат много близки маси и идентично поведение по отношение на силното взаимодействие. Затова те често се наричат с общото име нуклони, което означава частици, участващи в състава на атомното ядро.

Не всички комбинации от протони и неутрони могат да формират ядро. При стабилните ядра е в сила следното съотношение между броя на неутроните (N) и броя на протоните (Z):

$$\frac{N}{Z} = 0,98 + 0,015 A^{2/3},$$

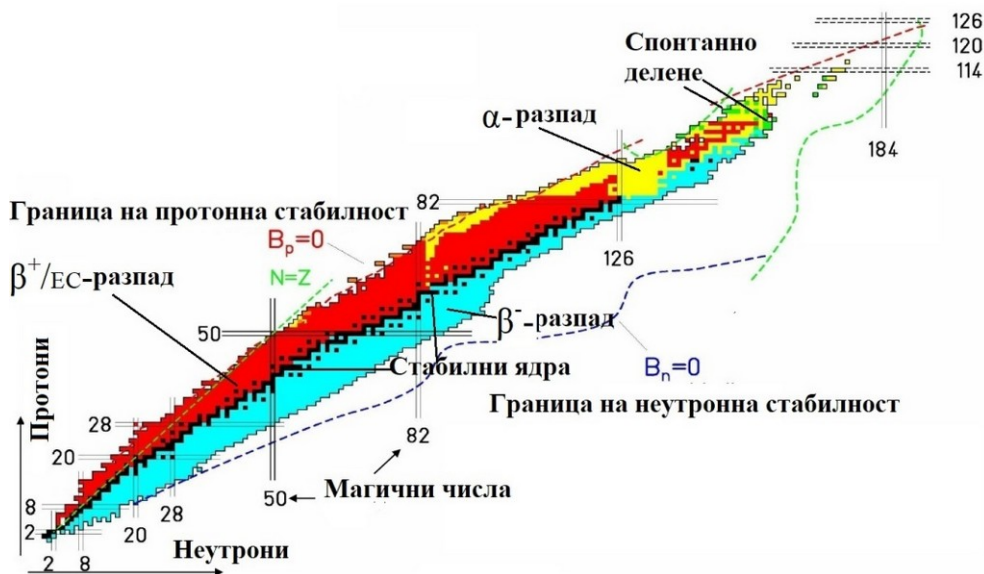
където $A = N + Z$ е масовото число. При това съотношение се осъществява баланс между силите на кулоново отблъскване между протоните и ядрените сили на привличане между нуклоните.

Както е известно, ядреното взаимодействие е много силно, но действа само на много малко разстояние. Обратно, кулоновото взаимодействие е далекодействащо. В ядрата има три типа ядрени взаимодействия: (n-p), (n-n) и (p-p). От тях най-силно е (n-p) взаимодействието. Затова най-стабилни са ядрата с близък брой на протоните и неутроните, тъй като при тях се реализира максимален брой (n-p) взаимодействия.

Нагледно атомните ядра се представят на т.нар. картата на нуклоностабилните ядра (протон-неутронната диаграма) (Фигура 1). Това е диаграма с координати: брой на протоните (Z) и брой на неутроните (N) в ядрото.

Ядра, при които съотношението между протоните и неутроните е много различно от съотношението, характерно за стабилните ядра, т.е. ядра с аномален брой протони или неутрони, се наричат екзотични ядра. При тях ба-

лансът между силите на кулоново отблъскване между протоните и ядрените сили на привличане между нуклоните е нарушен. Това води до появата на нови, необичайни свойства (Фигура 2). Екзотичните ядра са силно нестабилни, т.е. те са радиоактивни с малък период на полуразпад. Необичайните свойства на екзотичните ядра се дължат на промяна в динамиката на ядрената система. Някои от екзотичните ядра са силно деформирани и имат необичайна форма. При други нуклоните се подреждат по особен начин. Някои от екзотичните ядра се въртят изключително бързо, други се намират във високо възбудено състояние.



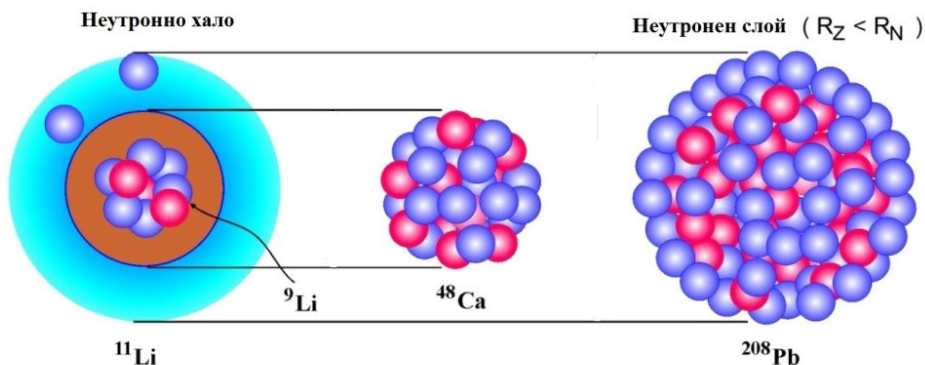
Фигура 1. Карта на нуклоностабилните ядра

На картата на нуклоностабилните ядра (протон-неутронната диаграма) екзотичните ядра заемат области, лежащи далеч от долината на β -стабилност, близо до линиите на протонна и неутронна стабилност.

Изучаването на ядра, които лежат далеч от долината на β -стабилност, позволява да се изследва еволюцията на слоестата структура и на границите на съществуване на ядрата. Екзотичните ядра са тест за това дали ядрените модели, разработени за стабилните ядра, могат да се приложат за ядра на границите на стабилност.

Изучаването на свойствата на екзотичните ядра е тясно свързано и с проблема за нуклеосинтеза в ранната Вселена и с този за произхода на елементите. Ядрените реакции с участието на екзотични ядра играят важна роля в еволюцията на звездите. За астрофизичните модели е много важно познаването на точните стойности на сеченията на взаимодействие, разположението на енергетичните нива и схемите на разпад на екзотичните ядра.

Едно типично екзотично ядро е ^{11}Li , което се състои от три протона и осем нейтрона, т.е. има излишък на нейтрони. Стабилните изотопи на лития са два: ^6Li (7,5%) и ^7Li (92,5%). Изотопите ^8Li , ^9Li , ^{11}Li са β^- радиоактивни. Ядрото ^{11}Li има период на полуразпад $T_{1/2} = 8,75 \text{ ms}$. То е подробно изследвано в *CERN* с помощта на установката *ISOLDE*. Относително голямото време на живот на това ядро се дължи на факта, че е четно-нечетно ядро. В ядрото ^{11}Li два от нейтроните са отдалечени на голямо разстояние от сърцевина, която по същество представлява ядрото ^9Li . Енергията на свързване на тези два нейтрона е само 300 keV. Тези нейтрони образуват т.нар. нейтронен ореол (хало). Радиусът на ^{11}Li е почти равен на радиуса на ^{208}Pb , докато в същото време ^{11}Li е 20 пъти по-леко ядро (Фигура 2).



Фигура 2. Екзотичното ядро ^{11}Li

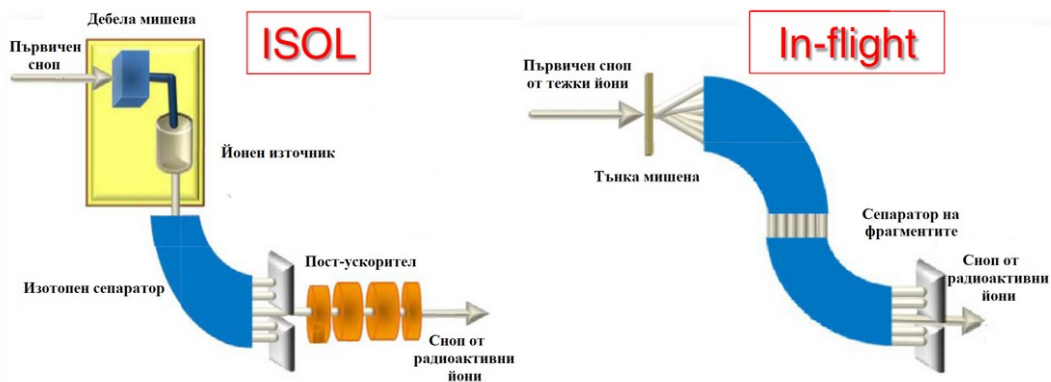
За изучаване на свойствата на ядрата се използват различните ядрени реакции, в които те участват. За целта се приготвя мишена, съдържаща изучаваното ядро и тази мишена се бомбардира с ускорени до подходяща енергия частици. Този подход работи отлично при стабилните ядра, но е неприложим при екзотичните. Те са с много малък период на полуразпад и поради малкото си сечение на раждане не са налични в достатъчно големи количества. При тях подходът е обрнат. Създава се сноп от ускорени екзотични ядра, с който се облъчва мишена от стабилни ядра. Значителният напредък в техниката на генериране, ускоряване и манипулиране на снопове от частици позволи да се разработят ефективни методи за създаване на снопове от ускорени екзотични ядра.

2. Методи за създаване на снопове от ускорени екзотични ядра

Основна трудност при създаването на снопове от екзотични ядра е, че те са нестабилни и за да може да се проведе реален експеримент, трябва да се създаде достатъчно голямо количество ядра, след което да се отделят онези, които са интересни за дадения експеримент, и така селектираните ядра да се ускорят до необходимата за експеримента енергия. Нещата се усложняват от факта, че колкото по-екзотично е едно ядро, толкова то е по-краткоживущо и

толкова по-малки са сеченията за неговото раждане и на неговото взаимодействие с други ядра. Затова трябва да се използват първични снопове от протони, деутрони или тежки йони с възможно най-висок интензитет.

Разработени са два метода за създаването на снопове от екзотични ядра – *ISOL* и *In Flight* (Фигура 3).



Фигура 3. Методи за създаване на снопове от ускорени екзотични ядра

2.1. ISOL

ISOL, абривиатура от *Isotope-Separation-On-Line*, е метод за създаването на снопове от ускорени екзотични ядра, при който първичен (драйверен) сноп от ускорени протони или деутрони бомбардира дебела мишена. Тази мишена напълно спира бомбардиращите частици. Мишената обикновено е загрята до висока температура. Създадените в мишената радиоактивни ядра се термализират и дифундират към нейния край. До този момент те са под формата на атоми, т.е. електрически неутрални са и имат много малки скорости. За да се ускорят до необходимата енергия от електромагнитно поле тези атоми трябва да се йонизират. Това става в йонен източник чрез електронни удари (*ECR*, *EBIS*) или чрез фотойонизация с лазерен лъч (*LIS*). Техноложно мишената и йонният източник са обединени в единен блок.

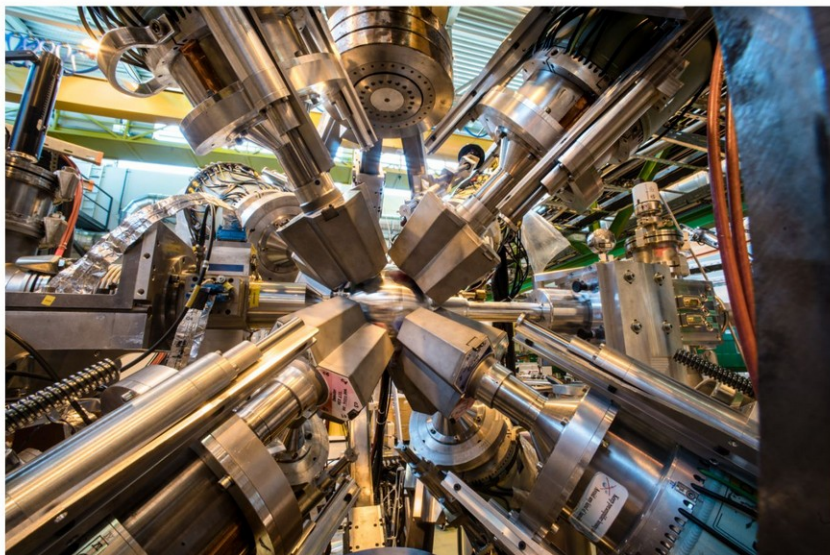
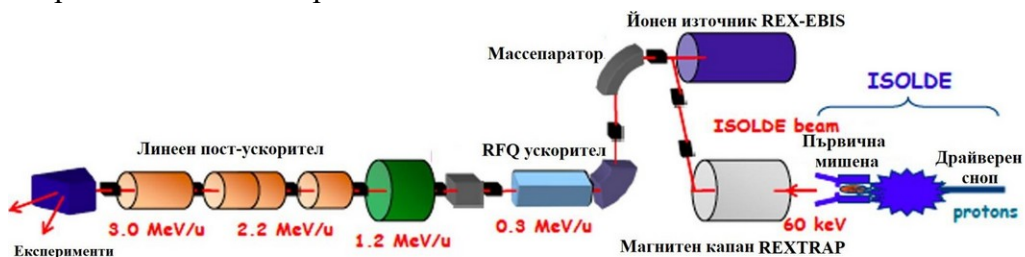
При облъчването на мишената в нея се създава цял набор от вторични ядра. Сред тях екзотичните ядра, които представляват интерес, са много малък процент. Нужните изотопи се отделят с помощта на магнитен масесепаратор.

Методът *ISOL* е бавен, т.е. с него не могат да се създават снопове от ядра с времена на живот, по-малки от няколко секунди.

Пример за съвременна установка, която работи по метода *ISOL* е установката *ISOLDE* в Европейския център за ядрени изследвания (*CERN*), Женева (Фигура 4).

ISOLDE е съкращение от *Isotope Separator On Line DEvice*. Тази установка за провеждането на изследвания с екзотични ядра работи в *CERN* от 1967

г., като непрекъснато се усъвършенства. Драйверният сноп е от протони, ускорени в синхротрона *PSB* до енергия 2,0 GeV. Като постускорител се използва уникален свръхпроводящ линеен ускорител, който придава на екзотичните ядра енергия от 3 MeV/A. Тази висока енергия позволява да се изучават структурата и свойствата на широк спектър от изотопи. Последната модернизация на *ISOLDE*, т.нар. *HIE-ISOLDE*, предоставя на изследователите над 100 различни снопа от радиоактивни йони.



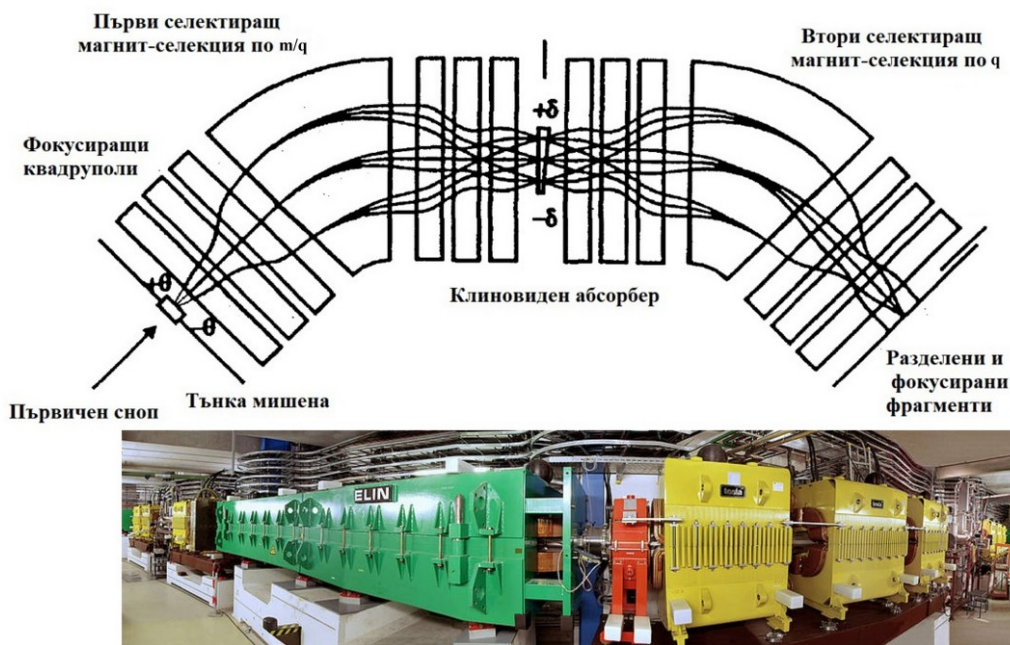
Фигура 4. On Line изотопния сепаратор *ISOLDE* в CERN

Други установки, които използват метода *ISOL*, са: *ARENAS* в Лувен-ла-Ньов, Белгия; *HRIBF* в *ORNL*, Оук-Ридж, САЩ; *ISAC* в *TRIUMF*, Ванкувър, Канада; *EXCYT* в *LNS*, Катания, Италия; *SPIRAL* в *GANIL*, Кан, Франция

2.2. „In-Flight“ method

В метода за създаване на снопове от радиоактивни йони, известен като „In-Flight“, се използва фрагментирането на интензивен сноп от ускорени тежки йони при взаимодействието му с тънка мишена от леки елементи. Фрагментирането на бомбардиращите тежки йони става един от важните ка-

нали на протичащите в мишената ядрени реакции при енергии от 50 MeV/A до няколко GeV/A и за широк спектър от стойности на A , Z и на отношението N/Z . Фрагментите се движат предимно по посоката на движение на първичния сноп, като ъгълът на конуса, под който се разлитат те, е от порядъка на 2×80 mrad. Фокусирането на снопове с толкова голяма ъглова разходимост е сложна задача и изисква използването на силни магнитни полета, създавани от свръхпроводящи магнити. Следва разделянето и сортирането на фрагментите от т.нар. сепаратор на фрагментите (Фигура 5). Разделянето на фрагментите по маса и заряд се извършва с помощта на поредица от фокусиращи и отклоняващи магнитни полета и атомни абсорбери. Фрагментният сепаратор е най-важната част на една *In-Flight* установка.



Фигура 5. Сепаратор на фрагментите

Недостатък на „*In-Flight*“ метода е, че вторичният сноп от радиоактивни ядра има лоши оптични характеристики и относително голяма нееднородност по енергия. Освен това интензитетът на първичния сноп от тежки йони е много по-малък от този на протонните и деутронните снопове, т.е. при „*In-Flight*“ метода добивът на екзотични ядра е много по-нисък отколкото при метода *ISOL*.

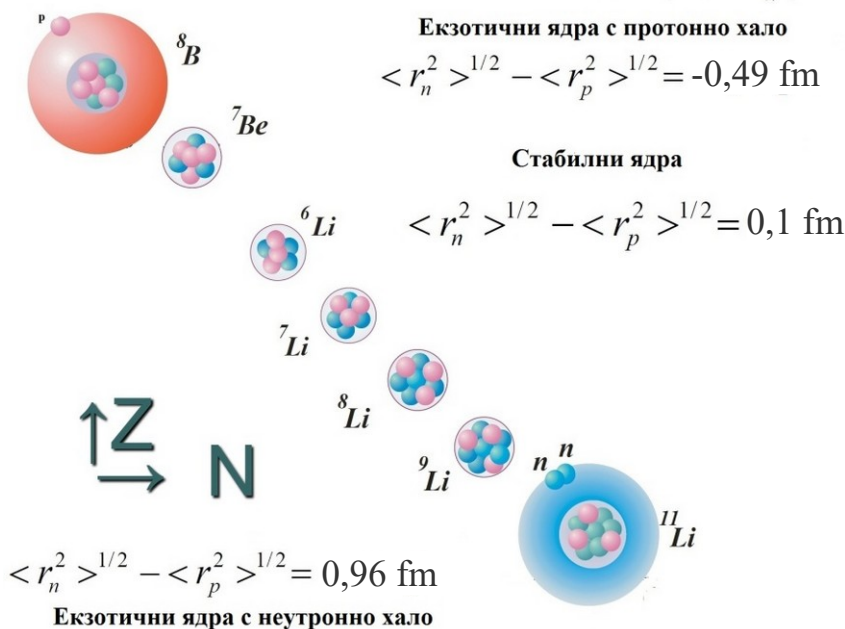
Предимствата на „*In-Flight*“ метода са в опростената конструкция на мишената, малките времена на разделяне на изотопите, които са от порядъка на μs , и в относителната му простота и надеждност. Методът „*In-Flight*“ е оптимален за получаването на вторични снопове от изотопи с много малък период на полуразпад, до 100 ns.

Пример за установка, която използва метода „*In flight*“, е работещият от 1990 г. в Германския център за изследвания с тежки йони *GSI* в Дармщадт сепаратор на фрагментите *FRS*. Ускорителният комплекс на *GSI* в момента се състои от линейния ускорител за тежки йони *UNILAC* и синхротрона *SIS-18*. В този комплекс могат да се ускоряват йони на всички елементи до уран вкл. Максималната енергия на ускорените йони е 2 GeV/A.

Други установки, работещи по метода „*In flight*“, са: *LISE* в *GANIL*, Кан, Франция; *ETNA* в *LNS*, Катания, Италия; *RIPS* в *RIKEN*, Япония; *A1200* в *NSCL*, *MSU*, Мичиган, САЩ; *КОМБАС* и *АКУЛИНА* в ОИЯИ, Дубна, Русия.

3. Физика на екзотичните ядра

Характерна черта на ядрата, разположени близо до границата на стабилност, е съществуването на хало, ореол от слабо свързани неутрони или протони, около стабилна сърцевина. Наличието на хало е типично за слабосвързани ядра, намиращи се на границата на стабилност. При леките ядра са известни пет ядра с хало от два неутрона: ${}^6\text{He}$, ${}^{11}\text{Li}$, ${}^{17}\text{B}$, ${}^{19}\text{B}$, ${}^{22}\text{C}$; две ядра с хало от един неутрон: ${}^{11}\text{Be}$, ${}^{19}\text{C}$ и две ядра с хало от четири неутрона: ${}^8\text{He}$, ${}^{14}\text{Be}$. Най-простата ядрена система, имаща хало от два неутрона, е ${}^6\text{He}$. Това са два слабо свързани неутрона, които обикалят около компактна α -частица. Сдвояването на неутроните е типично за неутронно-богатите екзотични ядра. Експериментално е доказано, че т.нар. динеутрон ($2n$) е почти свързана система с много малка отрицателна енергия на връзка от 70 keV.



Фигура 6. Неутронно-богати и протонно-богати екзотични ядра

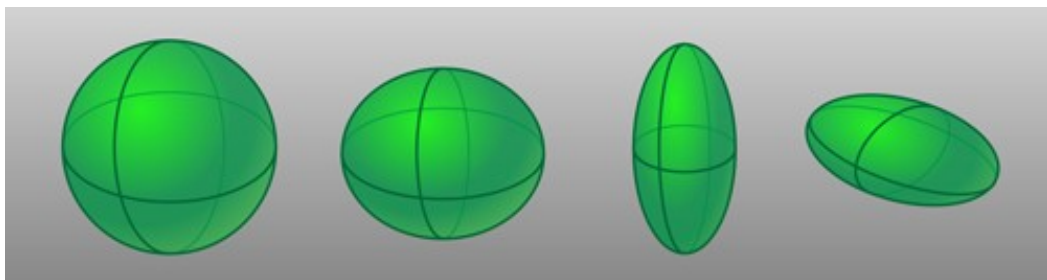
Протонни ореоли има по-малко (Фигура 6). Причина за това са кулоновите сили, които засилват отблъскването между протоните и сърцевината. Експерименти по еластично разсейване на ускорени снопове от ^8B ядра показват, че ядрото ^8B притежава протонно хало. Освен ^8B , хало от един протон притежава и ^{26}P . Протонно хало от два протона притежават: ^{17}Ne , ^{27}S .

Интересни са някои свойства на ядрата с хало. В стабилните ядра се наблюдават възбудени състояния с висока енергия. Тези състояния са от колективен тип. В процеса на възбуждане участват всички нуклони от ядрото. Такива са например диполните резонанси, при които протоната и неутронната системи се движат една срещу друга, т.е. наблюдава се вибрация в противофаза. Подобно явление е наблюдавано в ^{11}Li . В това ядро е наблюдаван нов тип колективно състояние, при което сърцевината вибрира спрямо халото.

Най-леките ядра: ^{14}Be , ^{19}B , ^{22}C , ^{23}N , ^{24}O , определят линията на нестабилност за най-леките ядра. Напоследък бяха синтезирани и по-тежки ядра като граница на линията на нестабилност. Това са изотопите на флуора и неона – $^{31,32,33}\text{F}$ и $^{34,35,36}\text{Ne}$.

В тежките ядра се наблюдават други ефекти. В стабилните тежки ядра добавянето на нуклони води до деформация на новополученото ядро. Тази деформация е относително малка и ядрото придобива сплесната форма (подобна на диск) или елипсовидна форма, подобна на бейзболна топка. Тежките екзотични ядра също са деформирани. Деформацията при тях е доста сложна и има различни форми.

Любопитен пример са изотопи на кадмия (110 и 112). Това са сферични ядра. При тях възбуждането на нисколежащи състояния води до разместване на слоеве и ядрата променят формата си. На Фигура 7 е показана еволюцията на формата на ядрото при увеличаване на енергията на възбуждане.



Фигура 7. Еволюция на формата на ядрата на ^{110}Cd и ^{112}Cd при увеличаване на енергията на възбуждане

Както е известно, при атомните ядра се наблюдава периодичност в изменението на характеристиките на основните и възбудените състояния – енергия на връзка, спин, магнитен момент, четност и др. На това наблюдение се основава слоестият модел на ядрото, създаден през 1949 г. от М. Гьоперт-Майер и Дж. Йенсен. Този модел използва самосъгласуван едночастичен по-

тенциал, описващ ядрените сили и спин-орбиталното взаимодействие. Ядра, съдържащи $N = 2, 8, 20, 28, 50, 82, 126, 184$ неутрона и/или $Z = 2, 20, 28, 50, 82, 114$ протона, имат повишена стабилност. Тези ядра се наричат магични ядра, а числата, определящи броя на неутроните и/или протоните – магични числа. Магичните числа са една от фундаменталните величини, управляващи ядрената структура. В слоестия модел магичните числа отговарят на напълно запълнен ядрен слой. Ядра, за които и броят на неутроните, и броят на протоните са магични числа, се наричат двойно магични ядра. Това са: ${}^4\text{He}_2$, ${}^{16}\text{O}_8$, ${}^{40}\text{Ca}_{20}$, ${}^{48}\text{Ca}_{20}$, ${}^{208}\text{Pb}_{82}$. Тези ядра са особено стабилни. Ядрата с магичен брой нуклони се открояват по редица свои характеристики от съседните ядра. Те имат по-голяма енергия на връзката и са по-малко деформирани. При тях енергията на първото възбудено състояние има максимум. Наблюдават се и типични нерегулярности в кривата на енергията на откъсване на един или на два нуклона от ядрото.

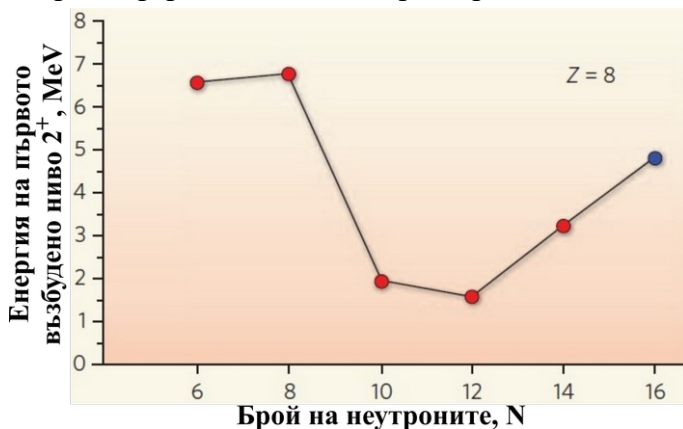
Класическите магични числа и слоестият модел на ядрото са създадени на базата на наблюдения върху стабилните ядра, които се намират върху или близо до линията на β -стабилност. При изучаването на нестабилни, неутронно-богати ядра са получени ясни доказателства за пренареждане на ядрените слоеве. Експериментално и теоретично е показано, че при преход от стабилни към екзотични ядра някои класически магични числа изчезват, докато нови се появяват. Експерименти показват, че при неутронно-богатите екзотични ядра, ядрата с $N = 6, 16, 34$ се проявяват като нови магични ядра, докато ядра с познатите магични числа $N = 8, 20, 40$ не образуват свързани състояния.

Така например, въпреки голямата стабилност на най-лекото двойно магично ядро ${}^4\text{He}$ ($Z = 2, N = 2$), експерименти в *RIKEN*, Япония, показват, че следващото двойно магично ядро ${}^{10}\text{He}$ ($Z = 2, N = 8$) не образува свързано състояние. Ако това ядро съществуваше като свързано състояние, то щеше да бъде ядрото с най-голямо отношение N/Z . Всъщност тези експерименти показват, че ${}^8\text{He}$ ($Z = 2, N = 6$) е едно добре свързано ядро.

Редица изследвания са посветени на изучаването на „магичните“ свойства на изотопите на кислорода. Показва се например, че линията на неутронна стабилност минава през изотопа ${}^{24}\text{O}$ ($Z = 8, N = 16$). Макар че ядрото ${}^{28}\text{O}$ ($Z = 8, N = 20$) е двойно магично ядро в класическия смисъл, то не образува свързано състояние на протони и неутрони.

Най-разпространеният изотоп на кислорода е ${}^{16}\text{O}$ ($Z = 8, N = 8$). Това е двойно магично ядро. При него осем протона са разположени на ниво $1p_{1/2}$, образувайки напълно запълнен ядрен слой. От своя страна, осемте неутрона на ${}^{16}\text{O}$ запълват $1p_{1/2}$ неутронно ниво. То отстои на голямо разстояние от по-високо разположеното ниво $1d_{5/2}$.

Експериментални изследвания, проведени през последните години, недвусмислено показват, че следващото двойно магично ядро при кислорода е ^{24}O ($Z = 8$, $N = 16$). Установено е, че това ядро е много по-стабилно от съседните изотопи. Това ядро е трудно да се възбуди, тъй като при него първото възбудено състояние 2^+ е разположено при висока енергия (Фигура 8). Доказано е, че това ядро е сферично, което е характерно за запълнен ядрен слой.



Фигура 8. Енергия на първото възбудено ниво 2^+ на изотопите на кислорода

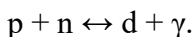
При ^{24}O първите осем неутрона запълват $1p_{1/2}$ неутронно ниво. Останалите осем неутрона запълват $1d_{5/2}$ и $1s_{1/2}$ нива.

Изотопът ^{24}O се намира на границата на ядрена стабилност. 8 протона и 17 неутрона вече не образуват свързана система.

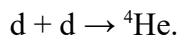
4. Нуклеосинтез

Екзотичните ядра участват в астрофизични процеси, свързани с образуване на нови елементи – нуклеосинтез. На Фигура 9 е показана средната енергия на свързване на ядрата в зависимост от масовото число. За да напусне ядрото, нуклонът трябва да получи енергия, по-голяма от енергията на свързване. От фигурата се вижда, че тази енергия расте при по-леките ядра. Максималната ѝ стойност е при ядрото ^{56}Fe , като намалява при по-тежките ядра. Тази зависимост на енергията на връзката определя механизма за нуклеосинтеза.

Синтезът на нови ядра преминава през няколко етапа. В процеса участват четирите базови взаимодействия – слабо, електромагнитно, силно и гравитационно. Времетраенето на процесите е свързано с еволюцията на Вселената. Нови ядра се образуват при висока температура. Високи температури е имало след Големия взрив, т.е. при раждането на Вселената. Плътността на протоните и неутроните е била голяма. При температура 10^{10} K най-проста е реакцията за синтез на деутерона d:



При температура 10^9 К процесът продължава с реакции за синтез на изотопи на хелия, например:

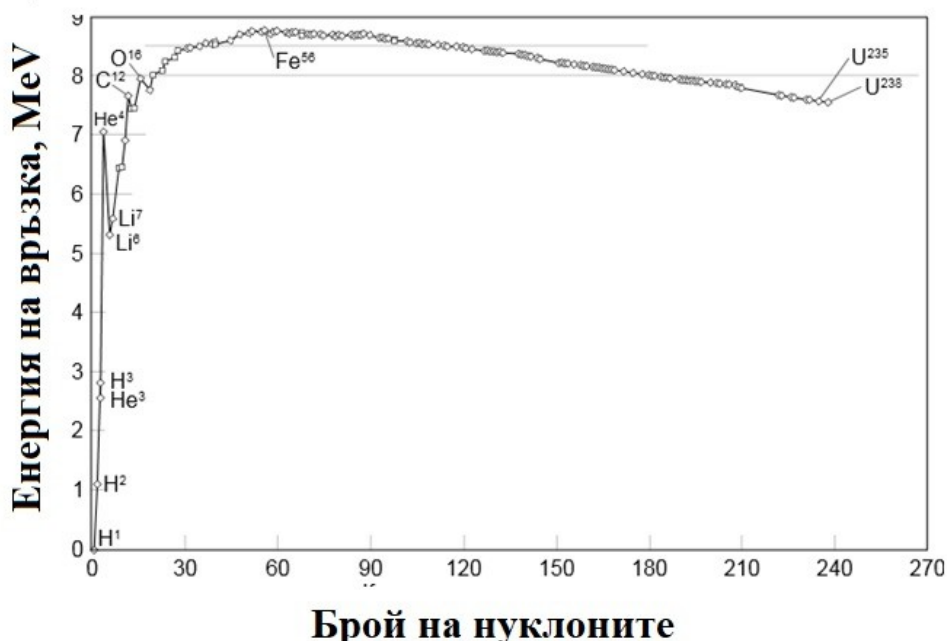


Следва синтез на още по-тежки ядра:



Това са първите структури на материята. Под влияние на гравитацията се образуват звездни структури. В тях процесът на синтез продължава чрез следните реакции:

- ✓ горене на водород $4 {}^1\text{H} \rightarrow {}^4\text{He} + 26 \text{ MeV};$
- ✓ горене на хелий $3 {}^4\text{He} \rightarrow {}^{12}\text{C} + 8 \text{ MeV};$
- ✓ горене на въглерод $2 {}^{12}\text{C} \rightarrow {}^{20}\text{Ne}, {}^{24}\text{Mg};$
- ✓ изгаряне на неон, кислород, силиций $\rightarrow {}^{56}\text{Fe}.$

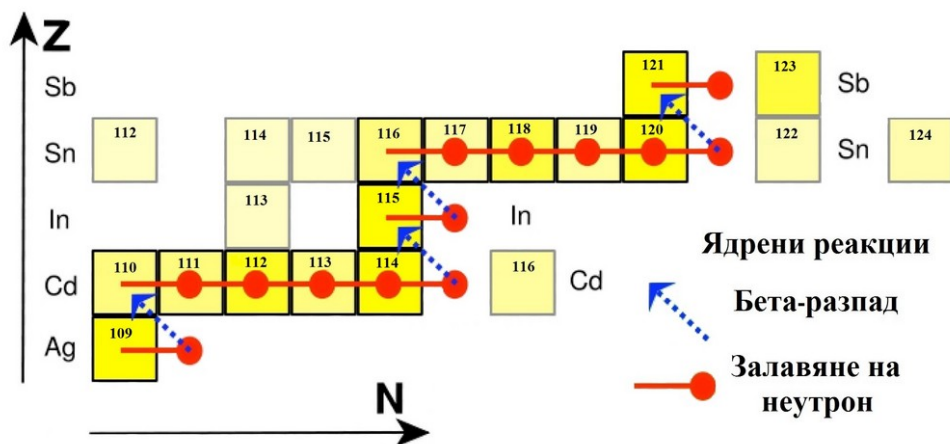


Фигура 9. Зависимост на енергията на връзката от масовото число

Последният етап е свързан със синтез на тежки ядра. Добре изучени са процесите, свързани със залавяне на неутрони. При залавянето на неутрони съществени са сечението за залавяне на неутрон и вероятността за бета-разпад. Бавното залавяне на неутрони се нарича s-процес (от английски *slow*). Този процес се осъществява за ядра, близки до линията на стабилност. При него се образуват протонно-богати ядра. Бързото залавяне на неутрони се нарича r-процес (от английски *rapid*). При този процес сечението за залавяне на неутрон превъзхожда вероятността за бета-разпад.

Залавянето на неутрони от леките ядра при s-процес води до създаването на ядра, разположени близо до долината на β -стабилност. Чрез r-процес на залавяне на неутрони се създават неутронно богати ядра, които впоследствие в резултат на β -разпад се придвижват към долината на β -стабилност. Този процес води до създаването на ядра на още по-тежки елементи, до уран.

Образуване на нови елементи е показано на Фигура 10. Началното ядро е ^{110}Cd . Ядрото е стабилен изотоп. ^{110}Cd залавя неутрон и преминава в ^{111}Cd . Процедурата се повтаря и след няколко последователни залавяния на неутрон, веригата се затваря и се образуват всички изотопи на Cd от 110 до 114. Следващият изотоп е ^{115}Cd . Това ядро е късоживущо и има период на полуразпад на основното състояние 53 часа. То е β -емитер и след β -разпад се получава ядрото ^{115}In . ^{115}In е дългоживущ и залавя неутрон, но новообразуваният изотоп не е стабилен, тъй като периодът на полуразпад на ^{116}In е само 14 секунди. Следва отново β -разпад и системата преминава в ^{116}Sn , който е стабилен. Такава е схемата за нуклеосинтез на тежки ядра.

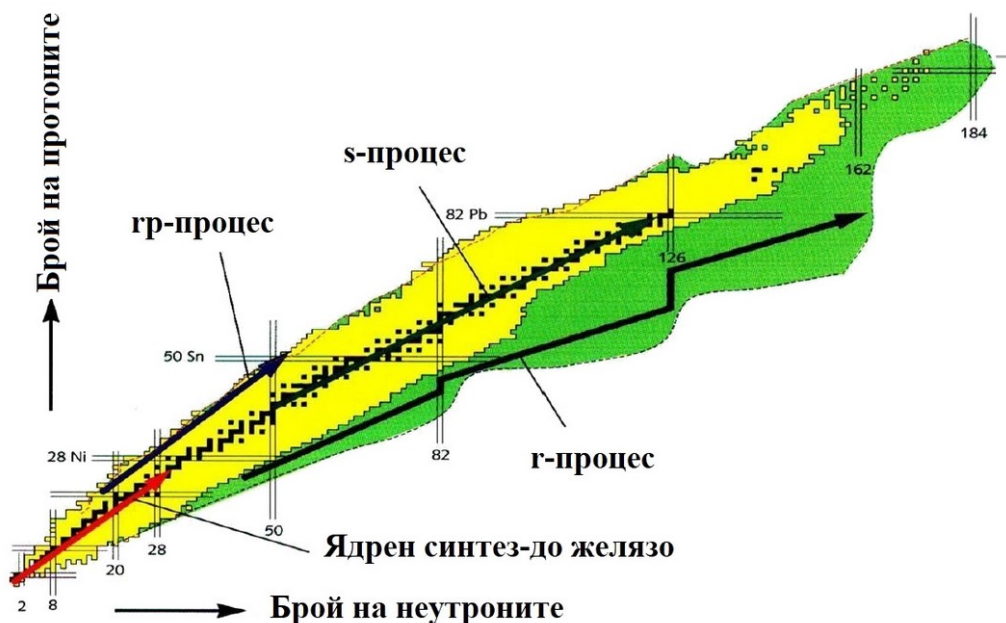


Фигура 10. Създаване на тежки ядра чрез r-процес на залавяне на неутрони, и последващ β -разпад

Първият модел на нуклеосинтез е създаден от Георгий Гамов и неговият аспирант Ралф Алфер през 1948 г. Те предполагат, че химическите елементи се образуват чрез залавянето на неутрон последвано от β -разпад. Проявявайки чувство за хумор, Гамов включва в списъка на авторите и своя приятел, знаменитият Ханс Бете. По този начин фамилиите на авторите се подреждат според гръцката азбука: $\alpha\beta\gamma$. Така тази знаменита статия става известна като „ $\alpha\beta\gamma$ -статията“ (R. Alpher, H. Bethe, G. Gamov. *The Origin of Chemical Elements*. *Physical Review*, v. 73, 1948, p. 83).

Скоро след нейното публикуване обаче става ясно, че предложеният механизъм не дава адекватно обяснение на въпроса за произхода на химическите елементи. Моделът на Големия взрив позволява да се изчислят скоростите

на различните ядрени реакции в зависимост от времето, температурата и плътността на веществото. Колкото е по-малка температурата и плътността, толкова по-малко реакции се осъществяват. Трябва да се има предвид и че свободният неутрон не живее дълго (в покой $T_{1/2} \sim 15 \text{ min}$). Той се разпада на протон, електрон и антинейтрино. Детайлният разчет показва, че първичният нуклеосинтез по схемата на Алфер и Гамов не може да стигне по-далеч от лития.



Фигура 11. Процеси на създаване на тежки ядра във Вселената

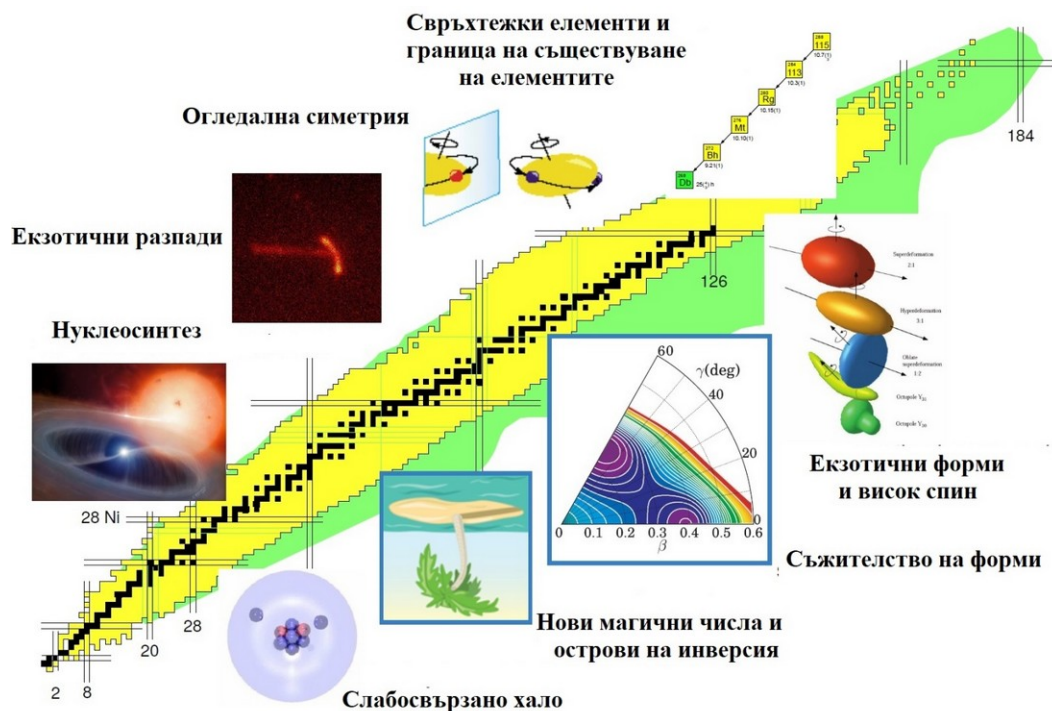
Основите на съвременната теория на нуклеосинтеза са положени през 1957 г. от Е. Бърбидж, Г. Бърбидж, В. Фаулър и Ф. Хойл (*E. Burbidge, G. Burbidge, W. Fowler, F. Hoyle. Synthesis of Elements in Stars. Review of Modern Physics, v. 29, 1957, p. 547*). По аналогия с „ $\alpha\beta\gamma$ -статията“ тази статия е известна като: „ B^2FH -статия“.

Няколко микросекунди след Големият взрив Вселената е представлявала много гореща и плътна „супа“ от кварки – фундаменталните частици на материята, и глюони – носителите на силното взаимодействие, които „слепват“ кварките един с друг в адроните. Това състояние на материята се нарича кварк-глюонна плазма. При своето охлаждане кварк-глюонната плазма „замръзва“ и кварките и глюоните се свързват в адрони – процес на адронизация. По-нататъшното разширяване и охлаждане на Вселената е свързано с формирането на атомните ядра. Първичният нуклеосинтез завършва няколко минути след Големия взрив. Към този момент около 75% от веществото се

състои от водород, около 25% – от хелий, и много малки количества деутерий и литий. По-тежките елементи се образуват в резултат на ядрени реакции в звездите. Тези толкова важни за нас елементи съставляват малка част от веществото във Вселената. Дори сега, 13,8 млрд. години след Големия взрив, те са само около 2% от това вещество.

Елементите до желязо се получават в резултат на протичащи в звездите процеси на сливане на ядра (термоядрен синтез). Елементите от никел до бисмут възникват при s-процес на залавяне на неутрон ($A \rightarrow A + 1$), последван от β -разпад ($Z \rightarrow Z + 1$). Бавно залавяне на неутрони (в сравнение с типичната скорост на β -разпад) протича в големите звезди. По-тежките елементи – до уран, възникват в резултат на r-процес на залавяне на неутрони. Процесът е толкова бърз, че докато ядрото претърпи β -разпад, то успява да погълне няколко неутрона. За протичането на r-процес на залавяне на неутрони е необходима голяма плътност на свободните неутрони, което се получава при избухването на свръхнови звезди.

Различните процеси, водещи до образуването на ядрата на химическите елементи във Вселената, са показани на картата на ядрата на Фигура 11.



Фигура 12. Свойства на екзотичните ядра

5. Заключение

Материята е съставена от атомни ядра. Те имат различни свойства. Има стабилни ядра, дългоживущи радиоактивни ядра и екзотични ядра. Различните свойства на ядрата определят характера на процесите, на които сме свидетели. Стабилните ядра са основа на материята, която ни заобикаля. Радиоактивните ядра са свързани с процеси, които могат да са полезни, но могат да са зловещи. Екзотичните ядра са относително новооткрит клон на ядрената материя. Тяхното голямо разнообразие все още не е изучено добре. Свойствата им понякога изглеждат странни, но процесите изцяло се определят от ядрените сили и кулоновите ефекти.

Голямото разнообразие в свойствата на екзотическите ядра и тяхното място в картата на изотопите е показано на Фигура 12. Ще подчертаем, че това не е окончателно решение. Чакат ни още много нови свойства на тези ядра, които ще се появят в близките години.

Литература

- Ю. Пенионжкевич. *Екзотические ядра*. Природа, №11, 2010, стр. 3
 Y. Blumenfeld, J. Nilsson, P. van Duppen. *Facilities and methods for radioactive ion beam production*. Physica Scripta, T152, 2013, p. 014023
 P. E. Garrett et al., Physical Review Letters, v.123, 2019, p. 142502
 R. Janssens. *Unexpected doubly magic nucleus*. Nature, v.459, 2009, p. 1069
 M. Arnould, K. Takahashi. *Nuclear Astrophysics*. arXiv:astro-ph/9812243

EXOTIC NUCLEI

Ch. Stoyanov, D. Dinev

In the recent decades the interest of nuclear physicists is directed toward the study of nuclei with large imbalance between the numbers of protons and neutrons. These nuclei lie far from the valley of β -stability. They have unusual properties. All exotic nuclei are radioactive with short half-life times. Two methods for production of beams with accelerated radioactive ions have been developed: ISOL and In-Flight. Exotic nuclei represent good tests for the validity of the different nuclear models, developed for stable nuclei. They could shed light on the nucleosynthesis and on the origin of chemical elements.

ЛАЗЕРНИ МЕТОДИ ПРИ РЕСТАВРАЦИЯ И КОНСЕРВАЦИЯ НА КАВАЛЕТНА ЖИВОПИС (част IV)

Мариана Кънева

7.6. Мониторинг на почистването

Методът за почистване с лазер може да се приложи към живопис по безопасен и ефективен начин чрез използване на *LIBS* (спектроскопия на лазерно-индуцирана плазма) като инструмент за диагностика при контрол на процеса в реално време [29 – 32]. *LIBS* може да се приложи *in situ* чрез използване на импулси от същия лазер, който се използва за почистване, и по този начин е възможен онлайн мониторинг на процеса по отстраняването на материала чрез регистриране на съответните спектри [12, 30]. Пряка информация за състава на отстранения материал може да се получи чрез анализ на емисионния спектър на плазмения облак. *LIBS* спектрите се регистрират непрекъснато и софтуерно се анализират. В специално разработения софтуер трябва да бъдат определени гранични условия, които да позволят на системата да сканира повърхността автоматично съобразно предварително зададени условия на почистване, така че при изпълняване на определен критерий, лазерът да се спира и да се поставя в нова позиция.

При почистване на фирнис от реални (а не моделни) образци е установено, че спектрите са главно на възбудени димери (неутрални, йонни или радикали), които се получават по време на аблацията с KrF лазер [29]. В частност, спектрите имат силна ивица, принадлежаща на CO, който се извлича от карбонилни, пероксидни и други групи, образувани във външните слоеве на фирниса като резултат от естествено фотоокисление [19]. При отстраняване на добавени картини в спектъра доминират емисионни линии от металната съставка на натрупаните соли или от боите (пигментите), използвани в добавените картини. И в двата случая, тъй като степента на фотоокисление на фирниса и/или степента на натрупване на замърсяване се променя с нарастване от повърхността навътре, анализът на отстранения материал позволява мониторинг на процеса от импулс до импулс.

Едно от най-ценните свойства на *LIBS* е възможността да се извърши анализ на дълбочинния профил – стратиграфиране на структурата на живописния слой. В определени случаи оригиналните материали и тези, които трябва да бъдат отстранени, са твърде подобни и следователно е много трудно, а понякога и невъзможно да се разграничат. Тези случаи са предизвикателство към консервационните задачи и в някои случаи от практиката разра-

ботката на подходящ протокол за лазерно почистване е решение на проблема. Пример за такъв случай е протоколът за лазерното почистване на произведения на съвременно изкуство с използване на онлайн стратиграфиране на картината. По този начин е изследван процесът на почистване по проекта *IESL-FORTH (Institute of Electronics Structure and Laser – Foundation for Research and Technology Hellas)* на картина от XX в. от музея „Гугенхайм“ в Ню Йорк. Картината е част от култовата серия „Черен квадрат“ на Ад Райнхард (1960). Поради многобройните ѝ пътувания и неправилно транспортиране до началото на 80-те години от миналия век, са настъпили редица поражения (напукана боя, несполучливи опити за реставрация) и тя е била напълно препокрита с акрилна емулсия и прозрачен уплътнител. Отстраняването на тези добавени слоеве се оказва невъзможно със стандартните реставрационни методи [31] и в резултат от сътрудничеството между *IESL-FORTH* и музея „Гугенхайм“ започват да се изследват възможностите за лазерно почистване чрез контролирано отстраняване на добавените слоеве. На базата на характеристиките *LIB* спектри става възможно да се разграничат различните добавени слоеве едновременно с постепенното им отстраняване. В случаите, когато емисията от плазмения облак при аблацията е недостатъчно интензивна за получаване на отчетлив спектър, се използва алтернативен подход: единични импулси с подходящ интензитет (по-висок от този за почистване) от същия лазер се прилагат между отделните почистващи сканирания за сондиране на малки области от облъчваната повърхност. По този начин се постига нарастващо по дълбочина профилиране едновременно с почистването, което позволява да се следи развитието на процеса по отстраняване на материала [33].

По време на първоначалната си слава на пръв поглед творбата на Райнхард е просто една черна повърхност, но при по-подробното ѝ изследване се разкрива, че това всъщност е съвкупност от девет квадрата, всеки от които е неуловим нюанс на черното с включвания от синя, зелена или червена боя. Екипът от специалисти към „Гугенхайм“ са изследвали 20 слоя от боя, фирнис и свързатели. Целта е била по-скоро да се изследва, отколкото да се реставрира, което позволява да се взимат проби от цялата повърхност на картината, а не само от ръбовете, както се прави обикновено. Това е първият опит за изследване и почистване на монохромна картина с лазер. Този тип изследване – комбинация от чистене чрез аблация и спектроскопичен контрол – може да се използва като основа за създаване на протокол за реставрационни процедури на базата на лазерни методи [33].

Системите за лазерно почистване и *LIBS* анализ (обикновено оборудването е едно и също, тъй като почистването се контролира с *LIBS*) са в процес на доусъвършенстване и се използват само в случаи, при които традиционните методи – третиране с разтворители, термична обработка, почистване с

ензими и др., не са приложими за реставриране на картината, без да я повредят. Въпреки че този метод би могъл да се доближи до широко възприета модерна методика и е добре финансиран, той все още е много скъп и може би ще е нужно още едно десетилетие за да започне да се използва по-широко.

7.7. Лазерна работна станция

Първата професионална мобилна станция за лазерно почистване, конструирана в края на миналия век (1999) по проекта *ForTH*, използва KrF-лазер и е оборудвана с модерна мехатронна система за манипулиране на лазерния лъч – „оптично рамо“. Оптичното рамо е интелигентна комбинация от софтуер и хардуер, която позволява точен контрол при третиране на картината. В него е вградена е система за онлайн мониторинг на основата на *LIBS* [11, 34].

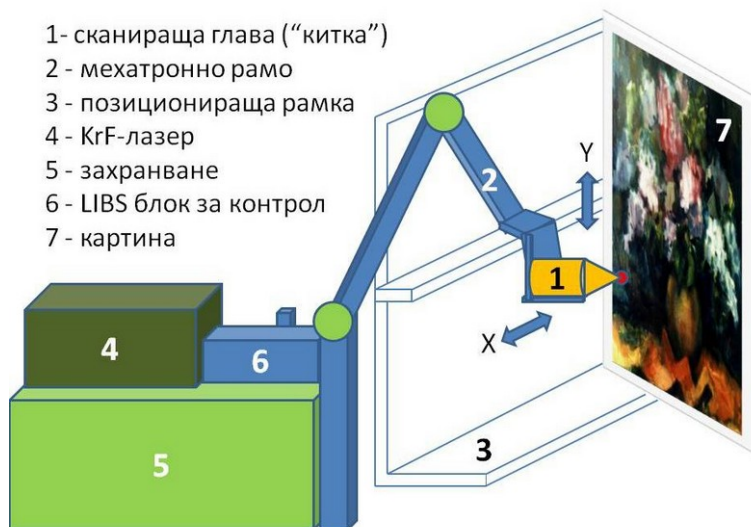
Създаването на такава станция е възможно само в тясно сътрудничество на лазерни физици, специалисти по материалознание, мехатроника, реставратори и историци. Инженерното предизвикателство е по отношение на сканиращия механизъм и контрола върху процеса на почистване. Основната трудност е интерпретацията на голямо количество информация, получено от онлайн спектралния анализ. Тази информация трябва да бъде доставена на потребителя по начин, който не позволява неправилно тълкуване и да е ясна за всеки, който не е специалист по лазерно почистване или спектроскопия.

Системата за лазерно почистване трябва да има компютърно контролиран X-Y-Z транслятор, подходяща оптика за доставяне и фокусиране на лъча до мястото за почистване и няколко модула за диагностика за онлайн мониторинг на почистващата процедура. Мониторингът по принцип може да се осъществи с набор от оптични и лазерни спектроскопични методи. На практика два от тях са се оказали най-подходящи – *LIBS* и широкоивична отражателна спектроскопия [4]. Широкоивичната рефлектография дава информация за структурата на непокрытите слоеве, *LIBS* дава информация за химичните елементи, изграждащи аблирания материал. Фотохимичните ефекти се установяват с хроматографски анализ за откриване на фотопродукти и чрез определяне на степента на фотолизата на фоточувствителните допанти, вградени в моделните образци. Потенциалните последствия от лазерно индуцираните фотомеханични ефекти се установяват с помощта на холографска интерферометрия.

Оптималната схема за сканиране, използвана от лазерната станция, е тази, при която картината и лазерът са неподвижни, а лазерният лъч се манипулира в X-Y направление с помощта на оптичното рамо (Фигура 3). Краят на оптичното рамо (наречен „китка“) трябва да може да се движи успоредно по повърхността на картината на фиксирано разстояние и следователно има две външни степени на свобода (по X и по Y направление). Разстоянието по оста Z се определя чрез сензор за разстояние и е фиксирано. Оптичният път е с постоянна дължина, което опростява задачата за поддържане на необходимите

те свойства на лазерното петно. Оптичното рамо използва огледала в конфигурация, подобна на тази при перископа, така че профилът на интензитета и ориентацията на петното се запазват при въртенето на рамото. За да се избегнат светлинни загуби и деформации на вълновия фронт се използват специални огледала за лазери с висока мощност, като са оптимизирани за дължината на вълната и ъгъла на падане на лазерния лъч.

Управлението на лазерната почистваща станция се състои от линия за постоянно наблюдение и управление на всички независими процеси, база данни за съхранение и извличане на параметрите на процеса и потребителски интерфейс за проверка на процеса на почистване и работата на станцията.



Фигура 3. Идейна схема на лазерна почистваща станция

Обработката на една конкретна картина изисква следната процедура:

1. Монтаж на почистващата станция на мястото, калибриране на системата и монтиране на картината във фиксиращата рамка.
2. Анализ на картината. Това включва оцифряване на картината, обработка на изображението и ИЧ анализ с модул за широкоивична рефлектография.
3. Реставраторът избира областите, които предстои да бъдат обработени.
4. Анализ на състава и структурата на слоевете боя и фирнис чрез *LIBS* от характерни части на картината. Чрез използване на леща с малко фокусно разстояние, лазерният лъч се фокусира в много малко петно ($< 50 \mu\text{m}$) върху повърхността на картината. Получената спектрална информация се използва за да се установят параметрите, които ще се контролират и се запазват в базата данни.

5. Обработка на картината. На първия етап от почистването трябва да присъстват:

- лазерен техник, който да проверява периодично оптиката и инструментите;

- *LIBS* експерт за точна интерпретация на спектралната информация;

- реставратор, следящ процеса на почистване с камера и микроскоп.

6. По време на и след третирането с лазер се използват различни методи за диагностика, като оптична и сканираща микроскопия, и профилометрия за преценка на качеството на почистването.

7. Крайната фаза на почистващата процедура предвижда използването на почистващата станция като много тънък скалпел, като реставраторът може да обработва различни области „ръчно“ импулс след импулс.

8. Допълнителна обработка на картината от реставратора – ретуширане, ново фирнисване и т.н.

Използвайки опыта на *ForTH* института в Гърция, датската компания *Art Innovation* също е разработила професионална лазерна станция за почистване на картини на базата на ексимерен лазер (KrF). Професионална полева станция за безконтактно почистване на картини е създадена и в Холандия по проекта *OLON*. Ключов елемент в този проект е голям рисуван таван в Амстердам. Под добавения слой от XIX в. е открито изображение от края на XVII в., рисувано с маслени бои върху дървени дъбови пана. Лазерният източник в системата е Nd:YAG лазер, работещ при различни дължини на вълната – от UV до ИЧ, с продължителност на импулса 6 ns и честота на повторение до 10 kHz. Лазерните станции допълват конвенционалните методи за почистване, създавайки нови консервационни възможности, неизвестни дотогава.

8. Стратиграфиране чрез рязане

Една микроскопична люспа, извлечена от маслена картина, може да не изглежда като нещо голямо за невъоръжено око, но увеличена 20 пъти, тя започва да изглежда като напречно сечение на геологична структура. Най-долните слоеве боя се появяват като напластени слоеве под повърхността; капчици боя изглеждат като камъни; някои цветни ивици изглеждат в движение, плъзгайки се една върху друга като тектонични плочи. За омота на един реставратор географията в тази половинмилиметрова частица е богата мина от информация.

Този вид анализ на напречно сечение е бил описан за първи път през 1914 г. и разработен по-късно през 30-те години от учен-консерватор, работещ в музея „Фог“ в Харвард. Въпреки че е възможно да се хвърли известна светлина върху вътрешните слоеве на картината, като се наблюдава с микроскоп в пукнатина, извличането на миниатюрна проба е много по-директен метод. Под лупа тя отговаря на всички въпроси за историята на картината и

за процеса на рисуването ѝ. Дали е работено мокро-в-мокро или е допуснат период за изсушаване между полагането на слоевете? Колко са слоевете и дали са част от оригиналната обработка на художника? Има ли някакви прозрачни глазури, които променят лежащите под тях цветове? Цветът на основата често е от решаващо значение: тъй като много художници използват цветни основи за постигане на специфична тоналност, това може да помогне се причисли една работа към определен период от работата на художника.

Ето защо една от най-важните задачи при подготовката за същинската реставрация на една картина е получаване на стратиграфско изображение, особено в случаите, когато има съмнения за нейната автентичност, за покриване с нов слой боя или когато липсват данни за провеждани предишни модификации и/или реставрационни дейности. Напречните сечения на боята и другите декоративни слоеве дават критична информация за историята и автентичността на картината. Обаче съвременната методология, която използва скалпел за получаване на напречните сечения, може да причини допълнително повреждане като напукване, отлепване и смачкване на боята. Стратиграфирането може да се извършва доста сполучливо със съчетание от *LIBS* и аблация, но създаването на фемтосекундните импусни лазери, откри нови възможности при анализиране и взимане на проби.

Свръхбързите лазери, притежаващи високи пикови мощности и изключително къси импулси, създадоха нова парадигма в обработката на материали [35]. С помощта на фемтосекунден лазер е възможно да се направи контролирано напречно сечение на деликаните живописни слоеве с минимално увреждане на съседните области от картината. За да се направи пълен разрез през всички слоеве боя, пробата се движи вертикално в *Z*-направление заедно с ново фокусиране след всеки прорез. Фокусирайки висок пиков интензитет при малка продължителност на импулсите, фемтосекундният лазер създава плазма във фокалното петно, която има способността да реже с висока прецизност съвкупност от крехки художествени материали без да нанася вреди, каквито се наблюдават при натиска от изпозване на скалпел или при натрупване на топлина, причинено от лазер в непрекъснат режим на работа. При рязането със свръхбързи лазери на практика липсват термични ефекти в материала около мястото на рязане. Чрез променяне на параметрите, свързани с обработката – скоростта на *XU* трансляцията и лазерната мощност, се оптимизира скоростта на рязането, неговата ефективност и се избягва възможното термично увреждане на картината по време на рязането. Други параметри, като дължина на вълната, продължителност на импулса и размер на фокалното петно, също подлежат на оптимизиране в зависимост от специфичния строеж на материалите на картината с оглед минимизиране на всяко свързано с рязането повреждане на картината.

Едно систематично изследване е рязането на проби от учебната колекция на Катедрата по консервация към Щатския университет в Бъфало, Ню Йорк [35]. Използвани са чупливи парчета от маслени бои от XIX в. до 80-те години на XX в., за които е било ясно, че лесно се разрушават при натиск със скалпел. Направено е сравнение на рязането с лазер в непрекъснат режим на работа (*СW*-лазер) и с фемтосекунден лазер. Облъчването с 60 mW *СW* лазер предизвиква съществено овъгляване и потъмняване на слоевете боя по пътя на лазерния лъч, като рязането се ограничава до горните пластове. За разлика от това, фемтосекундните импулсни лазери предотвратяват повреждането в резултат на окисляване и при мощност едва 2 mW ($0,64 \text{ J/cm}^2$) се получава чист и много гладък срез – получаването на *SEM* изображения на напречните сечения не изисква стандартните процедури по полиране.

Изследването показва, че обработката на крехки слоеве боя с фемтосекунден лазер разкрива нови възможности при анализирането, вземането на проби и почистването на ценни деликатни художествени творби с минимални деструктивни ефекти.

9. 3D лазерно сканиране

Методите за изобразяване са ценен помощник в консервационната дейност, създавайки възможности за анализ и документиране на ценни произведения на изкуството. През последното десетилетие са разработени редица сложни техники за изобразяване, една от които, с особена важност за приложение в консервацията на произведения на изкуството, е лазерното 3D сканиране. То се използва за свръхточни копия на артефакти и постига смайващо висока разделителна способност.

3D скенерът е устройство, което използва комбинация от лазери, камери и сензори за да преобразува реални обекти в дигитални модели. При него лазерният лъч се отразява от обекта и се регистрира от сензор, като посредством тригонометрична триангулация системата калкулира разстоянието от обекта до скенера. При цветно лазерно сканиране се измерват червените (*R*), зелените (*G*) и сините (*B*) дължини на вълните за да се даде *RGB* стойност, както и *XYZ* координата за изграждане на топографията на изображението [36]. Цветът може да бъде премахнат цифрово от получените изображения, ако е полезно за концентриране на вниманието върху текстурата. Скенери с лазерна триангулация се използват обикновено при сканиране на малки обекти, каквито са картините. Те имат добра точност (обикновено 50 μm), но относително ограничен работен обхват (0,1 m – 1 m). Работният обхват може да бъде удължен приблизително до 25 m с помощта на система от огледала или призми. Фиксираното разстояние между лазерния източник и сензора също ограничава размера на обектите, които могат да бъдат сканирани [37].

Аналитичните възможности на тази технология в комбинация с нейната безконтактност има голям потенциал при изследване на картини. Получени-

те подробни изображения могат да са от полза при консервацията за мониторинг и запис и могат да се използват в рамките на изложби и онлайн за подобряване на анализирането на картини и за достигане до по-широка аудитория. Периодичното сканиране позволява проследяване и записване на промени в характеристиките на повърхността, които може да се използват за диагностика и мониторинг на кавалетна живопис. Голямата разделителна способност при сканирането позволява изображения, получени в продължение на по-дълъг период от време, да се сравняват с голяма точност, за да се установи загуба на материал, щети и промени, причинени от обработка, атмосферни влияния или реставрация. Резултатите могат да подпомогнат разработването на подходящи процедури за почистване. Геометричните данни, получени при сканирането, могат да се използват при реконструкцията на фрагментирани артефакти [37].

Създаването на цифрови и физически копия за заместване на оригинали в изложбените зали могат да допринесат за опазване на оригиналните произведения, като се избегне рискът от транспортиране между различни галерии, както и да се осигури повече време за работа на реставраторите там, където е необходимо. Като цяло обаче копията (особено цифровите) трябва да се използват главно за по-добро представяне и разбиране на оригиналните обекти, а не за намаляване на достъпа до тях [38].

Въпреки че методът е безконтактен, може да се наложи преместване на картините до скенера, както и репозициониране по време на сканирането. Всеки етап от процеса на получаване на изображението трябва да бъде планиран предварително, включително как и къде трябва да се транспортират обектите, които изискват специални грижи. В много случаи е за предпочитане да се мести сканиращото оборудване, а не обектът. Ако картината се намира в среда с контрол върху микроклимата (напр. изложбена зала или хранилище), трябва да се оцени въздействието на сканиращата техника върху околната среда. Това се включва в стандартния протокол за процедурата, който трябва да уточни как и къде ще се записват изображенията, мястото и спецификациите на използваното оборудване.

Тъй като файловете с изображенията са доста големи по обем, а трябва да бъдат лесно достъпни в бъдеще, заедно с техниките за цифрово изобразяване, трябва да се развива още едно направление – начини за съхраняване на цифровите данни. Засега може да се използва облачен архив.

Накрая може да се спомене и едно друго приложение на лазерите – микроецване на холограми за удостоверяване на автентичност на картината (маркиране на оригинали) [39].

Заклучение

Понастоящем възможността за използване на лазерни методи в консервацията и реставрацията е много интересна научна област, със съществени

приложения, успехи и нови многообещаващи предизвикателства за учените. След над 40 години изследвания и утвърждаване, днес лазерно-базираната апаратура е добре прието и ценно средство в ръцете на реставраторите. Въпреки химичната и структурната сложност на картините лазерите могат да се използват успешно при тяхната реставрация, като експерименталните параметри трябва да се оптимизират за всеки отделен случай. Редица шедьоври са били третирани с апаратура за лазерно почистване в много страни, които вече са възприели приложението на лазерите в реставрацията.

Поради голямото разнообразие от живописни материали и техники изследванията по използване на лазерите в консервацията на кавалетна живопис са насочени в голяма степен към натрупване на бази данни и изработване на консервационни протоколи за всеки отделен случай, като за преценка на лазерното въздействие върху материалите се използват редица аналитични методи. Като цяло трансферът и адаптирането на установените методи за лазерна обработка на материалите към аналогични методи за консервация и реставрация изглеждат многообещаващо.

Литература

- [29] V. Zafiropulos and C. Fotakis, Lasers in the conservation of painted artworks, in: M. Cooper (Ed.), *Laser Cleaning in Conservation: An Introduction*, Butterworth Heinemann, Oxford, 1998, pp. 79–90
- [30] D. Anglos, S. Couris, and C. Fotakis, Laser diagnostics of painted artworks: laser induced spectroscopy in pigment identification, *Applied Spectroscopy*, **51** (7), 1997, pp. 1025-1030
- [31] H. Scholten, J. M. Teule, V. Zafiropulos, and R. M. A. Heeren, Advanced workstation for controlled laser cleaning of paintings, in: *Optics and Lasers in Biomedicine and Culture*, vol. 5 of Series of the International Society on optics within Life Sciences, Springer, Berlin, Germany, 2000, pp. 183-187
- [32] L. Greenmeier, Deconstructing art to save it: laser analysis tested to restore paintings, 2008, <https://www.scientificamerican.com/article/deconstructing-art-to-save/>
- [33] K. Melessanaki, C. Stringari, C. Fotakis, and D. Anglos, Laser cleaning and spectroscopy: a synergetic approach in the conservation of a modern painting, *Laser Chemistry*, Art. ID 42709, 2006, 5 pgs
- [34] J. H. Scholten, J. M. Teule, V. Zafiropulos, R. M. A. Heeren, Controlled laser cleaning of painted artworks using accurate beam manipulation and on-line LIBS-detection, *J. Cult. Heritage*, **1**(1), 2000 pp. S215-S220
- [35] T. Harada, S. Spence, A. Margiolakis, S. Deckoff-Jones, R. Ploeger, A. N. Shugar, J. F. Hamm, K. M. Dani, and A. R. Dani, Obtaining cross-sections of paint layers in cultural artifacts using femtosecond pulsed lasers, *Materials* **10** (2) 2017, p. 107
- [36] M. Hess and S. Robson, 3D colour imaging for cultural heritage artefacts, *International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, Vol. XXXVIII, Part 5, Commission V Symposium. Newcastle upon Tyne, UK, 2010, pp. 288-292

- [37] B. J. Brown, C. Toler-Franklin, D. Nehab, M. Burns, D. Dobkin, A. Vlachopoulos, C. Doumas, S. Rusinkewicz, and T. Weyrich, A system for high-volume acquisition and matching of fresco fragments: reassembling Theran wall paintings, *ACM Transactions of graphics, Proc. SIGGRAPH*, **27** (3), 2008, pp. 84:1 – 84:9
- [38] E. M. Payne, Imaging techniques in conservation, *J. Conservation and Museum Studies*, **10** (2), 2012, pp. 17-29
- [39] N. A. Vainos, S. Mailis, S. Pissadakis, L. Boutsikaris, P. Dainty, P. J. M. Parmiter, and T. J. Hall, Excimer laser use for microetching computer-generated holographic structures, *Appl. Opt.*, **35** (32), 1996, pp. 6304-6319

LASER METHODS IN RESTORATION AND CONSERVATION OF EASEL PAINTING (PART III)

Mariana Kuneva

The last part of the paper is on laser methods for processing works of easel painting: cleaning, cutting for stratigraphy, as well as documenting methods – 3D scanning for accurate replicas of original works. The effects of laser radiation on varnishes, binders and dyes, monitoring of cleaning, and the equipment of a laser cleaning station are described. The advantages of cutting painting layers with a femtosecond laser and the role of 3D scanning for the conservation and restoration of easel paintings are analyzed.

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

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

БЪЛГАРСКИ ФИЗИЦИ, ОТЛИЧЕНИ С ГОДИШНИ НАГРАДИ ЗА НАУКА „ПИТАГОР“ ЗА 2020 г.

Пенка Лазарова



За 12-та поредна година Министерството на образованието и науката отличи български учени с годишните награди „Питагор“ за съществен принос за развитието на науката през периода 2017 – 2019 г. Журито, състоящо се от носителите на наградата през 2019 г., беше номинирало най-успешните учени и научни колективи в общо 11 категории (максимум по 3 номинации в категория).

За първи път официалната церемония по награждаването беше предавана на живо по БНТ. Наградите бяха връчени от почетните гости на церемонията г-жа Мария Габриел, Еврокомисар по въпросите на иновациите, научните изследвания, културата, образованието и младежта, и г-н Красимир Вълчев, министър на образованието и науката.

С голямата награда „Питагор“ за цялостен принос – статуетка „Питагор“ и парична сума от 6000 лв., беше отличен **акад. Никола Съботинов**. Той е завършил висшето си образование по физика в Софийския университет. През 1993 г. е избран за професор в Института по физика на твърдото тяло (ИФТТ) – БАН. През 2003 г. е избран за действителен член на БАН. Научните му интереси са в областта на квантовата електроника, лазерната физика и оптиката. Най-значимите научни постижения на акад. Съботинов, намерили широко приложение в световната наука и практика, са: изобретяването, научното изследване на лазера с пари на меден бромид и довеждането му до индустриално производство в България и в чужбина; откриването на силен ефект на водорода в медните лазери, водещ до увеличаване на мощността и ефективността на лазерите над 2 пъти; изобретяването на спирален кух катод за газоразрядни лазери. Акад. Никола Съботинов е ръководител на едни от първите научни проекти по Европейските Рамкови програми в България. Научната му продукция възлиза на 380 публикации, 4 монографии и 30 патента. Има индекс на Хирш 23. Работите му са цитирани многократно в световната литература. Автор е на книгата „Лазерът“, отпечатана през 2018 г. и преведена на английски език. Създадените от него лазери намират приложение в медицината, индустрията, екологията и др. Научната му дейност е при-

мер за успешна иновационна практика, започваща от изобретението, през научните изследвания и достигаща до индустриална реализация. За неговата изобретателска дейност е вписан в Златната книга на българските изобретатели. Развиваната от него иновационна дейност е довела до производството на оригинален лазер с пари на меден бромид, патентован и пуснат в действие още през 1974 г., оставил следа в науката за лазерите и в създаването на лазери от нов тип по целия свят както за България, така и в Австралия, САЩ и Южна Корея. Акад. Съботинов е съпредседател на Съвета по иновации в Българската търговско-промишлена палата и лауреат на премията на Томския държавен университет за високи постижения в науката, образованието, литературата и изкуствата. Носител е на много национални и международни награди и отличия. Под негово ръководство защитават докторските си дисертации и се хабилитират редица млади учени. Той има забележителна научно-организационна дейност като заместник-председател (1996 – 2008) и председател на БАН (2008 – 2012).

„Приемам тази награда като признание за моята работа от двете организации, които ме номинираха: първо, Институтът по физика на твърдото тяло към Българската академия на науките, в който започна моята изследователска дейност и продължава за щастие и до ден-дневен. На второ място, искам да благодаря на Българската търговско-промишлена палата, която високо оцени иновационния характер на моите научни изследвания, преминали от изобретение през задълбочени научни изследвания, достигнали до индустриална реализация, както у нас, така и в чужбина. Всички тези изследвания са проведени в България и успешно се конкурират в тези силно конкурентни области, каквито са лазерната наука и лазерните технологии“ – заяви акад. Съботинов.

Номинирана в тази категория от Факултета по математика и информатика на СУ „Св. Климент Охридски“ беше **проф. Ана Пройкова**, доктор на **физическите науки**, водещ изследовател и научен директор на проекта по ОП НОИР „Университети за наука, информатика и технологии в Е-обществото“, ръководител на Лабораторията по високопроизводителни изчисления в София Тех Парк. Проф. Пройкова работи в областите на наноразмерните материали, оценка на риска в условие на несигурност, високопроизводителни изчисления за сложни системи. Ръководител е на пакет *EURO HPC* по програмата Хоризонт 2020 и на редица проекти от национално значение.

С голямата награда „Питагор“ за млад учен – статуетка „Питагор“ и парична награда от 6000 лв., беше отличен 31-годишният астроном **доц. д-р Сунай Ибрямов**. През 2011 г. той завършва специалност „Астрономия“ в Шуменския университет „Епископ Константин Преславски“ с грамота за отличен успех, а през 2012 г. се дипломира със златна значка от магистърската програма „Астрономия и астрофизика“ в Софийския университет „Св. Кли-

мент Охридски“. Само на 27 години – през 2016 г., защитава докторска дисертация в Института по астрономия с Националната астрономическа обсерватория към БАН, през следващата година е избран за доцент по астрофизика и звездна астрономия във Факултета по природни науки в Шуменския университет, където понастоящем е и директор на Астрономическия център. Чете лекции и води упражнения по наблюдателна астрономия, обща астрофизика, специализиран софтуер за обработка и моделиране на данни и др. Успоредно с преподавателската си дейност се занимава и с научни изследвания. Основните му научни интереси са насочени към изследване на млади звездни обекти, намиращи се в ранните фази от еволюцията на звездите. Автор и съавтор е на общо 58 публикации, индексирани в световноизвестната база данни с научна информация *Web of Science*, цитирани 220 пъти в научната литература. За периода 2017 – 2019 г. е публикувал 14 статии с импакт фактор в реферирани списания, от които 7 са в най-високата категория, както и 12 статии с импакт ранг. Ръководител е на научен проект, финансиран от ФНИ към МОН; участва в още 2 проекта с ФНИ и един от Националната пътна карта за научни инфраструктури. Ръководител е на екипи от студенти от Шуменския университет в международните научнообразователни кампании за търсене на астероиди, организирани от *International Astronomical Search Collaboration* към Университета Хардин-Симънс, САЩ. Ръководител е на 4 защитили дипломанти. Сунай Ибрямов е член на няколко астрономически научни организации. Член е на редакционната колегия и научен редактор на „Астрономически календар“, издание на Института по астрономия с Националната астрономическа обсерватория към БАН.

Новината за престижната награда доц. Ибрямов получи по време на наблюдения в НАО „Рожен“, откъдето във видеообръщение благодари за наградата, както и на колегите си астрономи, с които прави наблюдения и изследвания, като обърна внимание на факта, че *„екипната работа е много важна в астрономията“*.

Още 5 представители на физическата колегия бяха номинирани през 2020 г. в различни категории на „Питагор“ – най-престижната награда за наука и иновации у нас, което е признание за техните научни приноси.

В категорията *Награда „Питагор“ за значим принос на български учен, работник в чужбина* беше номиниран медицинският физик **проф. Славик Д. Табаков** от Кралския колеж – Лондон и директор на Колежа по медицинска физика към Международния център по теоретична физика – Триест. Професионалната му кариера е посветена на образованието по медицинска физика. Организира първите международни конференции в тази област и спомага за създаването на магистърски програми в 16 страни (първата е в България). Създател е на първото е-обучение по медицинска физика, използвано в целия свят. През 2004 г. получава първата награда за образование на Европейската

комисия – *Leonardo da Vinci Award*. Ръководител на международни екипи по проекти в областта на концепциите за електронно обучение в медицинската физика, благодарение на които създава първия образователен уебсайт по медицинска физика. Бил е президент на Международната организация по медицинска физика *IOMP* (2015 – 2018), обединяваща всички 30 000 медицински физици в света, а от 2018 г. е вицепрезидент на Международния съюз за физически и инженерни науки в медицината (*IUPESM*), който има над 150 000 членове.

Доц. д-р Гергана Герова от Физическия факултет на СУ „Св. Климент Охридски“ беше номинирана за наградата в категорията за *Научен колектив с успешна експлоатация и комерсиализация на научните резултати*. Ръководител е на проект „Оперативен сервиз за опасни метеорологични явления за район БалканМед“ на Транснационалната програма „Балкани-Средиземно море (2014 – 2020)“. По проекта в България е изградена инфраструктура от 12 станции на Глобалните Навигационни Спътникови Системи (ГНСС). Измерванията от тях се обработват в Центъра за анализ на данни на СУ „Св. Климент Охридски“. Продуктите са достъпни чрез интерактивна уеб платформа и са на разположение на оперативните работници, институциите за метеорологични услуги, регионалните органи, отговарящи за гражданската защита и опазването на околната среда. Пилотният сервиз за борбата с градушките е реализиран за пръв път в световен мащаб и ще бъде тестван през 2020 г.

В категорията *Награда за приложни изследвания и резултати в областта на суперкомпютърни приложения и анализ на големи данни* беше номинирана **проф. Невена Илиева-Литова, доктор по теоретична и математична физика**, и професор по математическо моделиране в ИИКТ на БАН. През последните години изследванията ѝ са фокусирани върху разработването на иновативни терапевтични средства за автоимунни и бактериални заболявания чрез съчетаването на *in silico* молекулно моделиране с помощта на суперкомпютърни пресмятания и рационален белтъчен дизайн, както и върху разработването на методи за анализ и визуализация на получените големи обеми данни.

Две физически бяха номинирани за наградата на престижното издателство „Elsevier“ *За най-добра жена в науката*:

Гл. ас. д-р Румяна М. Хаджийска работи в Института за ядрени изследвания и ядрена енергия – БАН. От 2010 тя е член на колаборацията *CMS* (Компактен мюонен соленоид) към ЦЕРН. Научните ѝ интереси са свързани с анализ на физични събития от сблъсъците в *LHC* (Големия адронен колайдер) в ЦЕРН, както и с анализ и поддръжка на изправността на мюонните детектори от системата *RPC* (Камери със съпротивителна плоскост) към *CMS*. Била е избрана 2 последователни мандата (2015 – 2019) за координатор на

работната група за детекторен анализ на системата *RPC*, в която участват над 20 института от цял свят. В момента продължава да работи за мюонната система на *CMS*, като част от задълженията ѝ са свързани с оценката на радиационния фон в работното помещение на детектора и влиянието му върху работата на мюонните детектори. Един от основните организатори и участници е в провеждането на международни *CMS* класове за ученици в България – *CMS Masterclasses*.

Гл. ас. д-р Мариана Шопова е преподавател във Физико-технологичния факултет на Пловдивския университет „Паисий Хилендарски“ и физик в Института за ядрени изследвания и ядрена енергетика – БАН. Като част от българския екип, който работи по експеримента *CMS* на *LHC* в ЦЕРН, тя участва в разработването, тестването и последващата експлоатация на едни от най-съвременните детекторни системи в областта на физиката на високите енергии. Член е на различни консултативни и работни групи, както на национално, така и на международно ниво, като през 2019 г. е избрана за представител на България в Съвета на младите учени (*Early Career Researchers – ECR*) към Европейския комитет за бъдещи ускорители (*ECFA – European Committee on Future Accelerators*). В допълнение към научната и академичната работа д-р Шопова участва активно в редица събития за популяризиране на науката в България, като „Международен майсторски клас на ЦЕРН“.

Двете големи награди и 5-те номинации в някои от 11-те категории през 2020 г. на наградите „Питагор“ – най-престижната награда за наука в България, са за пореден път доказателство, че българските физици са личности с доказано присъствие в науката и иновациите не само у нас, но и в чужбина. Надяваме се техните успехи да станат и вдъхновение за млади хора, за да имаме в бъдеще все по-силна наука, обединяваща научните институти и университетите – залог за по-добро бъдеще на страната ни.

ПОСЕТЕТЕ НАШИЯ САЙТ

wop.phys.uni-sofia.bg

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

35 ПОД 35*: СТАНИМИР КИСЬОВ

Станимир Кисьов е постдокторант в ELI-NP (*Extreme Light Infrastructure – Nuclear Physics*), Румъния. Научните му интереси са в областта на експерименталната ядрена физика. Разговаряме със Станимир по телефона поради ограниченията, наложени във връзка с вилнеещата в Европа *COVID-19* пандемия, и невъзможността да се срещнем на живо.

Взел интервюто: Стефан Лалковски

Познаваме се повече от десетилетие. Работихме по редица проекти заедно, но сега ще те помоля да представиш на читателите на „Светът на Физиката“ основните моменти от творческата си биография.



Станимир Кисьов, по време на провеждане на експериментални измервания с детекторната система GAMMASPHERE в Argonne National Laboratory (ANL), Чикаго, САЩ, 2012 г.

Завърших средното си образование в ОМГ „Акад. Кирил Попов“, гр. Пловдив, през 2006 г. Бях убеден, че искам да продължа обучението си в областта на физиката и реших да кандидатствам във Физическия факултет на Софийски университет „Св. Климент Охридски“. Приеха ме в специалност „Астрофизика, метеорология и геофизика“. Завърших образованието си като бакалавър, с квалификация физик-астрофизик през 2010 г. През последната година от обучението си прекарах един семестър във Варшавския университет в рамките на програмата за студентски обмен „Еразъм“. Там имах възможност да посещавам курсове във Физическия факултет на университета, както и да участвам в експериментална работа, свързана с ядрено-физични проблеми в Лабораторията за тежки йони (*Heavy Ion Laboratory*). След това продължих обучението си във Физическия факултет на СУ в магистърската програма по „Физика на атомното ядро и елементарните частици“, където както спомена вече, работихме заедно по редица проекти. Имах възможност да участвам в няколко ядрено-физични експерименти, във водещи световни ла-

Завърших средното си образование в ОМГ „Акад. Кирил Попов“, гр. Пловдив, през 2006 г. Бях убеден, че искам да продължа обучението си в областта на физиката и реших да кандидатствам във Физическия факултет на Софийски университет „Св. Климент Охридски“. Приеха ме в специалност „Астрофизика, метеорология и геофизика“. Завърших образованието си като бакалавър, с квалификация физик-астрофизик през 2010 г. През последната година от обучението си прекарах един семестър във Варшавския университет в рамките на програмата за студентски обмен „Еразъм“. Там имах възможност да посещавам курсове във Физическия факултет на университета, както и да участвам в експериментална работа, свързана с ядрено-физични проблеми в Лабораторията за тежки йони (*Heavy Ion Laboratory*). След това продължих обучението си във Физическия факултет на СУ в магистърската програма по „Физика на атомното ядро и елементарните частици“, където както спомена вече, работихме заедно по редица проекти. Имах възможност да участвам в няколко ядрено-физични експерименти, във водещи световни ла-

*От този брой списание Светът на физиката стартира нова рубрика „35 под 35“. В нея ще ви представим млади успели български учени, които имат принос в развитието на науката и популяризирането ѝ по света.

боратории. Работата ми се състоеше основно в анализ на данни и интерпретиране на получените резултати в рамките на различни ядрени модели. След завършване на магистърска степен, продължих следването си като докторант във Физическия факултет на СУ, научна специалност „Ядрена физика“. Защитих успешно дисертацията си през 2016 г.

Както вече споменах, участвах в научноизследователски експерименти, в рамките на различни международни сътрудничества, но основното ми сътрудничество по това време беше с колеги от румънския институт *Horia Hulubei (IFIN-HH)*. В края на докторантурата ми кандидатствах за работа в *IFIN-HH* и бях одобрен. Заех позицията асистент и работих известно време в Департамента по ядрена физика в института. През лятото на 2017 г. започнах работа като постдокторант в *Extreme Light Infrastructure – Nuclear Physics (ELI-NP)*, Букурещ, Румъния, където се намирам и в момента.

Кое е най-голямото предизвикателство, с което си се сблъсквал професионално?

Предизвикателствата във физиката наистина са безброй много. Първият „сблъсък“ беше свързан с намиране на подход за анализиране на експериментални данни и интерпретиране на резултатите от тях. Беше наистина сериозно предизвикателство за мен. Осъзнах, че за да получа добри резултати, са нужни умения в различни области, включително и чисто технически, свързани със задълбоченото опознаване на експерименталните установки, които са всъщност много сложни технически съоръжения. Освен това за анализ на получените данни често са нужни добри способности в областта на програмирането. Като цяло работа ни изисква редица умения в различни области. Разбира се, в рамките на големи сътрудничества и експерименти, работните екипи са големи и съставени от специалисти, отговорни за различни дейности – от подготовка и провеждане на експеримента до анализ и интерпретация на поучените данни. Но разбирането на колкото се може повече аспекти от провеждането на един експеримент е важно и е предизвикателство само по себе си.

Кое според теб е най-голямото ти професионално постижение дотук?

Мисля, че развитието ми в научната сфера следва стандартното кариерно развитие в тази област – завършване на университет, докторантура, постдокторантура. По отношение на научната ми дейност също мисля, че следвам установения път на развитие – участие в международни сътрудничества, експерименти, публикуване на резултати от изследванията в научни списания. На този етап, може би, ценя най-много водещата си роля в някои от публикациите ни в международни списания.

Не мога да не ти задам и този въпрос. Миналата година участва и спечели конкурса „Петър Берон“ за завръщане на млади и перспектив-

ни изследователи от чужбина, но впоследствие отказа стипендията. Какви бяха мотивите за това екстравагантно решение?

Причините бяха предимно от личен характер, свързани с бъдещето ми. Не бяха свързани с условията, предоставени по програмата. Но наличието на такива програми е изключително важно и може да помогне много за развитието на младите учени в България.

Има ли нещо, което би направил различно, ако трябваше да започнеш отначало?

Мисля, че съм сравнително доволен от развитието си дотук. Разбира се, има неща, които бих променил и към които бих имал по-различно отношение в миналото, ако тогава имах по-ясна представа за важността им. Може би бих обърнал повече внимание на програмирането и изчислителните методи в процеса на обучението си. Това са дисциплини, които имат изключително важна роля във всички сфери на съвременната научна работа. Също така анализът на експериментални данни изисква добра подготовка по отношение на теория на вероятностите и различни статистически методи. Мисля, че това са проблеми, чиято важност трябва да бъде осъзната в ранен етап от подготовката за работа в научната сфера.

Няма как да не се съглася с теб. Особено по отношение на Теория на вероятностите и приложението на статистиката във физиката. И то не е защото понастоящем водя този предмет по неволя на студентите от първи курс :).

(Смее се)

В настоящата нова реалност (*COVID-19*) кое качество според теб би спомогнало за професионалната реализация на младите хора?

Бих казал, че постоянството и упоритостта са едни от най-важните качества за професионалната реализация на младите хора. Това важи не само за настоящата ситуация, но и като цяло. В конкретния момент много сфери от професионалния и обществения ни живот са засегнати от пандемията от *COVID-19*. Добре би било да се намери баланс, чрез който да се приспособим към настоящата реалност. Всяко спестено време от различни ежедневни дейности, като времето прекарано в пътуване до местоработата например, може да бъде оползотворено по друг начин – за четене и придобиване на знания и умения в различни нови области или допълнителна по-детайлна работа по конкретни проблеми. Във всеки случай, сериозната и упорита работа е ключът към всяка професионална реализация. А проявяването на търпение и разбиране в настоящия момент е изключително важно. Силно се надявам ситуацията с пандемията от *COVID-19* скоро да се подобри и животът ни в различните си сфери да се нормализира бързо.

Кое според теб отличава българското висше образование от това, получено от чуждестранните ти колеги? Или по-скоро – намираш ли разлики и в какво се състоят те, ако има такива?

Не бих казал, че имам много детайлен поглед върху висшето образование по физика в чужбина. Всички етапи от висшето си образование – бакалавърска степен, магистърска степен, докторантура – съм преминал в СУ „Св. Климент Охридски“. Но за това пък съм срещал доста млади учени от различни краища на света по време на научни експерименти, конференции, обучения, програми за международен обмен. Също така и в настоящия момент работя в институция с изключително разнообразие от изследователи и студенти от различни краища на света.

Мисля, че обучението по физика, което получих в България, е на добро ниво и е напълно конкурентно на това, което може да се получи в чужбина. Материалът, който се покрива в програмите на специалностите във Физическия факултет на СУ, е обширен. Основните курсове по физика, които студентите следват през първите няколко години от обучението си, дават добро ниво на студентите. Математическите и теоретичните дисциплини са много сериозни. Курсовете в по-късен етап от обучението също покриват обширен материал, който позволява да се постигне едно добро ниво на подготовка.

От друга страна, изключително важни са също упоритостта и последователната работа от страна на студентите. Често се налага самостоятелно търсене и задълбочаване в разглежданите проблеми, а това обикновено изисква доста време и усилия.

Може би една съществена разлика, която съм забелязал през годините спрямо студентите от някои други страни, е възможността за запознаване със съвременните експериментални технологии по време на обучението. Това, разбира се, е свързано с наличието на модерни експериментални установки в университетите и лабораториите и съответно финансиране. Но като цяло, от страна на качество на образованието бих казал, че добра подготовка в България е напълно възможна, при наличието на интерес и задълбочена работа.

Какво би пожелал на читателите на „Светът на физиката“?

Бих им пожелал, на първо място, да са здрави и по възможност в безопасност в настоящата неприятна ситуация, предизвикана от пандемията от *COVID-19*. Също така да продължават да поддържат активен интереса си към физиката. И разбира се – да бъдат последователни във всичко, с което се занимават, и да посрещат с готовност всяко предизвикателство пред себе си.

Рубриката е подкрепена от клон „Космос“ на СФБ.

СПИСАНИЕ „СВЕТЪТ НА ФИЗИКАТА“ СЪЮЗ НА ФИЗИЦИТЕ В БЪЛГАРИЯ



Списанието „Светът на физиката“

е издание на Съюза на физиците в България, което публикува оригинални и обзорни статии във всички области от физиката.

ПОСЕТЕТЕ НАШИЯ САЙТ

wop.phys.uni-sofia.bg

АБОНИРАЙТЕ СЕ

Абонамент за 1 година (4 броя) – 20 лв. За членове на СФБ – 16 лв.

За ученици, студенти и пенсионери – 10 лв.

Ако желаете да се абонирате, пишете на worldofphysics@abv.bg

Цена за 1 книжка – 5 лв.

СТАНЕТЕ НАШИ АВТОРИ

Може да изпращате статии за публикуване в списанието като прикачени файлове на същия адрес.

Броевете на списанието можете да намерите на сайта ни

wop.phys.uni-sofia.bg

и на адрес:

Съюз на физиците в България, Физически факултет

СУ „Св. Климент Охридски“

бул. „Джеймс Баучер“ 5, София 1164

Тел. + 359 2 62 76 60, e-mail: upb@phys.uni-sofia.bg,

както и по време на ежемесечната ни лектория

„Светът на физиката на живо“

в Софийска градска библиотека

НОВИНИ

SpaceX успешно скачи пилотирания *Crew Dragon* с МКС



На 31-ви май 2020 г. американската компания *SpaceX* успешно скачи капсулата *Crew Dragon* с Международната космическа станция (МКС). Ракетата *Falcon 9* беше изстреляна ден по-рано от Космическия център „Кенеди“ на НАСА. Това бе първият частен пилотиран полет до МКС и е

важна крачка в посока на възстановяването на регулярни американски пилотирани мисии. Всъщност, от 2011 г., след спиране на полетите със соваки, НАСА разчиташе на Русия за превоз на хора и товари до МКС.

Мисията на двамата астронавти Бенкен и Хърли, обаче, е все още незавършена. Планираната продължителност на престоя им в орбита е няколко седмици, но плановите на НАСА може би ще претърпят промяна, тъй като в резултат на натрупани закъснения с мисията на *SpaceX*, както и с разработване на капсулата *Starliner* на *Boeing*, на МКС в момента работят само трима други астронавти. Очаква се екипажът на *Crew Dragon* да им помогне в поддръжката на Станцията, с дейности като инсталиране на новите литиево-йонни батерии например, които пристигнаха по-рано на МКС с японски полет. Престоят им в орбита обаче, не може да продължи много дълго, тъй като слънчевите панели на скачания към МКС *Crew Dragon* се амортизират с прекарването в орбита време. Това поставя под риск успешното завръщане на капсулата на Земята. В следващите две седмици астронавтите ще следят внимателно процеса и ако се окаже, че слънчевите батерии са по-издръжливи от очакваното, мисията им може да бъде удължена. Ако тя протече успешно, NASA ще използва данните от този полет за оценка на риска при рутинни полети до МКС.

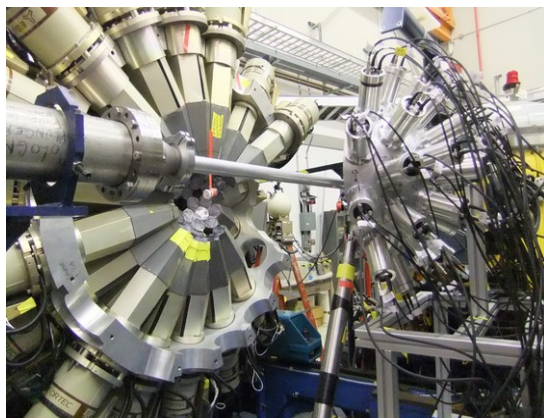
Следващият полет на *Crew Dragon* до МКС се очаква да носи на борда си трима американски и един японски астронавт.

Разработен детектор за измерване на субнаносекундни ядрени времена на живот

Международен екип от изследователи създаде детектор за измерване на субнаносекундни времена на живот на възбудени ядрени състояния. Всъщност детекторът *FATIMA* (*FA*st-*T*iming *A*rray) е система, състояща се от 36 сцинтилационни детектора, монтирани в три пръстена – по 12 на всеки, и е

един от детекторите на *DESPEC* (*DEcay SPECTroscopy*), които ще бъдат разположени във фокална равнина на сепаратора на фрагменти *Super-FRS* (*Super FRagment Separator*). *DESPEC*, и в частност *FATIMA*, ще изучават структурата на екзотични ядра, получени от ускорителния комплекс *FAIR*, който, както писахме в брой 1/2020 на „Светът на физиката“, се строи в близост до Дармщат, Германия.

Принципът на действие на детектора е основан на т.нар. Метод на забавените съвпадения, чрез който времето на живот на възбуденото ядрено състояние се определя от разликата във времената на детектиране на два гамакванта, зареждащи и разреждащи изследваното ядрено състояние. Постигнатата с *FATIMA* времева разделителна способност е 320 пикосекунди.

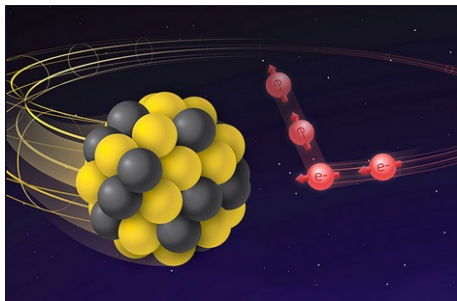


През 2015 г. група изследователи от България, Великобритания, Германия, Франция, Испания, Полша и Румъния внася за разглеждане от *ECE* (*Expert Committee Experiments*) доклада за техническия дизайн (*TDR – Technical Design Report*) на *FATIMA*. *ECE* е експертен панел към *FAIR*, който разглежда необходимостта от изработване на предлаганите инструменти и тяхната целесъобразност. Няколко месеца по-

късно *ECE* дава зелена светлина за изработване на системата. По-голямата част от системата по това време е вече изградена в Университета на Съри, Великобритания, в рамките на проекта *UK NuSTAR*. Тъй като ускорителният комплекс *FAIR* все още не е построен, пускането и тестването на *FATIMA* е осъществено в Националната лаборатория Аргон (*ANL – Argonne National Laboratory*), САЩ, в периода декември – януари 2015 – 2016 г., където новата детекторна система е свързана успешно към многодетекторната система *GAMMASPHERE*. Проведени са тестови измервания на времената на живот на възбудени ядрени състояния, получени при спонтанно делене на ^{252}Cf . През лятото на 2018 г., *FATIMA* е доставена в *GSI*, където е интегрирана успешно към другите *DeSPEC* детектори. Проведени са серия от тестови експерименти, резултати от които бяха публикувани през април тази година в *Nuclear Instruments and Methods*, показващи, че *FATIMA* е готова да посрещне първо възстановената научна програма на *GSI*, а след това и първите снопове от *SIS-100* на *FAIR*.

M. Rudigier *et al.*, Nucl.Instr.Meth.Phys.Res.A969 (2020) 163967

Електрон-йонен колайдер



Проектът *EIC* (*Electron-Ion Collider*) навлиза в нова фаза. Националната лаборатория Брукхайвън (*Brookhaven National Laboratory – BNL*, САЩ) и Националната ускорителна лаборатория „Томас Джеферсън“ (*Thomas Jefferson National Accelerator Facility – TJNAF*, САЩ) стартират инициативата *Yellow report* (Жълт доклад), в която участват над 1000 изследователи от 200

световни университети и лаборатории. Целта е да бъде изработена бялата книга на *EIC* – документ, съдържащ детайли за експерименталната програма на комплекса и подробно описание-обосновка за нуждите от нови детекторни системи, които ще бъдат използвани с колайдера. Те ще залегнат в основата на техническите доклади (*TDR*) за изработка на съответните инструменти, което е следващата стъпка от развитието на проекта.

За изучаване на градивните частици на веществото, както и на свързващите ги глюони, *EIC* ще ускорява интензивни снопове от спин-поляризирани електрони и леки йони като деутерий, ^3He , както и неполяризирани тежки йони, до уран включително.

<https://www.bnl.gov/eic/EOI.php>

Еволюция на формата в неутронно-богатите молибденови ядра

Атомните ядра могат да притежават различни форми. Най-разпространените са сферични и елипсоидни. Елипсоидните форми могат да бъдат удължени или сплеснати и често са аксиално симетрични. Оказва се обаче, че в много от атомните ядра аксиалната симетрия е нарушена. Тези триаксиални ядра приличат на топка за ръग्би, сплесната в перпендикулярна на оста на симетрия посока. Всъщност формата на множество от триаксиално-деформирани ядра се мени с нарастване на енергията на възбуждане и честотата на въртене. Този ефект е демонстриран за ядрата на $^{106,108,110}\text{Mo}$ в публикувана наскоро статия в американското списание *Physical Review*. Неутронно-богатите изотопи на молибден са получени като дъщерни продукти от разпада на съответните изобари на Nb. $^{106,108,110}\text{Nb}$ са синтезирани в *RIKEN* (Япония) при делене на ^{238}U в полет. Получените фрагменти са разделени в сепаратора *BigRIPS*, транспортирани са през спектрометъра *ZeroDegree* и са имплантирани във високосегментиран полупроводников детектор *WAS3ABi*. Излъчените забавени гама-кванти са регистрирани от детекторите *EURICA* (*EUroball-RIKEN Array*) и осемнадесет бързи сцинтилационни детектори на *FATIMA*.

J. Ha *et al.*, *Physical Review C*101 (2020) 044311

10 PW лазер

В *ELI-NP (Extreme Light Infrastructure – Nuclear Physics)*, Мъгуреле, Румъния, с помощта на френската компания Талес, успешно завърши работата по изграждане и бе пусната в експлоатация лазерна система с висока мощност (*HPLS – High-Power Laser System*). За първи път стартира работата си 10 PW лазер – най-мощният лазер в света в момента. Това превърна *ELI-NP* в една от най-престижните изследователски инфраструктури поради уникалното си модерно оборудване. Започна провеждането на експерименти за изследване на взаимодействието на лазерния лъч с различни материали с цел да се изучат нелинейните оптични ефекти при тези мощности.

„Космос“ – нов клон на Съюза на физиците в България

На 10 февруари 2020 г. беше проведено учредителното събрание на клон „Космос“, в което участваха изследователи от различни научни организации в страната. Учредяването на нов тематичен клон към Съюза на физиците в България е естествено продължение на усилията на групата, работила по създаване на Националната научна програма „Космически изследвания, приложения и технологии“. Целта на организацията е да създаде предпоставки за по-тясно сътрудничество между отделните изследователи и изследователски групи, работещи по темата, да информира научната общност и широката общественост за провежданите в България и по света изследвания в областта на Космоса и свързаните физични дисциплини. Една от основните цели на новата организация е да популяризира новите български постижения в областта.

Рубриката е подкрепена от клон „Космос“ на СФБ.

Клон „Космос“ на СФБ

организира

„Национален форум за съвременни космически изследвания“

21 – 22 октомври 2020 г.,

Физически факултет при Софийски университет.

Повече информация за събитието може да получите от
physconfedu@phys.uni-sofia.bg и фейсбук страницата на списанието:
<https://www.facebook.com/world.of.physics.bg/>

НАЙ-ЗНАЧИМИТЕ ОТКРИТИЯ ВЪВ ФИЗИКАТА ЗА ИЗМИНАЛОТО ДЕСЕТИЛЕНИЕ НА ХХІ ВЕК

Второто десетилетие на века (2010 – 2020) е белязано от огромен напредък в областта на науката и технологиите. Много списания и интернет страници представиха класиране на направените открития в областта на физиката, генетиката и технологиите. Тук ще представим някои от важните открития във физиката за този период. Включени са и постижения в астрономията и технологиите, които са директно свързани с постижения на физиката. За повечето от тези открития „Светът на физиката“ е информирал своите читатели.

Откриването на Хигс-бозона



През 2012 г. на Големия адронен колайдер в ЦЕРН беше намерен отдавна прогнозирания и дълго неуловим бозон на Хигс – частица, отговорна за масата на всички останали частици във Вселената, която им позволява да се съединяват и да образуват по-големи обекти, като звезди. Тя беше теоретично предсказана от Питър Хигс още през 60-те години на двадесети век, за което Хигс заедно с

Франсоа Енглер получи Нобелова награда за 2013 г. Това откритие придаде завършеност на Стандартния модел на физиката на елементарните частици. (Виж в „Светът на физиката“, брой 4 от 2013 г.).

Детектирането на гравитационните вълни

През 1916 г. Алберт Айнщайн предсказва, че пространство-времето – тъканта на Вселената – е нарушена от странни пулсации, известни като гравитационни вълни. Той смята, че те ще бъдат твърде слаби, за да бъдат детектирани на Земята. Гравитационните вълни се генерират от движението на масивни тела с променливо ускорение и се разпространяват в пространството със скоростта на светлината. Поради относителната слабост на гравитацион-



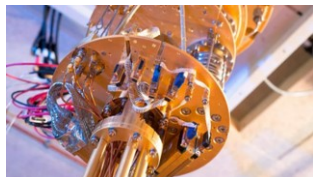
ните сили, тези вълни са много слаби и е трудно да бъдат открити. Развитие на съвременната измервателна техника за детектиране доказва, че това е възможно. Точно век по-късно колаборацията Лазерна интерферометрична гравитационно-вълнова обсерватория (*Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory, LIGO*) обяви, че най-после е установила такива вълни, генерирани от двойка сливащи се черни дупки. По този начин, още веднъж потвърждавайки

Теорията на относителността на Айнщайн, човечеството успя да напредне още малко в търсене на своето място във Вселената. Това откритие поставя

началото на нова гравитационно-вълнова астрономия. (Виж в „Светът на физиката“, брой 4 от 2017 г.).

Разработване на квантови компютри

Усилията за разработване на квантови компютри продължиха с нарастващо темпо през това десетилетие и през 2019 г. от *Google* обявиха, че са постигнали „квантово превъзходство“ – термин, въведен от Джон Прескил през 2012 г. – и означава, че са разработили квантов компютър, способен да извършва операции и действия, каквито нито един от класическите супер-компютри на Земята не може да направи.



В началото на десетилетието квантовите изчисления изглеждаха като добра идея на хартия, но с далечна перспектива на практика. Днес не е така: дори специалистите в областта бяха изненадани колко бързо се развиха първите устройства. *IBM* представи своя петбитов квантов компютър, достъпен в облак през 2016 г. Десетилетието завършва с машини на *IBM*, *Google* и други, които са постигнали квантово-битови масиви, по-големи на порядък. Влиянието на революцията в информационните технологии през второто десетилетие на XXI в. най-силно се усеща в областите, които боравят с големи бази данни от научни изследвания.

Наблюдаван е за пръв път междузвезден обект

Първият известен междузвезден обект, който посети нашата Слънчева система, *1I/2017 U1 Oumuamua*, беше открит през октомври 2017 г. от телескопа *Pan-STARRS1* на Университета на Хаваите. (Виж в „Светът на физиката“, брой 4 от 2017 г.). Проектът е финансиран от Програмата на НАСА за наблюдение на обекти, която открива и проследява астероиди и комети в близост на Земята. Обектът мина покрай Слънцето на 9 септември 2017 г. със скорост от 87,3 km в секунда. Отначало беше класифициран като астероид, докато новите измервания установиха, че се ускорява леко – знак, че се държи по-скоро като комета. Името *Oumuamua* е на хавайски и означава „пратеник“. Обектът дойде приблизително откъм ярката звезда Вега в северното съзвездие Лира, излезе извън орбитата на Юпитер през май 2018 г., извън орбитата на Сатурн през януари 2019 г. и ще премине отвъд орбитата на Нептун през 2022 г. Като напусне Слънчевата система, *Oumuamua* ще се насочи към съзвездието Пегас.

Доказано е съществуването на кварк-глюонна плазма

През 2012 г. физични експерименти, проведени на ускорителя *RHIC (Relativistic Heavy Ion Collider)* в Националната лаборатория в Брукхайвън (САЩ), бяха включени в Книгата на рекордите на Гинес „за най-висока температура, получена в лабораторни условия“. Сблъсквайки златни йони в ус-

корителя, учените са постигнали появата на кварк-глюонна плазма с температура 4 трилиона °C (250 хиляди пъти по-гореща, отколкото в центъра на Слънцето). Около микросекунда след Големия взрив Вселената е била изпълнена с точно такава плазма.

Откриване на нов клас частици – пентакварки

През 2015 г. от експерименти на ускорителя *LHCb* в ЦЕРН беше съобщено откриване на нов клас частици, предсказани преди половин век – пентакварки. Това са екзотични, краткоживущи частици. Някои теоретици смятат, че новите частици са пет кварка, свързани заедно чрез обмен на квантови частици, наречени глюони. Други твърдят, че приличат по-скоро на атомно ядро. В тази „молекулярна“ картина пентакваркът е трикварков барион, свързан с двукварков мезон по същия начин, по който протоните и неутроните се свързват в ядрото – чрез размяна на краткоживущи пи-мезони. Очевидно пентакваркът не е просто нова частица, а начин на обединяване на кварки в многокомпонентна подредена структура, за свойствата на която засега знаем твърде малко. Очаква се откритието да допринесе за разбирането на силното взаимодействие.

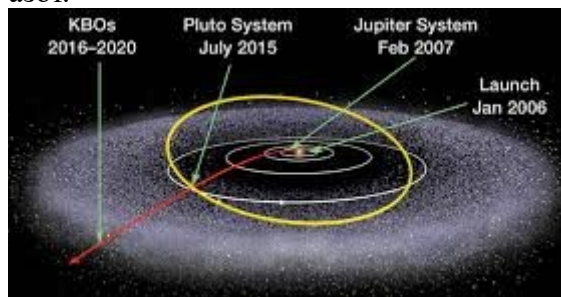
Първата снимка на черна дупка

Постигайки това, което по-рано се смяташе за невъзможно, екип от международни астрономи е заснел изображение на силуета на супермасивна черна дупка в центъра на галактиката *Messier 87*. Индикации за съществуването на черни дупки, онези мистериозни места в Космоса, от които нищо, дори светлината не може да избяга, съществуват от доста време и астрономите отдавна наблюдават ефектите върху околната среда на тези явления. Популярната представа е, че заснемането на изображение на черна дупка е невъзможно, защото изображение на обект, който светлината не може да напусне, ще изглежда напълно черно. Предизвикателството за учените беше, как от разстояние от хиляди или дори милиони светлинни години да се снима изображение на горещия, светещ газ, попадащ в черна дупка. Амбициозен екип от международни астрономи и компютърни специалисти успя да го постигне. Първата снимка на черна дупка се определя от списание *Science* като научният пробив на 2019 г. (Виж в „Светът на физиката“, брой 1 от 2020 г.).

Полет до Плутон

Сондата *New Horizons* достигна Плутон и събра много данни за планетата-джудже и нейната луна Харон. Съществуването на Плутон е предсказано от Пърсивал Лоуел и Уилям Пикъринг през 1915 г. въз основа на аномалиите в орбитите на Уран и Нептун и е открит от астронома Клайд Томбо в Обсерваторията Ловел, Аризона (САЩ), през 1930 г. Иронията е, че в действителност тези аномалии са били причинени от недостатъчната точност, с която е била известна тогава масата на Нептун. Мисията *New Horizons* стартира през

2006 г., когато Плутон все още се смяташе за пълноценна планета и никой не беше чувал за Фейсбук например. Огромният успех идва през 2015 г. Получени бяха цветни изображения на Плутон и неговия спътник Харон. Дори хора, далеч от астрономията, започнаха да говорят за снимките на морета от азот.



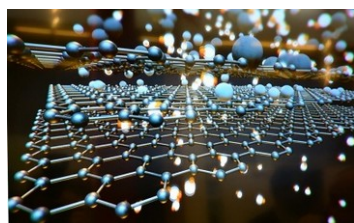
Девет дълги години космическият кораб се приближаваше към Плутон. По пътя си сондата фотографира и други космически обекти, като например облаците на Юпитер или, минавайки покрай спътника му Йо, серията от снимки на *New Horizons*, разкриващи вул-

канични изригвания на повърхността му, които след това бяха монтирани в пълноценно видео (първото видео на вулкан, изригващ извън Земята!).

Последният път, когато човечеството получи снимки на непозната планета, беше от Нептун през 1989 г. С изображенията на Плутон повече няма неизвестни планети в Слънчевата система.

Физиката на кондензираната материя

Една от важните области със значителни постижения е физиката на кондензираната материя. Тя формира теоретичната база и обхваща микроскопичните и макроскопичните физични свойства на материалите. Изследванията в областта включват откриване и дизайн на нови материали за приложения във всички области на изследователска дейност и индустриални цели.



През изминалото десетилетие се наблюдава изключителен напредък в тези изследвания и постиженията обхващаха значителен набор от различни класове материали. Например с получаването на

двумерния графен се отвори поле за търсене на други 2D материали и работа върху физични явления с потенциал за много приложения в електрониката като слънчеви клетки, транзистори, сензори за камера, цифрови екрани и полупроводници. Други постижения на базата на сложни структури от широкозонни полупроводници доведоха до достъпно светодиодно осветление, плоски дисплеи и батерии с подобрени свойства. Постигания като усвояването на топологичните изолатори (Виж в „Светът на физиката“, брой 1 от 2017 г.) бяха продукт на фундаменталната наука, други, като стъклата Gorilla (тънки, леки и устойчиви стъкла), възникнаха в резултат на технологични усилия.

Прогнози и очаквания за следващото десетилетие

Физиците често не получават признание, но техните открития са тези, които винаги са трансформирали ежедневието, не на последно място в начина, по който общуваме. Прогнозите за следващото десетилетие според *Physics World* изглеждат по следния начин:

В областта на квантовите компютри едно голямо предизвикателство през следващото десетилетие ще бъде да се намерят повече начини за разработване на по-широк спектър от квантови алгоритми. Освен *Google*, *IBM* и *Microsoft*, *Intel* също експериментират със свои собствени квантови компютри, като всеки от тях използва различен принцип на работа, но по всеобщо мнение все още сме на години разстояние от създаването на достатъчно добри и работещи безпроблемно квантови компютри, докато квантовите изчисления и комуникацията станат основни, като квантовите компютри рутинно ще работят през облак. Експериментите по физика ще генерират все повече данни и анализирането на получената информация ще използва изкуствения интелект и машинното обучение.

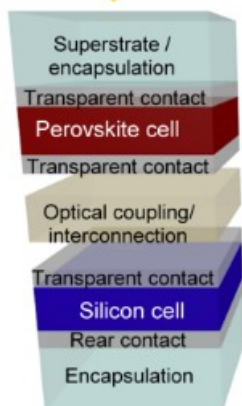
Грижата за околната среда ще има по-голямо влияние върху физиката. Научното лабораторно оборудване ще стане по-чисто и по-екологично. Ускорителите на частици, които преди време бяха известни с голямата консумирана електроенергия за извършване на експерименти, ще трябва или да бъдат по-икономични, или – още по-добре, да поставят в центъра на внимание развиване на енергийно ефективни технологии.

В областта на физиката на кондензираната материя ще продължат търсенията за създаване на нови материали за определени приложения, както и на нови концепции за прибори и тримерен дизайн. (Виж в „Светът на физиката“, брой 3 от 2019 г.)

Ще се разработват свръхпроводящи материали, които провеждат електричество без съпротивление при стайна температура. Засега най-обещаващите материали, като лантанов декахидрид (LaH_{10}), стават свръхпроводящи само

при много високо налягане до над 1 млн. атмосфери, което не позволява да бъдат използвани в електрониката и енергийните мрежи.

Енергийните компании планират да започнат продажба на слънчеви клетки, използвайки перовскити – обещаващи материали, които могат да бъдат по-евтини и лесни за производство от силициевите кристали, използвани в конвенционалните слънчеви панели. В комбинация със силиций в тандемни клетки перовските могат да осигурят най-ефективните слънчеви панели на пазара. Енергийният сектор би могъл да достигне друг важен момент. Очаква се *Toyota* да представи първия



прототип на автомобил, задвижван от твърдотелни литиево-йонни батерии. Те заместват течността, която разделя електродите вътре в акумулатора, с твърд материал, увеличавайки количеството енергия, което може да се съхранява. Твърдите електролитни батерии издържат по-дълго, но се зареждат по-бавно.

Разработки в полупроводниковата физика и оптиката ще доведат до смартфони, които ще бъдат по-леки, по-бързи и по-мощни през следващото десетилетие, като например *LiFi* телефони. (*Li-Fi* – съкращение от *light fidelity*, безжична комуникационна технология, която използва светлина за предаване на данни и позиция между устройствата).

Напредъкът във физиката на кондензираните вещества в новото десетилетие ще доведе до фундаментално ново разбиране за материалите, разширявайки нашите знания отвъд физиката на идеализираните системи към реалните материали. Фундаменталното разбиране на електронните и оптичните явления, комплексните ансамбли от атоми и многокомпонентните материали, неравновесните явления и биологичните явления ще стимулират напредъка в технологиите в много области, вариращи от микроелектроника до структурни материали и медицина.

Медицинската физика ще продължи своя подем – от подобрени лъчетерапии до нови образни техники. Ще се разработват нови принципи и средства за лечение с използване на наночастици, нанороботи и миниатюрни въглеродни нанотръбички за транспортиране на лекарства до специфични клетки. При медицинските импланти ще се използват наноразмерни сензори, вградени директно в импланта или около него, за откриване и предотвратяване на инфекции.

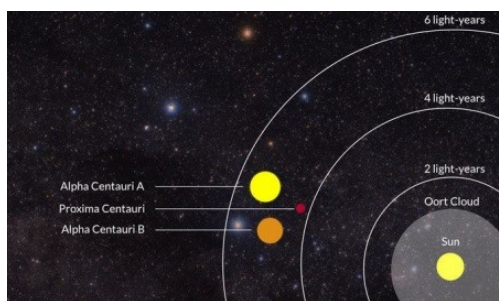
След възторга, предизвикан от полученото първо изображение на свръхмасивна черна дупка в центъра на галактиката М-87 през 2019 г., учени, работещи с телескопа *Event Horizon*, планират да получат нови резултати, този път за черна дупка в центъра на Млечния път. Те могат да включват няколко подробни изображения на черна дупка в нашата галактика, наречена Стрелец А*, която е разположена на разстояние около 26 хил. светлинни години от Земята. (Виж „Светът на физиката“, брой 1 от 2020 г.).

Мисията *Gaia* на Европейската космическа агенция ще актуализира 3D картата на Млечния път, което трябва значително да допълни нашето разбиране за неговата структура и еволюция.

Изучаването на гравитационните вълни значително ще позволи изследвания за състоянието на Вселената назад към времето на Големия взрив, ще провери Инфлационния модел на Вселената и ще реши други належащи проблеми на теоретичната физика и космологията. Очаква се да бъдат наблюдавани поредица от космически събития, свързани с гравитационните

вълни. Те ще включват множество сливания на черни дупки, както и безпрецедентни сблъсъци на черна дупка и звезда.

В началото на десетилетието бяха известни около 450 планети извън нашата Слънчева система. Сега този брой е над 4000. Най-важното от всичко



беше откриването на *Proxima Centauri b* през 2016 г., най-близката известна екзопланета, на разстояние 4,2 светлинни години от Земята. През декември 2019 г. Европейската космическа агенция пусна в орбита космическия телескоп „Хеопс“, предназначен за търсене и проучване на екзопланети по транзитния метод. Основните цели на „Хеопс“ са пла-

нети с маси от порядъка на тези от Венера до Нептун сред звезди, съседни на Слънчевата система. Задачата на мисията е не толкова търсенето на планети, колкото изследването на вече намерените. Целите на изследването са избрани от данните, събрани от наземни проекти за търсене на екзопланети *SuperWASP* и *HAT-P*. Ще се избират обекти за изучаване с помощта на големи телескопи – бъдещият европейски супертелескоп *E-ELT* или наследникът на „Хъбъл“ – „Джеймс Уеб“ (*James Webb Space Telescope*).

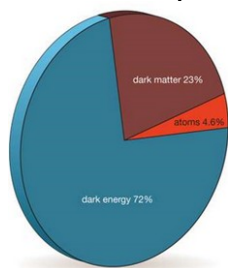
В ЦЕРН се надяват да получат през 2020 г. финансиране за бъдещ мега-колайдър. Предложението е за изграждане на 100-километров колайдър, който да бъде с порядък по-мощен от Големия адронен колайдър и да струва до 21 млрд. евро (23,4 млрд. щатски долара). Европейската лаборатория по физика на частиците трябваше да проведе специално заседание на своя съвет в Будапеща през май 2020 г., но поради ситуацията около пандемията *COVID-19* заседанието беше отложено и ще се проведе под формата на видеоконференция, където комисията ще вземе решение за актуализация на Европейската стратегия за изследванията.

Междувременно Китай вече одобри изграждането на собствен адронен колайдър с тунел 100 km. Планира се да отделят само 4,3 млрд. долара за проекта, строителството да започне през 2022 г. и ускорителят да бъде пуснат в експлоатация през 30-те години на XXI в.

В Съединените щати се очаква *Fermi National Accelerator Laboratory* да представи дългоочакваните резултати от *Muon g-2*, много точно измерване на това как мюоните – по-масивните братя на електроните, се държат в магнитно поле. Физиките се надяват, че малките аномалии в резултатите ще помогнат да се идентифицират неизвестни досега елементарни частици.

През 2020 г. в Обединения институт за ядрени изследвания в Дубна (след като се натрупа необходимия запас от берклий) ще започне „ловът“ на 119-ия

елемент от Периодичната таблица. 150-дневният експеримент ще започне в новата „Фабрика за свръхтежки елементи“.



Ще продължат изследванията на тъмната материя и тъмната енергия – хипотетичните компоненти, които формират огромната част на Вселената и определят нейните свойства, за които учените все още не са намерили обяснение, като например скритата маса на космичните тела и непропорционалната скорост на въртене на външни обекти във Вселената. През октомври 2019 г. започна работа нов спектроскопичен телескоп за тъмна енергия (*Dark Energy Spectroscopic Instrument – DESI*) в Националната обсерватория *Kitt Peak* в Аризона, който ще измерва ефекта на тъмната енергия върху разширяването на Вселената. Ще бъдат получени оптични спектри за десетки милиона галактики и квазари, изграждайки 3D карта, обхващаща близката Вселена до 11 млрд. светлинни години, което може да ни помогне да разберем природата на тъмната материя и може също да е от ключово значение за решаването на един от най-големите въпроси във физиката: каква е тайнствената сила, наречена „тъмна енергия“, която съставлява 70% от Вселената?

Търсенето на най-неуловимите частици във Вселената, отговорни за тъмната материя (*WIMPs – Weakly Interacting Massive Particles*), продължава и за целта изследователският екип на колаборацията *XENON* е създал специален инструмент – детектора *XENONIT*. Той представлява 1300-килограмов резервоар със суперчист течен ксенон, защитен от космически лъчи в криостат, потопен във вода на дълбочина 1500 m под планините Гран Сасо в Италия. Изследователите търсят тъмна материя, като записват миниатюрни изсветвания, възникващи, когато частиците на тъмната материя взаимодействат с ядрата на ксеноновите атоми вътре в детектора. Събирани бяха данни от 2016 до края на 2018 г. В момента върви модернизация на експеримента за следваща фаза *XENONnT*, която ще включва активна маса на детектора, три пъти по-голяма от *XENONIT*. Заедно с намаленото ниво на шума това ще повиши чувствителността на детектора с порядък.



Експеримент на същия принцип *LUX-Zeplin* се подготвя в подземния изследователски институт в Санфорд (*Sanford Underground Research Facility*) в Южна Дакота. 10-тонният детектор е разположен в стар рудник за злато. Това голямо количество ксенон увеличава шансовете за детектиране на частици от тъмната материя и учените се надяват на пробив в следващите години.

Докато шансовете за успех в изясняването на тъмната Вселена остават несигурни, космическите мисии за изследване на видимата материя в Слънчевата система и извън нея несъмнено ще доведат до завладяващи резултати.

Една голяма надежда на изминалото десетилетие остана неизпълнена: откриването на „нова“ физика извън Стандартния модел. Въпреки 10-те години работа на Големия адронен колайдър *LHC*, все още няма признаци за съществуването на свръхсиметрични частици, което принуждава теоретиците да продължават напред само с математични средства. Но със започване на амбициозна програма за надграждане *LHC* под ръководството на Фабиола Джаноти, която наскоро стана първият учен, получил пълен втори мандат като директор на ЦЕРН, физиците се надяват да постигнат през следващото десетилетие мечтите за нова физика, които имаха в началото на изминалото.

Какви тайни крие природата отвъд вече известните ни граници не знаем, но знаем със сигурност едно: ако не търсим, никога няма да разберем.

Литература

<https://physicsworld.com/a/top-10-physics-breakthroughs-of-the-decade/>

<https://www.newscientist.com/article/mg24432613-200-new-scientist-ranks-the-top-10-discoveries-of-the-decade/#ixzz6CLCfzpfI>

<https://www.mentalfloss.com/article/609738/scientific-discoveries-2010s>

<https://www.jpl.nasa.gov/edu/news/2019/4/19/how-scientists-captured-the-first-image-of-a-black-hole/>

<https://www.newscientist.com/article/mg24432613-200-new-scientist-ranks-the-top-10-discoveries-of-the-decade/#ixzz6CLCfzpfI>

<https://www.mentalfloss.com/article/609738/scientific-discoveries-2010s>

<https://nv.ua/techno/popscience/samye-ozhidaemye-otkrytiya-i-sobytiya-v-nauke-v-2020-godu-50062380.html>

<http://nap.edu/25244>, *Frontiers of Materials Research: A Decadal Survey* (2019)

Подбор и превод: Сашка Александрова

THE MOST SIGNIFICANT DISCOVERIES IN PHYSICS FOR THE PAST DECADE OF THE 21ST CENTURY

The current survey reviews the progress and achievements in physics research and the changes in the research landscape over the past decade. The list includes the most significant scientific breakthroughs in physics, astronomy and emerging technologies, as cited by scientific journals and websites. Predictions and challenges of the development for the next decade are also discussed.

Selection and translation: Sashka Alexandrova

МЕТОДЪТ НА ОБУЧЕНИЕТО ПО ФИЗИКА И ХИМИЯ В СРЕДНИТЕ УЧИЛИЩА И УЧИЛИЩНАТА ПРОГРАМА*

Д-р Михаил Георгиев

Д-р Михаил Георгиев (1892 – 1977), дългогодишен учител по физика в Русенската държавна мъжка гимназия, пръв въвежда лабораторните упражнения по физика в средното училище у нас. За целта внася от Германия комплект учебни пособия и организира правенето на физични уреди от учениците. Редовно участва с доклади по методика на обучението по физика в учителски конференции. Съавтор е на учебник по физика за IX клас, претърпял от 1960 г. до 1968 г. осем издания.

Автор е на популярни научни статии в „Списание на Физико-математическото дружество“ и в сп. „Наука за всички“. Биографичният очерк за Херман Хелмхолц, написан от д-р М. Георгиев, е премиран от ФМД.

Защитил в Германия през 1925 г. докторска дисертация „Върху пластичното деформиране на Vi-монокристали“ с рецензенти В. Нернст и М. Планк, през 1927 г. той се завръща в България с желание да предаде наученото на „българските ученолюбиви младежи – ученици и студенти“.

В поместената по-долу статия, публикувана в „Учителски вестник“, бр. 17, 23 януари 1932 г., са представени възгледите на д-р Михаил Георгиев върху методиката на обучението по физика и химия, които са актуални и в наши дни.



Михаил Георгиев като студент, Берлин, 1921 г.

Физиката и химията са предимно опитни науки. Историята им показва, че едва когато опитът, наблюдението и индукцията станаха елементи на научното изследване, те се развиха бързо и правилно като науки и достигнаха днешното си съвършенство.

Ученият, за да открие някоя обективно съществуваща истина, използва на първо място метод на научното изследване, наречен още *изследователски метод*, като при това сръчно възпроизвежда някое явление, напълно и точно

*Статията на д-р Михаил Георгиев се публикува с осъвременен правопис.

наблюдава, умело систематизира и открива причинната връзка, използвайки известна теория или пък той сам твори нова хипотеза. Откритите по този начин истини са от значение преди всичко за науката, но те добиват и практическа стойност, щом намерят приложение в техниката и живота. Същите тези истини (явления и закони) служат за материал в някои учебни предмети, изучавани в средните училища. Тогава, явява се въпросът как трябва да се избере и подреди материалът в тия предмети и как би трябвало да се преподава на учениците за да достигнат преследваните материални и морални цели?

Изучаването на физиката и химията, както и на останалите учебни предмети в едно средно общообразователно училище, има за цел да подпомогне психофизичния развой на ученика и то тъй, че в резултат от обучението и възпитанието да се добие една дейна, цялостна, с оформен мироглед и годна за живота личност. От това следва необходимостта, щото *ученикът* да се постави в центъра на обучението.

Откритият досега и изложен в отделните науки научен материал е толкова много, че дори специалист – учител не е в състояние напълно да го владее и познава; тогава би било самоизмама да се вярва, че ученикът в неговата възраст би могъл да изучи и разбере всичкия или една по-голяма част от този материал. Обучението следователно не може и не трябва да има за цел даването на много знания, а целта остава да бъде ученикът като психофизично същество, което, използвайки *една малка част от материала като средство, ще развие духовните и физически сили*. Тъй че от познаването на психофизичния развой на ученика и изискването на живота и времето ще зависят и основите, на които да се сложат изборът и наредбата на учебния материал, методът на преподаването и целта на обучението.

Международният конгрес на учителите от средните училища, в резолюцията си по програмата за положителните науки, иска да се направи достатъчно грижлив избор на материала, изучаването на който ще накара учениците да разберат *методите и ролята на науката за днешното човечество*.

Научният метод на положителните науки видяхме, че е изследователският, тогава, пита се, какъв трябва да е учебният метод при тия науки?

От ученика се иска да се създаде преди всичко деен и волев човек, а такъв човек се създава, като обучението се гради върху принципа на активността – на *самодейността*.

Фактът, че физиката и химията са индуктивни науки, които откриват явленията и законите чрез опита и наблюденията, сочи, че тия науки могат и трябва да се преподават само чрез опита. Докато преподавателят по физика и химия само с *класния опит* би могъл да запознае учениците опитно с най-важните физически, респ. химически явления, той само, колкото и нещо да е бил произведен опитът, не би могъл да развие на ученика наблюдателността, да го научи самостоятелно да забелязва, дори и да изучава причинната връз-

ка на отделните явления и тяхното практическо *приложение* в живота, както изисква това училищната програма по физика. А за да може да се постигне и това, ученикът ще трябва сам да влезе в съприкосновение с физическото (или химическо) явление и после да се остави той сам самостоятелно да наблюдава, да изследва, да умозаклучава, с една дума сам да експериментира. Ученикът, значи, ще трябва да влезе в ролята на един откривател. Така се предreshава и въпросът за метода на обучението по физика и химия. Учебният материал ще трябва да бъде същият, с който се ползва ученият – изследовател, при дирене и откриване на истината, а това е методът на научното изследване, накратко казано, изследователският метод. Само че, докато истините, които открива ученият, са били нему неизвестни, тия, открити от ученика, са предварително известни за учителя и се откриват под ръководството на учителя. Ученикът обаче, както ученият при експериментирането, ще трябва сам да наблюдава, измерва, разсъждава и умозаклучава. Този изследователски метод на обучение буди у ученика нагона към творчество и изследване, учи го критически да наблюдава, самостоятелно да забелязва, всестранно и логически да обсъжда. Тъкмо тия въздействия на лабораторния начин на обучение са от значение и полза за ученика.

Лабораторните занятия и упражнения по физика и химия са задължително въведени в училищата на почти всички културни народи. Това, което днес нашият физик и химик извършва в класната стая във форма на демонстрационен опит, в Германия и Франция, особено в Америка, Англия и Русия, от десетилетия насам се върши от самите ученици в лабораториите, макар и с опростени уреди. Повикът значи е *аудиториите да се превърнат в лаборатории*.

За българските училища програмата предвижда практически упражнения и определя по химия за IV и V-ти класове по един час седмично, а по физика за VI и VII-те класове *само по 12 часа годишно*, и то за упражнение, но не и за лабораторно занятие.

Ако Министерството на просветата смята да извърши някои промени в училищната програма, което действително вече се явява наложително, би трябвало да се направи една корекция поне в броя на часовете за практическо упражнение по физика, като се увеличат и предвидят най-малко един час седмично за лабораторни занятия и упражнения, както това е по химия.

Най-после, като се вземе предвид, че материалът по физика, изучаван в средните училища, е претрупан, ще трябва да се избере и вземе само оня, който би дал възможност на ученика при изучаването му да си изясни идеята за научния (изследователския) метод, вътрешната връзка на физичните явления, както и значението и ролята на физиката като наука за техниката и живота.



Лабораторни упражнения по физика в Русенската държавна мъжка гимназия, 1931. Прав в дъното – д-р Михаил Георгиев.

Публикацията подготви: **Пенка Лазарова**

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

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

50 ГОДИНИ *PHYSICAL REVIEW A, B, C И D*

През тази година четири авторитетни списания по физика – *Physical Review A, B, C и D*, отбелязват златни годишнини.

През декември 1969 г. Американското физическо дружество публикува последния том на *Physical Review* – списание с огромен обем и широк мултидисциплинарен обхват. От началото на следващата година списанието се разделя на четири отделни тематични списания, които обхващат различни области на физиката, а именно, *Physical Review A* (атомна, молекулна оптична физика), *B* (физика на кондензираната материя), *C* (ядрена физика) и *D* (физика на елементарните частици).

Physical Review, едно от най-престижните списания в областта на физиката, започва да излиза през 1893 г. Основател и първи редактор е Едуард Л. Никълс (*Edward L. Nichols*), тогава професор по физика в Университета Корнел (*Cornell University*) и по-късно – президент на Дартмутския колеж (*Dartmouth College*) и MIT (*Massachusetts Institute of Technology*).

Първият том съдържа 6 броя и 24 статии, общо 480 страници. Първият брой за юли – август е само 80 страници. Първа е и статията на Едуард Л. Никълс „Изследване на спектрите на пропускане на някои вещества в инфрачервената област“ (*A Study of the Transmission Spectra of Certain Substances in the Infra-Red*, E. F. Nichols, *Phys. Rev.* 1, 1 (1893)).

Няколко години преди разделянето в редакционна бележка Самюъл Гудсмит (*Samuel Goudsmit*), тогава главен редактор, изтъква „преди Интернет“ проблем – списанието има твърде голям обем и започва да губи полезността си за отделния изследовател, поради което предлага разделянето му.

През 1970 г. списанието е разделено на четирите списания, специализирани по различни теми: *Physical Review A, B, C и D*, всяко от които има собствен абонамент и достига до повече учени. По-късно към групата са добавени и други специални списания от семейството на *Physical Review*.

Американското физическо дружество (*APS – American Physical Society*), издател на *Physical Review* от 1913 г., отбелязва годишнината на *Physical Review A, B, C и D*, като всяко от четирите списания ще представи основни изследвания, които са оказали значително влияние върху изследванията в различни области, за което ще информираме читателите на „Светът на физиката“.

ПРИЛОЖНА ФИЗИКА И КОМПЮТЪРНО МОДЕЛИРАНЕ – МОДЕРНАТА СПЕЦИАЛНОСТ

В рамките на кандидатстудентската кампания 2020 Техническият университет – София представя специалността „Приложна физика и компютърно моделиране“.

През 2018 г. в ТУ – София, в професионалното направление „Общо инженерство“, е открита бакалавърска специалност „Приложна физика и компютърно моделиране“, наследник на съществуващата бакалавърска специалност „Инженерна физика“. Специалността „Приложна физика и компютърно моделиране“ е насочена към задълбочено изучаване на физичната същност на процесите и явленията, чрез които се развиват и реализират модерните фотонни, лазерни, оптични, електронни и нанотехнологии и други области на съвременната техника. Друга основна насока на специалността са компютърното моделиране и симулации, които в наши дни заместват много от скъпите физични експерименти, и същевременно позволяват да се получи необходимата за дадена технология информация за свойствата на изследваните обекти и системи и процесите, протичащи в тях. Обучаващите се в специалността усвояват използването на компютърни технологии и професионални софтуерни продукти от високо ниво за решаването на практически задачи с инженерно приложение. Обучението включва и задължителния комплекс от инженерни, езикови, икономически и бизнес знания и умения, нужни за успешна реализация в индустрията.

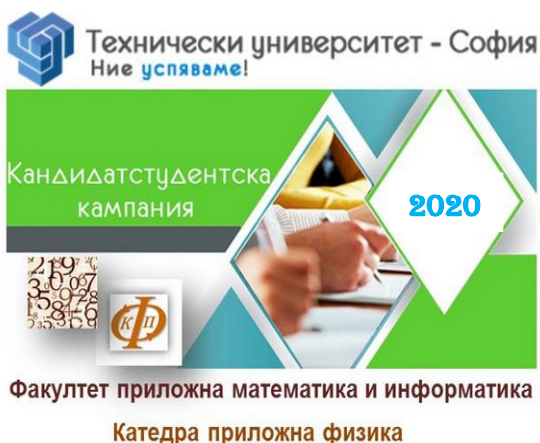


Специалността „Приложна физика и компютърно моделиране“ има за цел подготвянето на специалисти, които да са свързващо звено между фундаменталните знания, научните разработки, компютърното моделиране и симулации и индустриалните им приложения. Такива специалисти имат важна роля в прилагането на иновации и най-нови научни постижения.

Комплексният подход при обучението в предлаганата специалност осигурява на завършилите бакалаври по-голяма мобилност, адаптивност, кариерно развитие и възможност успешно да се впишат в съвременните изисквания на пазарната среда за развитие на индустрията.

Завършилите инженер-физики от специалност „Приложна физика и компютърно моделиране“ са подготвени да се реализират като конструктори, специалисти по проектиране, разработване и експлоатация на продукти във високотехнологични компании в областта на оптичните технологии, фотониката, лазерната техника, материалобработването и микромашинните технологии, световодните комуникационни системи и прибори, на микро- и нанотехнологиите за електронни и оптоелектронни прибори.

Подходящо място за приложение на получените знания и умения може да бъде изследователска работа в институтите на БАН и в университетите, както и позиции на преподаватели в университети, търговски представители или дистрибутори на техника, представители на фирми, занимаващи се с инженерингова дейност.



Повече информация: <http://phys.tu-sofia.bg>

КАК НЯКОИ НОБЕЛОВИ ЛАУРЕАТИ НАУЧАВАТ ЗА ПОЛУЧЕНАТА НАГРАДА

След връчването на Нобеловата награда лауреатите стават пример за подражание на младите хора и вдъхновение за младите учени. Интересът на широката публика не се изчерпва с информацията за постиженията на лауреатите. Подробности от живота им показват чисто човешкия им облик, непокрит от славата и известността.

Съгласно процедурата по номиниране и избор на бъдещите носители на Нобеловата награда, наградите се обявяват в началото на октомври всяка година около обяд шведско време на съответната дата. Минут преди обявяването, от Нобеловия комитет се обаждат на лауреатите и им съобщават, че са получили Нобелова награда. Съобщенията достигат до наградените по различно време, идват в неочаквани моменти и стигнат до Нобеловите лауреати на неочаквани места. Някои са заети с конкретни задачи, на конференции или, ако се намират на друг континент, поради часовите разлики, за тях все още е нощ. Ето как някои учени реагират в онези специални моменти, когато идва „вълшебното обаждане“ и научават, че са станали лауреати на Нобелова награда.

Мартин Чалфи (*Martin Chalfie*), Колумбийски университет, Нобелова награда по химия за 2008 г.

„Беше нелепа ситуация, по-скоро смешна. Е, тази нощ чух телефон да звъни отдалеко, предположих, че е телефонът на съседа ми. Събудих се в 6:10 ч. сутринта, сетих се, че вече трябва да са обявили Нобеловата награда по химия и предположих, че наградата е отишла при някой друг. След това отворих лаптопа си и влязох на *Nobelprize.org*, за да видя кой е глупакът, който е получил наградата. И там видях името си заедно с това на Осаму Шимомура (*Osamu Shimomura*) и Роджър Циен (*Roger Tsien*). Глупакът бях аз! Казах на жена си „Ето на, че стана“. А тя отговори „Какво? Да не сме се успали да заведем дъщеря ни на училище?“.

Карол Грейдър (*Carol Greider*), Медицински университет „Джон Хопкинс“, Нобелова награда за физиология или медицина за 2009 г.



Тя сгъва пране, когато в 5 ч. ѝ се обаждат по телефона. „Обикновено не се занимавам с прането толкова рано сутрин, но вече бях станала и цялото това пране се беше вторачило в мен. По-късно трябваше да се срещна с две приятелки за нашия сутрешен клас по спенинг. За Нобеловата награда

да се говореше, че някъде през следващите пет години може да ни се случи нещо подобно. И миналата година хората казваха: „Може би тази година ще бъде“, но не беше. „Ройтерс“ направи предсказание, че този път може да я получим. Но наистина нямах никаква представа. Може би никога няма да се случи. Има важни фундаментални открития, които никога не получават награди. След като получих обаждането, изпратих имейл: „Съжалявам, няма да мога да въртя колелото в момента. Спечелих Нобеловата награда“. Карол буди децата си с думите: „Между другото спечелих Нобелова награда“. Следва въпрос: „Ще ходим ли на училище?“. „Разбира се. О, не, няма“ и децата отиват с нея на работа.

Питър Агре (*Peter Agre*), Изследователски институт за маларията „Джон Хопкинс“, носител на Нобелова награда по химия за 2003 г.

„Имаше някои намеци, че това може да се случи. Като да бъдеш поканен в Швеция да изнасяш лекции. Но в 5:30 ч. на октомврийската сутрин телефонът иззвъня. „Здравейте, професор Агре, тук е Стокхолм. Току-що спечелихте Нобеловата награда по химия. След около 10 минути имаме пресконференция и целият свят ще разбере – така че спокойно можете да продължите деня си“. Аз скочих под душа, съпругата ми Мери се обади на майка ми, а тя каза: „Това е много хубаво, но не го оставяйте да му се завърти главата“.

Пол Грийнгард (*Paul Greengard*), Университет Рокфелер, Нобелова награда за физиология или медицина за 2000 г.

„Аз спях. Обадиха ми се в 5:15 ч. Преди никога не са уведомявали директно лауреатите и те са чували от новинарски съобщения или от други хора, че са спечелили. Джули Акселрод веднъж ми каза, че е чул, докато седи на зъболекарския стол! Малко преди да спечеля, комитетът за Нобелова награда беше решил, че ще се обадят на лауреатите около 45 минути преди съобщението, за да ги уведомят. Имаше истории, когато хората понякога си правеха тъпи шегички с потенциални победители, като им се обаждаха и казваха: „Здравей, току-що спечели Нобелова награда“. И така, в 5:15 по наше време, те ми се обадиха. Чух телефона да звъни. Дъщеря ни го вдигна. Чух да казва: „Той спи дълбоко. Наистина ли искате да го събудя?“. И чух някой да казва: „Казвам се Ханс Йорнвал и съм секретар на Нобеловия комитет“. Извиках: „Не затваряй!“.

Карл Вийман (*Carl Wieman*), Станфордски университет, Нобелова награда по физика по 2001 г.

„Бях в леглото и спях, разбира се! Всъщност ме събуди не обаждане от Швеция, а брат ми. Шведите не успели да научат моя телефонен номер, но безумно оптимистичният ми брат станал посред нощ, за да провери обявяването на наградата по физика в интернет и ме събуди, за да ме поздрави. Тъй

като това беше брат ми, първата ми реакция беше да отида да проверя в интернет, за да се уверя, че той не си прави тъпа шега“.

Ерик Бециг (*Eric Betzig*), Медицински институт „Хауърд Хюз“, Нобелова награда по химия за 2014 г.

„Бях в Мюнхен за да изнеса лекция на конференция, когато от Комитета се обади да ми кажат за наградата. Нобеловата награда беше последното нещо, за което мислех. Когато мобилният ми телефон звънна, се зачудих кой, по дяволите, ще ми се обади в 5:30 ч. сутринта на Източното крайбрежие и веднага се притесних да няма проблем въщи. Всъщност първо се бяха обадили по телефона на бившата ми жена, но 16-годишното ми хлапе им казало къде да ме намерят. След около 20 секунди объркване и още 20 секунди, за да им кажа „да“, затворих в шок. Най-близката аналогия, която мога да направя е, че се чувствах като ударен от автобус. Разбирате, че току-що сте преживели напълно неочаквано и променящо живота събитие и нямате никаква представа как ще се отрази на вас и вашите планове за бъдещето“.

Пол Ромър (*Paul Romer*), Нюйоркски университет, Нобелова награда по икономика за 2018 г.

Когато от Шведската кралска академия на науките рано сутринта се обаждат, за да го информират, че е носител на тазгодишната Нобелова награда по икономика, професорът пуска обаждането до гласовата поща, мислейки, че може да е само телемаркетинг в такъв ранен час. „Не отговорих на телефона, защото получавах толкова много спам обаждания“, казва Ромер пред *ABC News*. „Просто предположих, че е още едно такова“. Мисли си, че наградите ще бъдат присъдени следващата седмица.

Световноизвестният икономист си лежи в леглото, мисли си колко странно е да получи две последователни телефонни обаждания толкова рано и се опитва пак да заспи. „Но не можах да заспя и отидох да проверя обажданията, да видя дали е от някое от децата ми или нещо подобно“, казва той. Разпознава номера като идващ от Швеция.

„Така че, помислих си, по-добре да върна обаждането. Никога не съм си мислил, че може да спечеля наградата“.

Мей-Брит (*May-Britt*) и **Едуард Мозер** (*Edvard Moser*), Нобелова награда за физиология или медицина за 2014 г.



Наричат ги норвежката двойка „Кюри“. Когато научават за наградата, те са на стотици километри един от друг.

Мей-Брит Мозер е на семинар, обсъжда данни с колеги, когато пристига обаждането от Стокхолм. „Без малко да не вдигна телефона, дискусията беше толкова интересна. По принцип не отговарям, ако не знам номера, но реших да се обадя, не съм се и за-

мисляла кой ден е. Заключих се в кабинета си и от шведския Нобелов институт ми казаха за какво става въпрос. Започнах да плача, бях в шок“. По-късно Мей-Брит Мозер е показана по норвежката телевизия, като танцува с чаша шампанско на парти в Трондхейм, докато нейните колеги пеят „Честит Нобел за теб“ на мелодията на „Честит рожден ден“.

Съпругът ѝ Едуард не научава веднага новината. Той се намира в самолет на път за Германия. Въпреки че получава около 150 имейла по време на полета Осло-Мюнхен, той не разбира, че е станал Нобелов лауреат, докато представител на летището и член на Института Макс Планк не го посрещат тържествено.

Бари Маршал (*Barry Marshall*), Университет на Западна Австралия, и **Робин Уорън** (*Robin Warren*), Кралска болница в Аделаида, Нобелова награда за физиология или медицина за 2005 г.



Бари Маршал получава обаждането в австралийска кръчма с колегата си Робин Уорън, където ходят всяка година в деня, когато се съобщават наградите. „Искам да кажа, че разбира се, винаги сме мечтали да спечелим Нобелова награда, но всъщност никога не сме мислили, че ще стане“. Известни са с шегата си, когато публикуват статията си през 1983 г., че ще спечелят Нобеловата награда през 1986 г. Това всъщност се случва едва след 19 години! Дори и след като получават Нобеловата награда за 2005 г., те продължават с годишното си посещение в кръчмата.

Дидие Келò (*Didier Queloz*), Университет в Женева и Университет в Кеймбридж, Нобелова награда по физика за 2019 г.

На брифинг за пресата в Лондон казва, че е очаквал обаждане за грант, върху който работи и обсъжда с колеги, когато получава новината. В първия момент смята, че това е шега. „Едва можех да дишам“, казва Келò. „Изобщо не можех да мисля, имах пълно затъмнение, защото емоцията беше изключително силна“, казва той. До средата на следобед той все още не успява да се свърже по телефона с бившия си ръководител и колега – лауреат, Мишел Майор (*Michel Mayor*), което, както казва, е „типично за Мишел“.

Реагирайки на новината, проф. Келò казва пред *BBC News*: „Невероятно е. От откриването преди 25 години всички постоянно ми казваха: „Това е откритие за Нобелова награда“. И аз казвам: „О, да, да, може би, както и да е“. Но през последните години той повече или по-малко „забравя“ за откритието: „Дори не мисля за това, така че, честно казано, да, беше изненада. Разбирам въздействието на откритието, но в света се правят толкова големи неща във физиката. Помислих си, че не е за нас, никога няма да го имаме. В момента съм малко шокиран. Все още се опитвам да схвана какво означава“.

Мишел Майор (*Michel Mayor*), Университета в Женева, Нобелова награда по физика за 2019 г.

Мишел Майор е на лекционна обиколка в Испания и разказва, че е научил, че е един от победителите случайно, когато влиза в компютъра си, след като напуска хотела в Сан Себастиан, в северната част на Испания. Макар да знае, че е бил номиниран няколко пъти преди това, швейцарският професор заявява, че „изобщо не го е очаквал“. След пристигането си на летището в Мадрид, той казва пред репортери, че наградата е резултат на „дълъг, дълъг период на работа с колеги. Това е огромна чест“.

Джеймс Пийбълс (*James Peebles*), Принстънски университет, Нобелова награда по физика за 2019 г.



Рано сутринта във вторник, на 8 октомври, Джеймс Пийбълс получава обаждане от Нобеловия комитет в Швеция. Първата му мисъл е: „Когато получите рано сутрин обаждане по телефона, обикновено това е или нещо ужасно или нещо прекрасно!“.

На въпроса в интервю на следващата сутрин за това как се чувства, когато е научил, че получава наградата, Пийбълс е откровен. „Аз работя в космологията от 1964 г.“, казва той. „Това са 55 години. Не искам да бъда нескромен, но изглежда логично да ми връчат наградата. Бях в темата и видях как тя израства от много малка наука до огромна наука и постига огромен напредък“.

Литература

<https://www.nobelprize.org/prizes/themes/the-nobel-call>

www.nytimes.com/science/where-where-you-nobel-prize-call-stories

<https://apnews.com/4c6b4449846e47db85d1c6511bd3add3>

<https://www.princeton.edu/news/2019/10/08/joy-ride-career-peebls-wins-nobel-prize-physics-tackling-big-questions-about>

<https://edition.cnn.com/2009/HEALTH/12/07/nobel.prize.mom.telomeres/index.html>

Подбор и превод: **Сашка Александрова**

HOW SOME NOBEL LAUREATES LEARNED ABOUT RECEIVING THE AWARD

According to the selection process of the Nobel Laureates every year in early October, the Royal Swedish Academy of Sciences selects them through a majority vote. Minutes before a Nobel Prize is announced, the Nobel Laureate is called and told they have been awarded the prize. These calls can come at unexpected times and reach the laureates in unexpected places. Here some recollections are presented of those special moments when the ‘magic call’ comes through and how some scientists learned about their Nobel Prizes.

Selection and translation: **Sashka Alexandrova**

АБОНАМЕНТ И РАЗПРОСТРАНЕНИЕ

Абонамент за 1 година (4 книжки) – 20 лв., за членове на СФБ – 16 лв, за ученици, студенти и пенсионери – 10 лв.

Ако желаете да се абонирате – пишете на worldofphysics@abv.bg

Банкова сметка: Първа Инвестиционна Банка

IBAN: BG91FINV91501215737609; BIC: FINVBGSF

Броеве от списанието можете да намерите на следните места:

- Книжарницата на Математическия факултет на СУ „Св. Климент Охридски“, София 1164, бул. „Джеймс Баучър“ 5
- Книжарница Технически университет – София, блок 10
- 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: urp@phys.uni-sofia.bg
- по време на лекторията „Светът на физиката на живо“

КАК ОПРЕДЕЛЯТ ВРЕМЕТО В ЗАНЗИБАР

Жителите на Занзибар – цял архипелаг от острови до източното крайбрежие на Танзания – казват, че тяхната страна, бивша английска колония, е мюсюлманска, но живееща по британски закони, но англичаните така и не са успели да научат местните да определят времето на денонощието по европейски. Изглежда това е станало, защото Занзибар е разположен само малко по-южно от екватора, където продължителността на светлата част на деня през зимата и лятото се различават с не повече от половин час. Разсъмването е между 6 и 6,30 ч. сутринта, а залезът – по същото време, само че вечер.

Начините за традиционното определяне на времето са описани от Карл Велтен (*Carl Velten*), германски лингвист и специалист по източноафрикански езици, в неговата книга „Обичаи и традиции на народа суахили“, 1903 г., по следния начин: „Определянето на времето с часовник ни беше непознато, тъй като в онези времена няхаме такива. Ако попитах някого колко е часът, той щеше да ти отговори: „Погледни слънцето“. Или хората щяха да погледнат сянката и да я измерят със стъпки. Ако слънцето е било директно над следата от стъпалото, хората са знаели, че е толкова и толкова часът. Ако сянката е била 9 стъпки, те са казвали: „Сега е 9 часът“. Но вечерта не са знаели дали е 5 или 6 часът (11 или 12 по мюсюлманско време). В дъждовен ден са слушали кукуругането на петела. Когато той изкукурига за първи път, значело, че е 5 или 6 ч. през нощта. Но ако петелът не е кукуригал, са губели всякаква представа за времето.



Така че, въпреки всичките старания на англичаните, занзибарците така и не могли да проумеят, как според часовника може да бъде 4 сутринта, като навън е тъмно, т.е. още е нощ, а в 7 ч. вечерта е вече тъмно, а по европейски е още ден. Затова за занзибарците денят започва с разсъмването и часовниковата стрелка в този момент би трябвало да сочи 0 ч., а завършва на залез, т.е. след 12 часа. Така им изглежда по-удобно.

Обаче при такава разлика в отчитането на времето понякога възникват и интересни ситуации например, когато хората идват на определена среща с 6-часово закъснение или пък, обратно, 6 часа по-рано. Например обядът се сервира в 6:30 ч., а гмуркането, планирано за след закуска, се оказва в 4 сутринта. Важното е винаги да помним, че ако говорим със събеседника на суахили, то времето за срещата се определя по суахилски. А когато разговорът се води на английски (втори държавен език на островите), то и времето на срещата определя по европейски.

Литература

www.vokrugsveta.ru

<https://weloveafrica.wordpress.com/did-you-know/>

Подбор и превод: Бойко Георгиев

**СПИСАНИЕ „СВЕТЪТ НА ФИЗИКАТА“, СЪЮЗЪТ НА ФИЗИЦИТЕ В
БЪЛГАРИЯ, КАТЕДРА „ФИЗИКА“ КЪМ МИННО-ГЕОЛОЖКИЯ
УНИВЕРСИТЕТ „СВЕТИ ИВАН РИЛСКИ“ И СТОЛИЧНА
БИБЛИОТЕКА**

ОРГАНИЗИРАТ ЛЕКТОРИЯ

СВЕТЪТ НА ФИЗИКАТА НА ЖИВО

с публични лекции на настоящи и бъдещи автори на
сп. „Светът на физиката“

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

ИЗВАДКИ ОТ ЕСЕТА НА УЧЕНИЦИ ОТ НАЦИОНАЛНИЯ КОНКУРС НА ТЕМА: „БЕЛЕЖИТИ БЪЛГАРСКИ ФИЗИЦИ“

Пенка Лазарова

Над 100 участници – ученици от 26 основни и средни училища и 1 обсерватория от цялата страна, както и студенти от 4 университета, взеха участие в организирания от Съюза на физиците в България и фондация „Еврика“ Национален конкурс за есета на ученици и студенти на тема: „Бележити български физици“. Правят впечатление изключителната отговорност и извършените задълбочени проучвания, с които участниците – от ученици от 5 клас до студенти във висши училища, са подхождали към темата. „Героите“ на есета също са от различни епохи, възрасти, области на физиката: от Възраждането до млади български учени. И нещо много вълнуващо – много от есета младите хора са посветили на учителите си, които според тях заслужават същото признание, както и известните учени и преподаватели във висшите училища. *„Приятно ми беше да чета есета, посветени на мои учители от университета и на колеги, с които съм общувал. Всички участници заслужават похвала, както и учителите, които ръководят и насочват тяхното внимание към изявени творци в родната физика“* – с тези думи председателят на журито проф. д.фз.н. Никола Балабанов обобщил впечатлението си от конкурса. Класацията на журито в трите възрастови групи: ученици (5 – 8 кл.), (9 – 12 кл.) и студенти, можете да видите на сайта на СФБ: <http://upb.phys.uni-sofia.bg/conference/NK/48NK.html>.

На вниманието на читателите на сп. „Светът на физиката“ предоставяме подбрани извадки от есетата на участниците в конкурса.

Виктория Недялкова – 8 кл.

СУ „Максим Райкович“ – Дряново

Научен ръководител: Калина Ангелова

Основоположници на обучението по физика у нас

...Трудно е поименно да изброя всички основоположници на обучението по физика у нас, без да пропусна някой, но както обичам да казвам: „И в началото бе края“, в случая важи и обратната концепция. Тоест, ако съществува изобщо някога край, то той би бил невъзможен без началото. Ако Найденов не бе създал първото българско класно училище и по-късно, издал първия учебник по физика, днес можеше да не се говори изобщо за такава наука.

Той поставя основите и дава старта на едно откритие, което след себе си води до безброй бъдещи такива...

...Трудът, който българските физици-откриватели и основоположници на обучението по физика у нас са положили, е безценен и ние винаги ще им бъдем благодарни, ще ги помним и предаваме имената им на идните поколения с респект.

Цветомир Петров – 7 кл.

119 СУ „Акад. Михаил Арнаудов“ – София

Научен ръководител: инж. д-р Стефан Петров

Първият българин с докторат по астрономия

...Кирил Попов оставя дълбоки следи в паметта на своите ученици не само с оригиналното си творчество, а и с личното си обаяние. Днес на обществото липсват такива учени, които гордо да кажат: „Станал професор, аз поех една много тежка задача, у начинаещия студент да открия бъдещия голям учен“.

Александра Кулин – 7 кл.

ОУ „Йордан Йовков“ – Варна

Научен ръководител: Даниела Баева

Димитър Съселов – Откривателят на светове

Години наред България има принос в астрономията. Още от 14 в. пр. Хр., когато вавилонците видели Меркурий близо до Земята, до днес хората не са преставали да изследват звездното небе. Днешната наука обаче търси отговор на въпросите за възникването на Вселената, звездите и планетите. Притежатели на това тайнство са астрономите, включително българските, и техният „център“ – НАО „Рожен“ при БАН – най-голямата астрономическа обсерватория на Балканите. Малко знаят обаче, че там е работил един наш астроном – проф. Димитър Съселов, прославящ България от много години насам.

Анна Велкова – 12 кл.

ЕГ „Пловдив“ – Пловдив

Научен ръководител: Костадина Кацарова

Приносът на Елисавета Карамихайлова – жената по стръмния път

Мястото на жените във физиката и развитието ѝ не е просто изконно, светло и далечно за много учени сред тях – то е данът на историческото ни развитие и неговите предразсъдъци. И ако пътят им в годините преди Първата световна война е бил непосилен за извоюването му, то след това светът не може повече да чака – жената започва да заема мястото си в научната сцена като равна, можеща и откриваща. Когато Европа се фашизира и се появяват абсурдни съмнения в атомизма, когато учени правят първата крачка към обединяване на оптиката и квантовата физика и са осмивани и подигравани, защото изпреварват времето си, и когато науката се изправя пред новата ера на радиоактивността със заключени лаборатории за пионерките учени, една българка тръгва по своя стръмен път на ядрен физик, който завинаги оставя след себе си стъпките от европейки дух, ценности, чудачество и безкрайно себеотдаване в научните търсения.

Пътят на Карамихайлова започва с борба – не за друго, а за правото си на образование. А това означава много: независимост, отворени възможности, самостоятелен труд, пълноценност...

...Елисавета Карамихайлова дарява цяла една ценностна система и безкористен труд на науката, на България, на света.

Пътят на проф. д-р Елисавета Карамихайлова е стръмен, но и светъл, плодотворен и красив, изпълнен с препятствия, но и с отворени врати. Нейното име и дейността ѝ все още са актуални с иновативните си методики и точност и със скромната себеизява на даровита жена, отдадала се на физиката...

Виктория Лъндова – 10 кл.

Профилирана гимназия „Пейо К. Яворов“ – Петрич

Научен ръководител: д-р Георги Малчев

Вдъхновяващият учен

...строго теоретичните научни твърдения могат да бъдат проверени и доказани на практика с упорит труд, логическо мислене, правилни методи, съвременен оборудване и не на последно място – подходящ екип от колеги.

Формулата на Венцислав Вълев за успешна научна дейност е, че когато се използват нови технологии за изследване на нови материали, откритията са неизбежни. И тази формула „решава“ уравнението на всеки откривател –

да постигне нещо значимо и това да вдъхнови не само него, а и другите учени да продължат, щом вярват в себе си. А както знаем, колкото повече са откритията, толкова по-голяма е вероятността някои от тях да намерят практическо приложение. За мен д-р Вълев е невероятен физик! Бих го определила като „вдъхновяващият учен на ХХІ век“, който е достоен пример за подражание на всички млади хора, посветили се на науката и технологиите.

Екатерина Пъшева – 10 кл.

АЕГ „Гео Милев“ – Русе

Научен ръководител: Павлинка Ангелова

Школата на Теодосий Теодосиев

Знаете ли, че проф. Теньо Попминчев, специалист №1 в света по лазерно-рентгеновите лъчи, е един от малкото българи с шанс да получи Нобелова награда по физика? А знаете ли, че инж. д-р Петко Динев прави най-съвършените телевизионни камери, с които са оборудвани американските космически ракети? Чували ли сте, че Христо Илиев от Мюнхенската политехника успява да постигне воден лед при стайна температура +16 градуса? Замисляли ли сте се, какво обединява тези огромни успехи на български учени? Всички те имат едно общо начало – **ШКОЛАТА НА ТЕО** в гр. Казанлък. Всички негови ученици го наричат така, дори и най-малките. И това не е знак за неуважение, а тъкмо обратното – *обръщение, което говори за силната им духовна връзка с големия учител. Теодосий Теодосиев – Тео си е заслужил името „златният физик на България“...*

В своята школа Теодосий Теодосиев прави всичко с абсолютната осъзнатост, че има мисия. Говори на децата с личния си опит и излъчва невероятна енергия. Учи учениците си да довършват нещата докрай и че най-доброто нещо е търпението....

...Смятам, че докато вижда в очите на децата „божията искра“, учителят ще продължава да се раздава. А случайно или не, името му означава „божественост“...

„Физиката е не само мъдрост, в нея има и поезия. Физиката е област на изящната словесност“ – казва Тео. И може би затова сред успешите възпитаници на Теодосий Теодосиев, освен физици, инженери, лекари,... има и поети.

Валентина Баракова – 10 кл.

Профилирана гимназия „Пейо К. Яворов“ – Петрич

Научен ръководител: д-р Георги Малчев

Големият човек в подкрепа на младите таланти

Младите хора днес трудно намират своето интелектуално вдъхновение. Но все пак има личности, чийто житейски път и кариера могат да бъдат пример как да поставяме изпълними цели и да сбъдваме мечтите си. Става дума за един френски учен от български произход, който за мнозина е символ на уникалния и безграничен човешки ум. Името му е Минко Минев Балкански – професор по физика в университета „Мария и Пиер Кюри“ в Париж. Днешната му родолюбива обществена дейност е в подкрепа на интелектуалното и научно развитие на талантливите български младежи, затова заслужава адмирации!...

...Днес все повече и повече се нуждаем от личности като проф. Минко Балкански. Със своя път в живота те ни показват как да постигнем и най-възвишените си цели. Нужни са умения, талант, желание и вяра, които да ни крепят в трудните моменти по пътя към успеха. Но трябва и духовна сила, и благородство, каквито професорът притежава. За него няма реални граници и бариери, освен тези, които собственото съзнание или околното мнение поставят. Затова винаги е държал да помага на младите да успеят, да надмогнат ограниченията и да постигнат това, което мечтаят. Заради благородната му мисия мога да определя Минко Балкански като един Голям човек! А да бъдеш истински човек днес е едно изпитание, което този родолюбив учен успя да премине, доказвайки силния характер на българския род.

Стела Рускова – 9 кл.

СУ „Емилиян Станев“ – Велико Търново

Научен ръководител: Веселка Недкова

„Ефектът на Кръстев“ или българското откритие, което отложи края на света

В днешно време, когато е възможно да разберем с точност до милиметър къде точно е ударила бомба, поразен е военен обект или е паднал самолет, сме длъжни да знаем, че това не би било възможно, ако не беше откритието на един български учен.

Уважаван и ценен от света и високоразвитите технологично нации, но забравен и неизвестен за обикновения човек у нас. За света името на проф. д-р Кръстьо Кръстев стои редом до това на великия учен и откривател, сърбинът Никола Тесла. Това, което нарежда д-р Кръстьо Кръстев до този гения-

лен ум на човечеството, е откриването на „Електромагнитната пулсация“ – ЕМП, известна още като „Ефектът на Кръстев“...

...Българският учен, от световна величина, който, въпреки че прекарва почти целия си съзнателен живот в Европа и Америка, остава българин дори и след смъртта си, когато близките му изпълняват през 1972 г. последното му желание – пренасят урната с праха му и я полагат на родна земя.

Теди Велкова – 12 кл.

Профилирана гимназия „Пейо К. Яворов“ – Петрич

Научен ръководител: д-р Георги Малчев

Плазмената дама на България

Да се издигнеш в научните среди никога не е било лесна задача. Това става с много усилия, дори и днес. Но да си жена и да успееш в българската наука, е истинско постижение. Малко са тези от тях, които са израснали в област, считана и до ден днешен за мъжко призвание. Но, както казват хората, „има ли желание, има и начин“... Жената, намерила начин да развие своя интелект и да се докаже в българската физика, е Антония Шиварова...

...Антония Шиварова е истински пример за жените в България и по света. „Плазмената дама“ демонстрира пред всички невероятно интелектуално и научно развитие. Това е жената, която смело излезе от сивото и еднообразно ежедневие на българска домакиня и се посвети на физиката, противно на всеобщото схващане, че да си учен е мъжко призвание.

Мария Ковачева – 11 кл.

ППМГ „Васил Левски“ – Смолян

Научен ръководител: Милка Хаджиева

Професор Теньо Попминчев и медицинският рентгенов лазер

Великите физици са толкова много и всяко от техните открития и изобретения е съществена част от съвременния свят. България, макар и малка страна, преминала през различни изпитания, спиращи естествения ѝ възход, успява да създаде велики умове в науката.

„Да достигнеш до това, което търсиш в изследванията си, т.е. до нещо практично, което би се използвало от много хора – подобно преживяване е неповторимо“. Така преди четири години в интервю за радио „България“ скромно описва какво е постигнал с изобретения от него медицински рентгенов апарат българският физик проф. Теньо Попминчев. Неговото име е един от все по-редките ни напоследък поводи за всенародна гордост заради при-

нос към прогреса на човечеството. Е, не е като да риташ топка с някой крайник, но пък си е постижение все пак. Последното, казано с тъжната ирония, че явно вече сме се примирили, че българските научни успехи и открития ще се случват само и единствено зад граница, че каквото имаме като природен талант в точните науки ще търси начини да се развива в чужбина...

...и си давам сметка как хора като проф. Попминчев и много други велики учени, а и лекари, са така необходимият катализатор за развитието на света. Без хора като тях човечеството не би вървяло в посоката, в която върви сега. А тя е правилната.

Ясеин Садък – 9 кл.

ЕГ „Христо Ботев“ – Кърджали

Научен ръководител: Катя Славова

Професор Елисавета Карамихайлова – българската Мария Кюри

Преди точно 6 години гледах научнопопулярен филм за Чернобил, за една стряскаща експлозия, която причинява много щети. В началото изобщо не разбирах за какво се говори, но пък ми беше много интересно и гледах филма няколко пъти. Разказвах на всички мои приятели, но като че ли те не разбираха какво ме вълнува толкова. Тогава за първи път усетих, че всъщност тези невидими лъчения ме интересуват и искам да зная повече за тях. Със сигурност ще си кажете, че преувеличавам. Но, повярвайте ми, и аз не знаех как се случваше това.

Прекарвах времето си в училищната библиотека между енциклопедиите. Търсех всичко, свързано с ядрената физика, а бях едва десетгодишна. Дълго си мислех дали не мога да се занимавам с нещо, свързано с ядрена физика. Ама какво точно... не съм чувала никоя от приятелките ми да си мечтае за нещо подобно. Е, детска мечта, сигурно ще отmine...

...Първата жена ядрен физик в България е пример и причина да не се отказвам от мечтите си. В живота всеки миг е момент, който не се връща. Независимо какво се случва, човек винаги трябва да намери сили да продължава напред към своето бъдеще, както е направила професор Елисавета Карамихайлова. Нейната мечта е да бъде полезна за българската наука. По пътя към осъществяването ѝ тя среща много трудности и хора, които критикуват делата ѝ. Дори е смятана за неблагонадеждна. Но тя стои изправена при всичките критики и несполуки, които я правят по силна и борбена. Въпреки че преди завръщането си в България е била утвърден учен, част от научния елит на Европа, това не я прави велика, надменна и не ѝ дава предимства, а напротив – оказва се голяма пречка за нейната реализация в родината.

Кратката биография на професор Карамихайлова е впечатляваща. Сигурно не е лесно да се върви по такъв път, но това не значи, че човек трябва да се отказва от мечтите си. Трябва да се труди и да се бори, да си намира стимули, да си търси идоли и тогава ще дойде удовлетворението, ще дойдат успехите...

Йоан Цонев – 12 кл.

ПТГ „Д-р Никола Василиади“ – Габрово

Научен ръководител: д-р Христина Денева

Постиженията на българските учени в областта на ядрената физика и енергетиката

... Темата за физиката, също както нея, е необятна. Физиката е навсякъде около мен, около нас. Постиженията на българските учени ме карат да се гордея още по-силно с малката България. И хора като акад. Георги Наджаков, акад. Александър Петров, проф. Леандър Литов, проф. Никола Балабанов, д-р Христина Денева и още много учени ще оставят важна диря след себе си. И пак ще цитирам проф. Балабанов, който на представянето на книгата си „Писма до една поетеса“ казва като съвет към младите „да поглеждат понякога към звездите, защото, гледайки тях, ще открият много повече мъдрост в себе си, отколкото ако гледат в екраните на компютрите си“.

Фийонна Тотен – 9 кл.

ПППЗЕ „Захарий Стоянов“ – Сливен

Научен ръководител: Пенка Василева

Димитър Съселов – български астроном и откривател

... Доктор Съселов успява да обвърже астрономическите си познания за Вселената с философски разсъждения по връзката и за живота... Ние трябва да приемем този потенциал като наш личен и да се възползваме от него.

Този значим учен и неговите постижения за пореден път доказват, че произходът на един човек не е преграда за неговите успехи. Той само може да бъде мотивиран от това – да бъде представител на времето си, на родния си град, на държавата си. Достатъчно е само да имаш страст за знания, за овладяване на дадена материя и огромното желание да се посветиш на науката.

Впечатлена съм от това, че Димитър Съселов е наш съвременник... Ще ми бъде любопитно да проследя и за в бъдеще неговата кариера и открития.

ГОДИШНА НАГРАДА „ПРОФ. Д-Р ЕЛИСАВЕТА КАРАМИХАЙЛОВА“¹

Наградата е учредена от Гамаконсулт ЕООД през 2017 г. в рамките на конкурса „Уреди за кабинета по физика“, провеждан от Софийския клон на Съюза на физиците в България, обичайно през месец юни, в сградата на Физическия факултет на СУ „Св. Климент Охридски“.

Стойност на наградата: 700 лв.

Наградата е за изработка на уред, методика, опит, нагледно помагало и др. (без компютърни симулации), демонстриращи явление от областта на атомната и ядрената физика и/или тяхно приложение.

Наградата е ежегодна и се присъжда от жури, определено от Софийския клон на Съюза на физиците в България. Присъжда се най-много на двама индивидуални участника или на два колектива, като едната половина може да бъде разделена още на две.

Условията за участие са описани на сайта на Софийския клон на Съюза на физиците в България:

<https://sites.google.com/a/bgphysics.eu/bgphysics/deynosti/konkurs-uredi-za-kabineta-po-fizika>

¹Професор Е. Карамихайлова е първият български атомен физик – нейна е първата публикация по ядрена физика на български език: „Върху твърдите гама-лъчи на актиниевата серия“, 1939 г.

Завършила е Виенския университет, където е защитила титлата „доктор по философия“. Работи в Радиевия институт – Виена, и в Кавендишката лаборатория на Кеймбриджкия университет, където защитава научната титла *Magister Atribus*.

От 1939 г. проф. Карамихайлова е редовен доцент в Катедрата по опитна физика на Софийския университет. Чете лекции по атомна физика, спектрален анализ, луминесценция, ядрена физика и радиоактивност. През 1945 г. оглавява новосъздадената катедра „Атомна физика“.

От 1955 г. до смъртта си (1968 г.) тя ръководи секция „Радиоактивност и ядрена спектроскопия“ във Физическия институт на БАН.

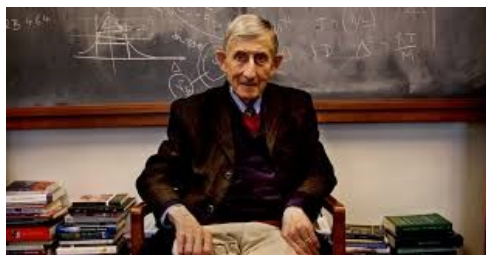
Основните научни интереси на проф. Карамихайлова при работата ѝ в България са в областта на природната радиоактивност, техногенните радиоактивни замърсявания и радиационната защита.

ИЗ РАННИТЕ ГОДИНИ НА ФРИЙМАН ДАЙСЪН (1923-2020)

От пансиона в Уинчестър до квантовата електродинамика, 1936-1952
(част I)

Иван Тодоров

Фрийман Дайсън през собствения му поглед: историята на студентските му години и на неговия решаващ принос към създаването на съвременната КЕД, разказана чрез откъси от писма до родителите и сестра му и с коментарите към избраните му статии. Особено внимание е отделено на еволюцията на отношенията му с Робърт Опенхаймер.



Квантовата електродинамика (КЕД) е върхно постижение на науката през XX век. Тя обединява електродинамиката на Максвел с Теорията на относителността на Лоренц, Поанкаре и Айнщайн и с квантовата теория на Хайзенберг и Дирак. Завършващият пробив, довел до

съвременната КЕД, бе направен от Шиничиро Томонага (1906 – 1979) в Япония, Джулиан Швингер (1918 – 1994), Ричард Файнман (1918 – 1988) и Фрийман Дайсън в Съединените Щати в първите години след Втората световна война. Последният участник от тази забележителна четворка си отиде на 28 февруари 2020 г. В навечерието на 95-ата си годишнина Дайсън публикува автобиография чрез писма (до родителите и сестра си) [1]. 70-годишен, той е написал и научна автобиография – като увод и коментари към свои избрани научни статии [2]. Цитатите от първо лице са от тези книги. Прочетете и чудното есе [3].



Фрийман Дайсън
на 10 години

Училище. Кеймбридж. Война. Математика и физика

Дайсън е роден на 15 декември 1923 г. в Кроуторн, Бъркшър, Югоизточна Англия. Сестра му, Алиса, 3 години по-голяма от него, си го спомня като момче, седнало заобиколено с енциклопедии, листове хартия и смята. Шестгодишен се опитвал да пресметне колко атома има в слънцето. Дванадесет годишен, през 1936 г., излиза пръв на конкурса в Уинчестър Коледж – най-стария пансион за момчета в Обединеното Кралство (основан през 1382). 60 години по-късно Дайсън пише: „Всичките ми различни

интереси, които доведоха до статиите в този том, бяха формирани в Уинчестър. Имах късмет да бъда един от „бандата на четиримата“, всеки от които по-късно имаше бележитата научна кариера... Колежът не вярваше, че трябва да се натоварват по-надарените момчета с повече часове по математика и наука. Нашите учители бяха мъдри да ни оставят доброжелателно сами на себе си“ [2]. През това време Фрийман самостоятелно изучава руски и превежда на английски заинтересувалата го книга по теория на числата на И. М. Виноградов. През 1938 г. баща му, Сър Джордж, напуска Уинчестър, за да стане директор на Кралския музикален колеж в Лондон. „Както Уинчестър, така и Лондон бяха ударени от войната, която започна за Англия през есента на 1939... Парадоксално, нашият отговор на двете места беше да я игнорираме. Баща ми в Лондон и нашите учители в Уинчестър разбираха, че най-добрият начин да покажем презрението си към Хитлер беше да продължим да музицираме и да учим латински и гръцки, като че ли той не съществува. В Кеймбридж, в Лондон и в Уинчестър, начинът да се защити Англия беше да се уверим, че в Англия остава нещо, което заслужава да бъде защищавано“.

През 1941 г. Дайсън постъпва в (Нютоновия) Тринити Колидж; слуша (в класове от по 3 – 4 човека – младежите, навършили 18 годни, са мобилизирани) математиците Харди (1877 – 1947), Литълууд (1885 – 1977) и Безикович (1891 – 1970), Нобеловия лауреат по физика Пол Дирак (1902 – 1984), астрофизика Едингтън (1882 – 1944). „Макар че седях всеки ден на две крачки от Харди и Литълууд в малка семинарна стая, нямах близък контакт с тях. Още по-малко с физиците, Дирак и Едингтън, които четяха лекции в по-големи помещения с малко студенти, насядали на последните редове. Единственият от прочутите професори, който проби моята стеснителност и ми даде помощта, от която имах нужда, беше Безикович. Той четеше чудни лекции по теория на мерките и интегриране, усмихвайки се добродушно, когато се смеехме на неговите славни злоупотреби с английския... Аз споделях двете негови страсти: математика и руска литература“. Дайсън е казал повече за Абрам Безикович в Айнщайновата си лекция [3].

Мобилизиран през 1943 г. да работи в изследователския отдел на Щаба на военно-въздушните сили (*Royal Air Force Bomber Command*), Дайсън си взима започнатата работа по теория на числата. „Теоремата ми помогна да остана нормален по време, когато живеех сред безумието на бомбената кампания... През последните месеци в Бомбения щаб бях прочел книгата на Хайтлер „Квантова теория на излъчването“ – превъзходно резюме на състоянието на теоретичната физика през 1930-те години с интригуващи намеци за фундаментални трудности и нерешени проблеми. Помислих си, че ще бъде по-вълнуващо да разкривам тайни на природата, отколкото да продължа да доказвам теореми, които интересуват само малка котерия от специалисти по теория на числата“. След като изкарва третата година от военната си служба

като преподавател в Лондон, Дайсън се връща като *фелоу* в Тринити през есента на 1946 г. Там, той е щастлив да намери Николас Кемер (виж [4]), който го въвежда в съвременните проблеми на физиката. „Учил при Грегор Венцел в Цюрих, Кемер притежаваше безценно копие (от всичко две в Англия) от Венцеловата книга *Einführung in die Quantentheorie der Wellenfelder* (Увод в квантовата теория на вълновите полета, 1943). Кемер ми даде на заем книгата и ми обясни, защо е важна... Той винаги имаше време да ми разяснява трудните места в нея и да споделя с мен своето виждане, че квантовата теория на полето е ключ за последователно математическо описание на природата. Той беше и е най-себеотрицателният учен, когото някога съм срещал“.

Между слушателите на Кемер през 1946 – 1947 г. е връстникът на Дайсън, докторант на Дирак, Хариш-Чандра (Канпур, 1923 – Пристън, 1983) – главният инженер на хармоничния анализ върху полупрости групи на Ли. След лекция, когато Кемер и двамата слушатели отиват на обед, Хариш-Чандра споделя: „Теоретичната физика е голяма бъркотия; реших да се прехвърля на математика“. На което Дайсън казва: „Аз, по същата причина, се прехвърлям от математика към физика“ ([5, с. 491]). В Кеймбридж Дайсън решава, че трябва да отиде в Америка, където се правят нови прецизни експерименти с апаратура, усъвършенствана по време на войната, в контакт с активни млади теоретици. „Случайно срещнах сър Джефри Тейлър от Кавендишката лаборатория, който през войната е бил в Лос Аламос. Казах му за плановете си да ходя в Америка и го попитах къде там е добре да се насоча. Той отговори без колебание: „Трябва да отидеш в Корнел при Бете; там отидоха най-талантливите младежи от Лос Аламос... По това време не знаех даже, че Корнел съществува, но послушах съвета на Сър Джефри...“. Бете си спомня за препоръчителното писмо на Тейлър, в което се казвало, с типично английско омаловажаване, че имаме тук един студент – докторант математик, Фрийман Дайсън, който не е пълен глупак. Добре ще бъде, ако можеш да го вземеш. И Бете веднага се съгласил.

Корнел, Бете, Файнман; Швингер, Томонага; на път за Принстън

В достъпния в Интернет сайт *Web of Stories* Дайсън ни представя картината на първата им среща, през септември 1947 г., в кабинета на Бете в Корнел с група студенти-докторанти. „Облечен как да е, с кални ботуши, каквито не може да си представиш у английски професор“, а на всичкото отгоре студентите му викат „Ханс“, „аз и към най-близкия си преподавател, Безикович, не съм помислял да се обръщам на първо име“. (Фрийман е очарован).

„Американската научна традиция беше силно емпирична. Теорията се разглеждаше като необходимо зло, нужна за правилното интерпретиране на опитите, но не ценна сама по себе си. Квантовата теория на полето (КТП) беше открита и развивана в Европа. Тя беше изкусно математическо построение, мотивирано от съображения за математическа красота, а не от успех при

обясняване на опитите. Мнозинството американски физици не си бяха дали труда да я научат. И така стана, че аз пристигнах в Корнел като студент, а се оказах, благодарение на Кемер, единствен в целия университет, който е запознат с КТП. Великият Ханс Бете и блестящият Ричард Файнман ме научиха на извънредно много неща от физиката, но когато се сблъскахме с КТП, аз бях учителят, а те бяха студентите. Бете и Файнман бяха се занимавали успешно с физика в течение на години без помощта на КТП и нямаха особено желание да я научат. За мой късмет, бях пристигнал с този европейски дар точно в момент, когато прецизните измервания на Лемб и други за фината структура на енергийните нива в атомите изискваха КТП за своето обяснение. Когато използвах КТП, за да сметна опитно измерено число, Бете беше впечатлен. Каза ми, че за пръв път вижда КТП да прави нещо полезно. За Бете, един математически формализъм е безсмислен, ако не може да се използва за пресмятане на физични величини. За него, пресмятането на числа беше смисълът на играта. Понеже малкият подарък, който донесох от Европа, позволяваше да се пресмятат стойности на опитно измерваеми величини, подаръкът бе приет благожелателно“. (Писано 48 години след събитията). А ето и писмо от март 1948:

„Файнман е младият американски професор, наполовина гений, наполовина клоун, който забавлява всички физици и децата им със своята искряща жизненост... Моята работа взе нов обрат след посещението на Вики Вайскопф миналата седмица. Той донесе отчет за новата теория на Швингер, която Швингер не беше завършил, когато говори в Ню Йорк. Тази нова теория е великолепна; сега се занимавам с нея, искам добре да я разбера... Нашият Ричард Файнман, който винаги следва свой път и има своя частна версия на квантовата теория, атакува същата задача от друга страна и получава еквивалентни резултати. Файнман е човек, с чиито идеи е толкова трудно да се влезе в контакт, колкото с Бетевите е лесно. Но, ако стоя тук по-дълго, може да излезе, че именно с Файнман работя повече“.

„Джулиан Швингер отдавна познаваше КТП, но и той споделяше американския възглед, че тя е нещо екстравагантно, което е по-добре да се избягва, освен когато без него не може. През 1948 г. той разбра, че КТП може да бъде полезна. Той я използва при своето пресмятане на фината структура на енергийните нива, открита в опитите на Лемб и други в Колумбийския университет. Но я използваше неохотно. В публикациите си той избягваше да говори явно за КТП. Вместо това, говореше за функции на Грин. Оказа се, че Гриновите функции, за които пишеше Швингер, и КТП, за която говореше Кемер, бяха, в основата си, едно и също. В статиите на Швингер разпознавах ... функции, които бях виждал в книгата на Венцел.

В Корнел изучавах съвсем различен подход – на Ричард Файнман – за пресмятане на атомни процеси. Той използваше обекти, които наричаше про-

пагатори; те бяха амплитуди, даващи вероятности на частици да се разпространяват от една точка на пространство-времето до друга. Той пресмяташе вероятности на физически процеси като сумираше пропагатори. Имаше правила за тяхното смятане. Всеки пропагатор се представяше графично с набор от диаграми. Всяка диаграма изобразяваше частици, които се движат по прави линии и се сблъскват една с друга там, където линиите се срещат. Когато се научих на техниката на рисуване на диаграми и пресмятане на пропагатори от Файнман, тя ми беше напълно загадъчна: винаги даваше правилни отговори, а не се разбираше на какво основание. Файнман наричаше този начин на пресмятане „пространствено-времеви подход“, защото неговите диаграми съответстваха на редици от събития, случващи се на определени места в определени моменти време. По-късно се разбра, че пропагаторите са просто вид функции на Грин. Файнман бе говорил цял живот, без да го знае, езика на гриновите функции“. ([2 с. 12]).

PHYSICAL REVIEW

VOLUME 75, NUMBER 3

FEBRUARY 1, 1949

The Radiation Theories of Tomonaga, Schwinger, and Feynman

F. J. DYSON

Institute for Advanced Study, Princeton, New Jersey

(Received October 6, 1948)

A unified development of the subject of quantum electrodynamics is outlined, embodying the main features both of the Tomonaga-Schwinger and of the Feynman radiation theory. The theory is carried to a point further than that reached by these authors, in the discussion of higher order radiative reactions and vacuum polarization phenomena. However, the theory of these higher order processes is a program rather than a definitive theory, since no general proof of the convergence of these effects is attempted.

The chief results obtained are (a) a demonstration of the equivalence of the Feynman and Schwinger theories, and (b) a considerable simplification of the procedure involved in applying the Schwinger theory to particular problems, the simplification being the greater the more complicated the problem.

I. INTRODUCTION

AS a result of the recent and independent discoveries of Tomonaga,¹ Schwinger,² and Feynman,³ the subject of quantum electrodynamics has made two very notable advances. On the one hand, both the foundations and the applications of the theory have been simplified by being presented in a completely relativistic way; on the other, the divergence difficulties have been at least partially overcome. In the reports so far published, emphasis has naturally

and ease of application, while those of Tomonaga-Schwinger are generality and theoretical completeness.

The present paper aims to show how the Schwinger theory can be applied to specific problems in such a way as to incorporate the ideas of Feynman. To make the paper reasonably self-contained it is necessary to outline the foundations of the theory, following the method of Tomonaga; but this paper is not intended as a substitute for the complete account of the theory

Дайсън продължава цитирания обстоен увод – коментар към статията *Радиационните теории на Томонага, Швингер и Файнман*, 1949 (писан много по-късно) с похвала на работите на Томонага. Ето, вместо нея, писмо до семейството, от времето, когато току що е научил за тях „... По-интересни новини за радиационната теория дойдоха тези дни чрез Опенхаймер. На конференцията в Поконо миналата седмица Швингер е развил пред събраните учени окончателната форма на новата си теория и е бил аплодиран от всички като човека на деня. Когато Опенхаймер се връща от конференцията, намира на бюрото си пакет с ръкописи от Томонага, един от физиците в Токио, с

обяснение, че ги праща по пощата поради значителното забавяне на публикациите в Япония. Един от ръкописите съдържа пълно изложение на теория, почти идентична с Швингеровата, но развита по-нататък в някои направления. Опенхаймер смята това достатъчно важно, за да разпрати циркуляр с новината на всички участници в конференцията. Още по-забележително: Томонага е развил основните идеи на теорията през 1943 и е направил, само конкретни приложения, когато е научил за опитите в Колумбийския университет през 1947... Причината, че всички много се зарадвахме на работата на Томонага, е отчасти политическа. Учени, които гледат надалеч, са разтревожени от растящата опасност от национализъм в американската наука и особено в ума на политиците и индустриалците, които финансират науката. Според общественото мнение, експерименталната наука е нещо, което само американците са способни да правят. Фактът, че някои теоретици трябваше да бъдат внесени, се признава неохотно. В тази атмосфера новата теория на Швингер се приветства като доказателство, че вече и американската теоретична физика няма какво да учи отвън; сега тя е произвела свой собствен Айнщайн. Ако учените могат да възразят, че даже в тази тясна област на физиката Америка е била изпреварена – и то от представител на презираната японска раса, това ще е силна карта срещу тезата на националистите. Независимо от всичко, процъфтяващата наука в днешна Япония е чудесна проява на издържливостта на човешкия дух и буди възхищение“.

Двегодишната американска стипендия („съдействаща за специалните отношения между САЩ и Обединеното Кралство“) поощрява Фрийман да пътува из Съединените Щати през лятото. Той прави две пътешествия на запад, едното – с Файнман, с неговата кола, второто – с големите автобусни линии („*Greyhound*“ – вид хрътка). След като се разделят с Файнман в Ню Мексико, Дайсън пътува с автобус до Ан Арбър – за лятната школа по теоретична физика през юли – август. Главният герой тук е Швингер. След триумфалното, продължило цял ден, представяне на теорията му в Поконо, той е центърът на внимание. „Вчера великият Швингер пристигна и аз за първи път говорих с него“, пише Дайсън на своите, 22 юли, 1948 г. „Лекциите му бяха прекрасни... Мисля, че след няколко месеца ще сме забравили как е изглеждала физиката до Швингер“. Лекциите са сутрин; следобед Дайсън може да изяснява въпроси с Швингер. След школата той – и само той! – познава от първа ръка и двата подхода: на Швингер и на Файнман.

След Ан Арбър Фрийман е отново на път – до Бъркли, да се разсее (чете автобиографии: на Неру, на Оливър Лодж). На 2 септември поема с автобуса обратно за Чикаго. „... Царевницата на Айова... На третия ден се случи нещо забележително. В полусънищата, в която човек изпада след 48 часа возене в автобус, започнах да мисля интензивно за ...съперническите си теории на излъчването на Швингер и Файнман. Постепенно мислите ми ставаха по-от-

четливи и преди да разбере къде съм, бях решил задачата, която ми беше в подсъзнанието цяла година: да докажа еквивалентността на двете теории. Нещо повече, тъй като всяка от теориите има предимство в някои отношения, доказателството за еквивалентност дава нова форма на теорията на Швингер, която съчетава преимуществата на двете. Бях твърде възбуден и пратих от Чикаго писмо на Бете, съобщавайки му за своя триумф. Не съм имал още време да отшлифовам всичко както трябва, но се каня в най-близко бъдеще да напиша статия по въпроса и да я публикувам. Това е огромен късмет за мен, който идва точно навреме. Ще мога да посрещна Опенхаймер с нещо, което го интересува, така че веднага да получа своя дял от вниманието му. Странно е как идеите идват в нужния момент. Нещо подобно стана и с идеята на моята *Fellowship Thesis* за Тринити“.

Принстън. Институтът за авангардни изследвания. Робърт Опенхаймер (1904 – 1967)

„Принстън е приятен малък стар град, изцяло израсъл около университета, съвсем няма американски вид. Университетът е голям комплекс от здания в центъра на града, в солиден готически стил, имитиращ Оксфорд и Кеймбридж. Институтът е малка сграда в полето, на около миля от университета, построена с непретенциозни червени тухли, красиво декорирана и мебелирана. Приятна изненада е, че е малък и интимен, значително по-малък от сградата по физика в Корнел. Има салон с *Times* (самолетно издание) и всички други по-важни вестници и списания, стая за чай. Излъчвам отразена светлина като минавам край врати с имена: Айнщайн, Вайл, фон Нойман, Гьодел. Дали са ми хубава махагонова маса, в хубава стая с килим, съседна на кабинета на Опенхаймер, където са настанени неговите пет млади физици, да са близо до него и един до друг. Още не съм се срещнал със своите колеги. Когато посетих Института там имаше повече деца, отколкото възрастни: Дирак и семейство – пред завръщане в Англия, разни деца, които играеха на индианци и каубои, фон Нойман, малко неясен сред общата суматоха. Ако тук не успея, вината ще е моя... Опенхаймер няма да е тук още около месец... Ще бъде на Солвеевския конгрес в Брюксел... участие само по покана... Утре се навършва точно година, откакто слязох от кораба. Какъв огромен успех беше тази година! Кой би мечтал, че ще дойда в Принстън не с мисълта да науча нещо, а аз да уча Опенхаймер на физика. По-добре да внимавам“. Фрийман е настроен бойко: „26 септември... Група силни младежи... се мъчат да разберат теорията на Швингер. Не им казвам, че аз се мъча да я надмина, това би било лош тон. Планирам да публикувам своята бомба час по-скоро, най-добре преди Опенхаймер да се е върнал и да я е разкъсал на парчета. Дотогава си затварям устата“.

Дайсън умее да се мобилизира. „30 септември 1948, ...Както често става, задачата се оказва още по-голяма отколкото си представях. Пет дни не излизях

от къщи: пишех и мислех с концентрация, която едва не ме умори. На седмия ден, с огромно облекчение поставих номер 52 долу на последната страница. Не мога да съдя, дали работата е толкова велика, колкото ми се струва. Сигурен съм само, че това е най-доброто, което съм направил досега“. За да оценя доказателството на еквивалентността на подходите на Швингер и Файнман трябва да си дадем сметка, че те говорят толкова различни езици, че никой от тях не може да разбере докрай какво прави другият; нещо повече, трудно е за когото и да било да разбере направеното от всеки от тях: Швингер е публикувал до този момент само едно писмо в редакцията от две страници (неговата първа подробна статия предстои да излезе в средата на ноември); Файнман въобще не е написал нищо по въпроса. Така че Дайсън трябва да почне отначало: с излагане на основите на двата подхода. Фрийман продължава: „Опитвах се да не раздувам излишно обема на статията; има въпроси и развития, които не споменавам, за да не усложнявам изложението. Сега ще мога да напиша серия работи по тези отложени въпроси. Няма да ми липсват теми за работа през следващите месеци... През близките пет години имам шанс да направя нещо значително в тази област, но само, ако се съсредоточа върху нея. Когато стана на 40, играта ще е свършила“.

Срещата с Опенхаймер не тръгва гладко. Представата на Дайсън за него, се мени с времето. Три месеца след пристигането си в Корнел, на 7 декември 1947 г., Фрийман има радостна новина за родителите си: „Вчера имах разговор с Бете за моето бъдеще... Той ще настоява да ми дадат втора година. Каза ми, че това би било „в интерес на науката, както и в твой собствен интерес“. Най-добре било да прекарам втората година в Принстън с Опенхаймер, който би се радвал да ме приеме. Пайерлс в Бирмингам ми беше казал, че Опенхаймер е най-дълбокият мислител в областта на физиката, но е директор на Физическия факултет на Калифорнийския университет и още е силно зает със секретна работа в Лос Аламос, така че моето положение би било несигурно. Това лято, обаче, той заявил, че е преситен от тази секретност и желае да се върне към физиката. Той напуснал Университета в Калифорния и заминал за Принстън. Сега човек едва ли би могъл да желае нещо по-добро от това да отиде при него“.

Три месеца след разговора с Бете, на 8 март 1948 г., Фрийман пише на своите: „Напоследък имаше няколко статии от Опенхаймер на политически теми. Те са забележителни не само с широтата на погледа, но и като прекрасна проза. Това възбуди любопитството ми; при пръв удобен случай помолих Фил Морисън¹ да ми разкаже за неговата личност. Той го познава добре: още 20-годишен е работил при него в Пасадена. Каза ми, че тогава Опенхаймер

¹ Philip Morrison (1915 – 2005), работил в Лос Аламос, съавтор на Бете (*Елементарна ядрена физика*, 1952), един от малкото бивши комунисти, останал на академична работа в САЩ през 1950-те години.

(на около 30) бил неспокоен, крайно напрегнат млад естет, който дели свободното си време между четене на Тома Аквински – на латински – и писане на стихове в стил Елиът. От богато семейство, отишъл да учи в Гьотинген и напълно се европеизирал. Дълго време мислел да приеме католичество, но накрая се отказал. За да даде храна на ума си, научава да чете свободно френски, немски, италиански, руски, латински, гръцки и санскрит – това обяснява донякъде изтънчеността на прозата му и страхопочитанието, с което се отнасят към него близки приятели като Бете“.

Дайсън сравнява атмосферата в института в очакване на Опенхаймер с първата сцена на *Убийство в катедралата* на Т. С. Елиът (по това време също там) с жените на Кентърбъри, очакващи своя архиепископ. Когато Опенхаймер се връща, Дайсън му дава копие от статията си и получава от него текста на лекцията му на Солвеевския конгрес. Срещата и получената лекция не оправдават очакванията на напористия младеж: „16.10.48, Опенхаймер е невъзприемчив към новите идеи, особено към Файнмановите. Шокира ме с пораженското си отношение към цялата работа и с пълната липса на ентузиазъм спрямо резултати, които смятам за най-обнадеждаващи и плодотворни. С тази обща настройка на колебание и съмнение ще трябва да се боря в близките седмици... Важно е да не отблъсквам хората като проявявам нетърпение към техния консерватизъм“. Лекцията (за новото развитие на КЕД), раздразнила ентузиазирания Фрийман, е типична за Опенхаймер: изискана проза, многозначителна, сложна. Отчита коректно, но без ентузиазъм, направеното; оценката е снизходителна: „Привлекателно е да се предположи, че тези нови успехи на електродинамиката, които значително разширяват обхвата ѝ... могат, от своя страна, да се извлекат от една проста обща черта: електродинамиката е почти затворена област, промените, ограничени до много малки разстояния и имащи твърде малък ефект даже в типично релативистичния режим, $E = Mc^2$, могат да се окажат достатъчни за съгласуваността на теорията. Изглежда, че само слаби и независими взаимодействия ни пренасят извън областта на електродинамиката при мезоните, ядрата и другите елементарни частици“. Завършва песимистично ([5 с. 521 – 522]). След две седмици (1 ноември), Дайсън обяснява: „Това, което ме ядосва в първоначалната летаргия на Опенхаймер, не е, че моята завършена работа е недооценена, а това, че той затруднява и мен, и другите да вървим по-нататък. Искам да предприема широкомащабни пресмятания с прилагане на теорията към ядрени процеси, а това е твърде голям проблем, за да го реша сам. Трябва, като начало, да продам теорията на него. Веднъж да я разбере и да повярва в нея... В неделя се почувствах толкова раздразнен, че написах приложеното писмо до Опенхаймер... Късно вечерта излязох да се разходя в полето извън града, където небето не се смесва с градските светлини. Седнах на тревата да помисля дали да изпратя писмото. След известно време реших, че ще го направя. В този

момент, внезапно небето се озари с най-бляскавото северно сияние, което някога съм виждал. То трая само около пет минути, но беше кърваво червено и покриваше половината небе. Съмнявам се, че спектакълът беше инсцениран, за да ми помогне, но произведе същия психологически ефект, както, ако би бил. В понеделник редакторът на *Physical Review* ми съобщи, че статията ми е приета без забележки и ще излезе на 15 януари ... неочаквано бързо“. Приложеното писмо до директора започва с думите: „Драги д-р Опенхаймер, тъй като силно не съм съгласен с гледната точка, изразена във Вашия Солвеевски доклад (не толкова с това, което казвате, колкото с това, което не казвате)...“ и продължава с меморандум от шест точки, които авторът коментира (след 70 години) с думите: „Преведено на прост език, писмото препоръчва на Опенхаймер, да слуша това, което казва Файнман и да спре да повдига глупави възражения. Пригладих това грубо послание, като го облякох в учтиви и дипломатични фрази“. Опенхаймер „се насладил на писмото“ и му обещал, при среща на другия ден, да организира серия семинари, на които да му даде възможност да изложи подробно новата си работа.

Макар че след уводния семинар Опенхаймер декларира пред аудиторията, че това е първата нова идея, която е чул за шест месеца, по време на доклада непрестанно го прекъсвал с коментари, критики, въпроси. При следващите семинари нещата вървят все по-зле. „4 ноември 1948, ... Бете ми каза, че главното с Опи е човек да не изпада в неистовство, а да упражнява спокойствие и търпение. Бях стигнал до същото заключение и мисля, че го прилагам успешно. Във вторник беше следващият семинар. Опи ме прекъсваше постоянно с критики, някои основателни, други – безсмислени, ...аудиторията беше объркана. Продължавах, колкото можеше, да вървя напред, избягвайки спорове. На другата сутрин, същата аудитория, без Опенхаймер, ме помоли да повтора доклада си без прекъсвания, и аз го направих“. Десет дни по-късно, на 14.11. Фрийман се оплаква на своите: „Наблюдавам внимателно поведението му на семинари. Ако, в интерес на аудиторията, докладчикът обяснява нещо, което Опи знае, той нетърпеливо го кара да върви напред; когато пък казва нещо, което не знае, и което не възприема веднага, той го прекъсва, преди докладващият да е завършил мисълта си, с остра, понякога унищожителна критика, на която е невъзможно да се отговори адекватно, даже когато Опи греша. ...Не спира да пуши, през цялото време нервно се върти; мисля, че нетърпеливостта му, в голяма степен, е извън контрола му“. Следващата седмица идва облекчение. „21 ноември, ...най-после Бете дойде да ме спаси. Трябваше да говори на семинара за свои пресмятания, използващи теорията на Файнман. Беше посрещнат по познатия ми начин, с много прекъсвания и объркано бърборещи гласове, не го оставяха да изложи дори основната си мисъл. Докато това продължаваше, той стоеше много спокойно и мълчеше, от време на време ми се усмихваше заговорнически. След това

почна да ме споменава в отговор на някакъв въпрос: „Не се съмнявам, че Дайсън ви е разказал всичко това“, на което аз вметнах невъзмутимо: „Боя се, че още не съм стигнал дотам“. Накрая, като заключение, Бете каза явно, че Файнмановата теория е най-добрата и хората трябва да я научат, за да не говорят безсмислици.

След семинара Бете е на вечеря у Опенхаймерови. „...На другата сутрин разбрах, че моят триумф е пълен; три мои семинара бяха насрочени в една седмица. В четвъртък беше първият от тях и Опенхаймер слушаше без да ме прекъсва“. А след последния Фрийман пише: „Беше трудна борба, но като изписах черните дъски с формули преди началото, успях да предам всички основни идеи. Накрая Опи произнесе кратка реч: „Не е възможно да се каже въз основа на тези доклади, че съгласуваността на теорията е доказана, но ние всички научихме много и ще имаме достатъчно материал за обсъждане оттук нататък“. След което изтощената аудитория нямаше желание за дискусии и тихо си тръгна“. Заключителните думи без друго са напомнили на Дайсън за коментар направен след доклад на Бете (другаде) за работата на Дайсън. В писмо от Бъркли колега му докладва: „След кратка пауза, Опенхаймер каза: *Нямало е достатъчно място на полето на книгата, за да запише своето доказателство*“. (Тези думи на Ферма от XVII век, написани на полето на неговото копие на *Аритметика* на Диофант, се отнасят до „последната теорема на Ферма“, която не е била доказана приживе; както обикновено, коментарът на Опи е бил адресиран към ерудирани слушатели). А ето и авторският коментар към същото писмо (от 25.11): „На другия ден, след последния доклад, намерих в пощенската си кутия малка ръкописна бележка с думите *'Nolo contendere. R.O.'* Това е типично ерудитско заявление на Опенхаймер... То е латинска фраза, използвана от адвокати, за да кажат, че не диспутират дадено мнение. Това беше неговата формална капитулация“.

След този епизод, Дайсън и Опенхаймер се отнасят с взаимно уважение един към друг. През януари 1949, два месеца след „капитулацията на Опи“, Фрийман пише на своите: „Грубо казано, нашите различия с Опенхаймер се ограничават до въпроса, какво може да се извлече от ядрото. ...Съгласни сме, че окончателната теория трябва да предсказва частиците, които виждаме – и не повече. Опенхаймер обаче вярва, че природата на ядрените сили ще ни даде достатъчно информация за построяването на новата теория. С други думи, ядрените сили ще могат да бъдат описани само с теория, която обяснява съществуването на елементарните частици. Аз застъпвам ...възгледа, че ще можем да разберем ядрото въз основа на сегашната теория на полето“. Дайсън, заедно с мнозинството активни теоретици навремето, смята, че Юкавската теория за мезон-нуклонни взаимодействия (обогатена с опита от пренормировките от КЕД) ще бъде достатъчна за разбиране на ядрените сили. Последвалото развитие показва, че възгледът на Опенхаймер е бил по-проницате-

лен: Съвременната теория на ядрените сили се основава на разбирането, че нуклоните са съставени от по три кварка (предложени 15 години по-късно, в началото на 1960-те, от Гел-Ман и от Цвайг), а пи-мезоните (сега, по кратко, *пионите*) – от кварк и антикварк. Кварковият модел и последвалото развитие на квантовата хромодинамика (с кванти на взаимодействие – *глуони*) дават по принцип възможност да се обяснят наблюдаваните мезони и бариони като свързани състояния на кварки, нещо недостъпно за Юкавската теория.

Студентската стипендия, с която Дайсън живее в Америка, задължава получателя да се върне след изтичането ѝ в Англия и да работи поне две години там. За да не наруши обещанието си, Дайсън, макар и със съжаление, отказва да приеме съблазнително предложение на Раби за работа в Колумбийския университет в Ню Йорк и мисли от рано, къде да отиде в Англия от есента на 1949 г. В цитираното по-горе писмо от януари има пряка похвала на Опи по този повод: „Той е особено добър да формулира проблеми и изходи от объркано положение. Пример: ...онзи ден на обяд неочаквано го помолих да ми даде съвет за избор между Бирмингам, Бристол и Кеймбридж, като място за работа (в Англия). Той отговори без колебание: „В Бирмингам е най-добрият теоретик, с когото да работиш, Пайерлс. Бристол има най-добрия експериментатор, Пауел. В Кеймбридж има прекрасна архитектура. Ти можеш да избереш“. Избрах Бирмингам...“. По повод на конференцията в Олдстоун през април 1949 г. пише за умствената и физическа издържливост на Опенхаймер, който води дискусиата и участва в обсъждането на всички доклади на конференцията – по осем часа на ден. Подобни оценки съм чувал и лично от Дайсън по време на пребиваването си в Института в Принстън (след смъртта на Опенхаймер) – че той следял, както никой друг, с разбиране, всичко, което се обсъжда на семинара. Особена похвала за политика Опенхаймер изказва Дайсън преди завръщането си от Принстън, на 26 юни 1949 г.: „Казах последно довиждане на Опи; ... колко различно от бурните чувства, смес от уважение и нетърпение, с които го посрещнах преди 9 месеца. Опи... е единственият учен, когото сенаторите и хората са готови да слушат с уважение, така че той носи огромна отговорност. Той се бори с цялата си сила, за да бъде науката свободна от политически натиск, което е главният въпрос сега. ...Като физик Опи има своите ограничения, но като политик, той е наистина изключителен“. За своя чест, през 1952 г. Опи предлага на Дайсън постоянно място в Института в Принстън „защото ми доказва, че греша“.

Послепис. На представяне на своята автобиография чрез писма в Института в Принстън, 2018, Дайсън също избира да чете писмата от края на 40-те и началото на 50-те години, за първите си срещи с „Опи“, но после прескача 16 години: През март 1966 г., Опенхаймер, тежък пушач, заболял от рак на гърлото, е вкъщи с жена си, след поредната лъчева терапия. Фриман пише на майка си: „Сега си давам сметка колко самотни са Опенхаймерови, въпреки

огромния брой техни „приятели“. ... Три пъти ходих у тях да говоря с Кити и Роберт. Кити вярва, може би правилно, че мога да помогна на Роберт, като поддържам неговия интерес към физиката. Тя чувства отчаяно, че трябва да го убедим, че още е нужен на физиците. ... Роберт е толкова изтощен от облъчването, че моят инстинкт е да държа мълчаливо ръката му, а не да го товаря с частици и уравнения. Странно е, че се чувствам лично отговорен за него. Никога досега не сме били близки. Предполагам, че то е, донякъде, наследствено – това желание да спасявам души. (*Майката на майка ми, Елеонора Атки, бе прочут лечител с вяра. Майка ми бе наследила нещо от нейния талант. Нашата дъщеря Мия, която е презвитариански свещеник, също го има.*)“

Именно Мия съобщава от болницата на 28 февруари 2020 вестта за смъртта на баща си.

(Продължава в следващия брой)

Цитирана литература

- [1] Freeman Dyson, *Maker of Patterns, An autobiography through letters*, Liveright Publishing Corporation, A Division of W.W. Norton & Co., N.Y., London 2018, 359 p.
- [2] Freeman Dyson, *Selected Papers of Freeman Dyson with Commentary*, AMS, Providence 1996.
- [3] Freeman Dyson, *Birds and Frogs*, Einstein Lecture, *Notices of the AMS* **56**:2 (2009) 212-223.
- [4] Freeman Dyson, Nicholas Kemmer (for Biographical Memoirs of FRS), in: *Birds and Frogs*, Selected Papers, 1990-2014, World Scientific, 2015; Chapter 3.8, pp. 155-171.
- [5] Silvan Schweber, *QED and the Men Who Made it: Dyson, Feynman, Schwinger and Tomonaga*, Princeton Univ. Press, 1994; see Chapt. 9: Freeman Dyson and the Structure of QFT, pp. 474-575.

FREEMAN DYSON (1923-2020): THE EARLY YEARS

From Winchester College to Quantum Electrodynamics, 1936-1952

Ivan Todorov

Freeman Dyson through his own eyes: the story of his early studies and his great contribution to the creation of modern QED, told mostly in terms of excerpts from the letters to his family and from the commentaries to his selected papers. Special attention is given to Dyson's changing views about and relations with Robert Oppenheimer.

В ПАМЕТ НА ДЪЛГОГОДИШНИЯ АВТОР И ЗАМЕСТНИК- ГЛАВЕН РЕДАКТОР НА „СВЕТЪТ НА ФИЗИКАТА“ ДОЦ. МИХАИЛ БУШЕВ

Доц. Михаил Бушев беше дългогодишен сътрудник, автор и преводач на множество статии в „Светът на физиката“, като темите са с широк обхват от областта на науката, философията, образованието. Особен интерес предизвикваха статиите му от рубриката „Четиво с продължение“, които излизаха в 4 поредни броя на съответната година, и които могат да бъдат намерени на страницата на списанието. Любознателният читател може да прочете откъси от следните книги:

Саймън Митън, „Конфликт в Космоса“ (*Simon Mitton, „Conflict in the Cosmos: Fred Hoyle's Life in Science“* 2005), броевете от 2009 г., биография на британския астроном Фред Хойл, астроном, който формулира теорията за звездната нуклеосинтеза и въвежда термина „Големия взрив“ в радиопрограма на BBC. Хойл не поддържа теорията, а се опитва да ѝ се присмее.

Питър Войт, „Не е даже погрешна“ (*Peter Voigt, „Not even wrong“* 2006), посветена на струнната теория, броевете от 2010 г.

Греам Фармело, „Най-странният човек: Скрытите страни от живота на Пол Дирак – квантовият гений“ (*Graham Farmelo, „The Strangest Man: The Hidden Life of Paul Dirac, Quantum Genius“*, 2009), броевете от 2011.

От всички физици на своето поколение австрийският физик – носител на Нобелова награда, Ервин Шрьодингер, разработил редица основни положения в областта на квантовата теория, които формират основата на вълновата механика, се откроява заради изключителния си интелектуален хоризонт. Той се занимава с философските аспекти на науката, древните и ориенталски философски концепции, етиката и религията.

През 2004 г. в рубриката „Четиво с продължение“ е публикувана книгата на Ервин Шрьодингер „Разум и материя“. Това е първи превод на български език на тази забележителна книга, в която ученият разсъждава върху тема, която ще остане актуална още дълго време – какво е съзнанието. Оригиналът „*Mind and Matter*“ представлява лекциите за 1956 г. от серията Търнър (*Tarner*) и е публикуван през 1958 г. Лекциите Търнър са поредица от публични лекции по философия на науката, изнасяни в Тринити Колидж, Кеймбридж (*Trinity College, Cambridge*) от 1916 г.

В края на 2018 г. от издателство „Бард“ беше публикувана книгата на Ервин Шрьодингер „Какво е животът“ с подзаглавие „Физическият аспект на живата клетка“. Книгата е базирана на лекциите под същото заглавие, които Нобеловият лауреат за 1933 г. изнася в Дъблинския институт за авангардни



изследвания в Тринити Колидж (*Trinity College*) през февруари 1943 г., където е директор на Отдела по теоретична физика. Всяка от лекциите е посетена от 400 слушатели. Книгата е публикувана за първи път през 1944 г. от издателство *Cambridge University Press.*, претърпява множество следващи издания и е преведена на много езици. Тя вдъхновява редица учени – включително трима от основните участници в откриването на структурата на ДНК – Франсис Крик, Джеймс Уотсън и Морис Уилкинс, да продължат изследванията в тази област. Както пише Джеймс Уотсън *„Книгата ни направи огромно впечатление. Много от тези, които по-късно иг-*

раха роли в първото действие на великата драма с наименование „Молекулярна биология“, включително Франсис Крик, който сам учи физика, бяха чели „Какво е животът“.

Днес, след 75 години, независимо от огромния напредък на молекулярната биология и дългия списък с Нобелови награди, се търси отговор на този въпрос. В изданието е включена и „Разум и материя“ в нов превод със заглавие „Ум и материя“, както и биографични бележки за автора.

През декември 2018 г. Михаил Бушев публикува във вестник „Култура“, брой 10, представяне на книгата на издателство „Бард“ под заглавие „Ервин Шрьодингер за физиката на живота“.

Редколегията на „Светът на физиката“ предлага на своите читатели в настоящия брой предговора към „Разум и материя“ от 2004 г., написан от доц. Бушев. Пълният текст може да бъде намерен на страницата на списанието.

Харесайте страницата на списанието във facebook

<https://www.facebook.com/world.of.physics.bg/>

КРАТКИ ВСТЪПИТЕЛНИ БЕЛЕЖКИ НА ПРЕВОДАЧА

„Зрелият учен не може да бъде зрял човек, ако не си е задавал въпрос за смисъла, заложен в собственото му съществуване“.

Паул Тилих

(1886 – 1965, немско-американски теолог и философ)

„Разум и материя“ – темата на тазгодишното четиво с продължение, може да ни се стори твърде сериозна, отвличена или изпреварила времето си. Шрьодингер очевидно не е мислел така, Паул Тилих – също. Но и най-сериозната тема има своята шеговита страна. Такава шега ни предлага английската игрословица: *What is matter? Never mind. What is mind? Doesn't matter* (Що е материя? Все едно. Що е разум? Няма значение).

Ервин Шрьодингер (1887 – 1961, Виена) е известен на всеки физик като един от главните герои на квантовата епопея от началото на XX в. През 1933 г. той заедно с Пол Дирак получава Нобеловата награда „за откриването на нови продуктивни форми на атомната теория“.

Значително по-малко известни са изследванията на Шрьодингер върху физиката на живота и разума (мисленето), на които той посвещава голяма част от последните 25 години на живота си. На нея е посветен забележителният труд на Шрьодингер *„КАКВО Е ЖИВОТЪТ? Физически аспекти на живата клетка“*.

Продължение на идеите, застъпени в тази малка по обем книга, е проблемът за физическите аспекти на разума. Те се обсъждат в епилога, озаглавен *„Детерминизъм и свободна воля“*. Епилогът е бил изключен от руския превод на книгата (1947 г., 1972 г.) с обяснението, че „като философ Шрьодингер допуска сериозни грешки“ и затова „епилогът не представлява научна ценност“. Историята и този път не пропусна да иронизира прибързаните мнения. В прогнозата си за развитието на физиката през XXI в. акад. В. Л. Гинзбург (Нобелов лауреат за 2003 г.) сочи като един от трите велики проблема на бъдещето „въпроса за произхода на живота и появата на съзнанието (мисленето)“ (вж. *„Светът на физиката“*, 1/2000, с. 10).

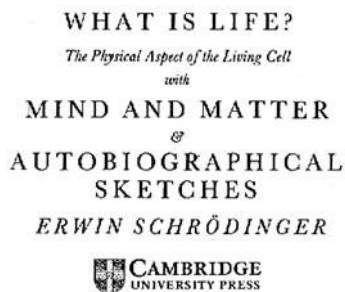
По-късно (1956), на проблема за разума Шрьодингер посвещава малката книга *„Разум и материя“ (Mind and Matter)*. Показателно е, че от 1968 г. тя излиза в едно книжно тяло заедно с *„Какво е животът?“* (и претърпява повече от 20 издания). Трябва да посоча, че оригиналите и на двете книги са на английски език, тъй като те са публикации на лекции, прочетени от Шрьодингер в Ирландия и Великобритания.

Читателите на *„Светът на физиката“* ще могат сами да си съставят мнение за публикуваните през текущата година преводи на *„Детерминизъм и свободна воля“* и *„Разум и материя“*. Тук само ще посоча, че те дават нача-

лен тласък на постоянно растящ брой публикации по парливата тема за същността на разума. Някои монографии на тази тема са преведени на български (напр.: Р. Пенроуз „Новият разум на царя“, 1998 г.; Ж. П. Шанжо и А. Кон „Мислещата материя“, 2000 г.), а много повече не са (напр. К. Popper, J. Eccles „Self and its Brain“, 1977; E. Squires „Conscious Mind in the Physical World“, 1990; J. P. Changeux and Paul Ricoeur „What makes us think?“, 1998, и мн. др.).

Нека читателят не се смущава от непривичния философски, психологически и биологически ракурс на „Разум и материя“ (в превода се опитам да спестя някои терминологични затруднения на читателя). Той е породен от необичайно голямата сложност на проблема за разума. Много от въпросите, формулирани от Шрьодингер, са адресирани към бъдещето. Това е ренесансова визия, за която интердисциплинността е естествена и благодатна среда. А физиката неизбежно е в основата на всяка интердисциплинност.

М. Бушев



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, таблици, 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. **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.

4. **Използваната литература** трябва да съдържа източници, достъпни за проверка. Правилата за изписване са дадени на интернет страницата на списанието.

5. 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.**



Корица: Детекторната система *FATIMA* за измерване на субнаносекундни времена на живот на възбудени ядрени състояния, заедно с многодетекторната система *GAMMASPHERE* в Националната лаборатория Аргон, САЩ. (снимка: Стефан Лалковски)

НАШИТЕ АВТОРИ:

- Сашка Александрова** – проф. д.т.н., Технически университет, София;
Чавдар Стоянов – чл.кор. дфн, Институт за ядрени изследвания и ядрена енергетика, БАН;
Динко Динев – доц. д-р, Институт за ядрени изследвания и ядрена енергетика, БАН;
Мариана Кънева – доц. д-р, Институт по физика на твърдото тяло, БАН;
Пенка Лазарова – Съюз на учените в България;
Стефан Лалковски – доц. д-р, Софийски университет „Св. Климент Охридски“;
Михаил Георгиев – д-р, учител, Русенска държавна мъжка гимназия
Бойко Георгиев – д-р, Съюз на физиците в България;
Иван Тодоров – акад., Институт за Ядрени изследвания и ядрена енергетика, БАН
-

РЕДАКЦИОННО

НАУКА

– Ч. Стоянов, Д. Динев – Екзотични ядра

– М. Кънева – Лазерни методи при реставрация и консервация на кавалетна живопис (част IV)

НАГРАДИ

– П. Лазарова – Български физици, отличени с годишни награди за наука „Питагор“ за 2020 г.

ИНТЕРВЮ

– 35 под 35: Станимир Кисъв

НАУЧНИ НОВИНИ

– Новини

НАУКА И ОБЩЕСТВО

– Най-значимите открития във физиката за изминалото десетилетие на 21 век

ФОРУМ ЗА УЧИТЕЛИ

– М. Георгиев – Методът на обучение-то по физика и химия в средните училища и училищната програма

ГОДИШНИНА

– 50 години Physical Review A, B, C и D

ЛЮБОПИТНО

– Как някои Нобелови лауреати научават за получената награда

– Как определят времето в Занзибар

МЛАДИ ИЗСЛЕДОВАТЕЛИ

– П. Лазарова – Извадки от есета на ученици от националния конкурс на тема: „Бележити български физици“

PERSONALIA

– И. Тодоров – Из ранните години на Фриман Дайсън (1923-2020)

– В памет на дългогодишния автор и заместник-главен редактор на „Светът на физиката“ доц. Михаил Бушев

КНИГОПИС

– М. Бушев – Разум и материя: Кратки въспителни бележки на преводача

EDITORIAL 97

SCIENCE

– Ch. Stoyanov, D. Dinev – Exotic

Nuclei 99

– M. Kuneva – Laser methods in restoration and conservation of easel painting (part IV) 114

AWARDS

– P. Lazarova – Bulgarian physicists honored with the annual Phytagoras Prize for 2020 124

INTERVIEW

– 35 under 35: Stanimir Kisyov 129

SCIENCE NEWS

– News 134

SCIENCE AND SOCIETY

– The most significant discoveries in physics for the last decade of the 21st century 138

TEACHERS FORUM

– M. Georgiev – The method of teaching physics and chemistry in secondary schools and the school curriculum 147

ANNIVERSARY

– 50 years Physical Review A, B, C and D..... 151

CURIOUS

– How some Nobel Laureates learned about receiving the award 154

– How do people tell the time in Zanzibar 160

YOUNG RESEARCHERS

– P. Lazarova – Excerpts from students' essays of the national contest on remarkable Bulgarian physicists 162

PERSONALIA

– I. Todorov – Freeman Dyson (1923-2020): the early years 171

– In memory of the longtime author and deputy editor in chief of „World of Physics“ Assoc. Prof. Mihail Bushev 184

BIBLIOGRAPHY

– M. Bushev – Mind and matter: Short introductory notes of the translator 186