

ЗАПОЧВА СТРОИТЕЛСТВОТО НА МЕЖДУНАРОДНИЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЕН ТЕРМОЯДРЕН РЕАКТОР ITER

На 28.06.2005 г. на едно от поредните си съвещания, състояло се в Москва, упълномощените представители на САЩ, ЕС, Русия, Китай, Япония и Южна Корея се споразумяха след 18-месечни тежки преговори, че бъдещият международен термоядрен реактор от тип токамак – ITER* ще бъде изграден в Кадараш (Cadarache), Южна Франция – Фиг. 1, Фиг. 2.



Фиг. 1. Подписването на Договора за строителството на международния термоядрен реактор ITER на 28 юни в Москва



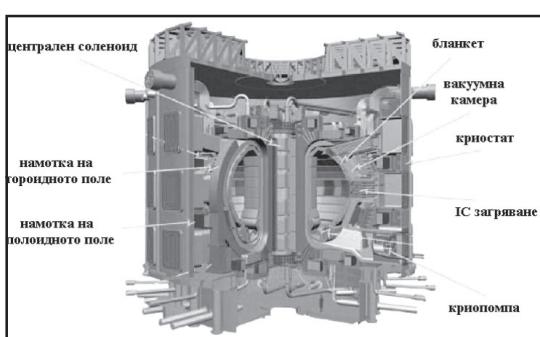
Фиг. 2. Научният център в Кадараш (Cadarache), Южна Франция

Проектът ще струва 13 милиарда USD. От тях половината ще изплати ЕС, главно Франция, а останалите пет участващи страни ще заплатят по 10%. Новият термоядрен реактор ще отвори 10 хиляди нови работни места. ITER е термоядрен реактор от тип токамак – Фиг. 3. Очаква се това да е първият термоядрен

реактор, който ще произвежда повече енергия от колкото консумира. Мощността, генерирана от ITER, ще бъде 400-700 MW.

Строителството на новия термоядрен реактор ще продължи 8-10 години. Първата демонстрационна термоядрена електроцентрала ще заработи в Кадараш около 2030-2040 г. Оценява се, че към края на века около 20% от световната електроенергия ще се произвежда от термоядрени електроцентрали.

Динко Динев



Фиг. 3. Схема на международния термоядрен реактор от тип токамак ITER

* Виж Д. Динев. 2004 – година на важни решения за управляемия термоядрен синтез. Светът на физиката, № 3, 2004 г., стр. 245-253.

ФИЗИКАТА НА ПРАГА НА 21-ви ВЕК

Жорес Алфьоров



Академик Жорес Алфьоров,
лауреат на Нобелова награда
по физика за 2000 г.

За един работещ учен е извънредна трудно и по-скоро невъзможно да предскаже как ще изглежда цяла една област на науката през 21-ви век. Това повече се удава на писателите-фантасти и всички ние сме израстнали със забележителните романи на Жул Верн. Ученият е обременен от това-ра на реалното, на конкретното знание, което му пречи да направи много смели предсказания.

Ето как навремето А. Айнщайн е обяснил как се правят големите открития. Той казал, че большинството хора знаят, че нещо е невъзможно. Но се намира някой, който не знае това и именно този човек прави откритието.

По-голямата част от статията аз ще посветя на това, което е станало във физиката през двадесети век и едва в нейния край ще си позволя някои екстраполации, касаещи областта на физиката, в която работя.

Двадесети век се нарича век на войните и на социалните революции и това е напълно правилно. Но двадесети век се нарича още и век на физиката и това също е вярно. Но аз бих го нарекъл още век на квантовата физика, защото именно квантовата физика определя лицето на отминалния век.

Неотдавна списание „Тайм“ проведе анкета кой от жителите на планетата може да се нарече олицетворение на изминалния двадесети век. С преобладаващо мнозинство титлата „човек на столетието“ получи Алберт Айнщайн – основният създател на квантовата физика.

Говорейки, че двадесети век е век на квантовата физика, ние трябва да разбираме, че това се е случило неслучайно и че революционните промени в естествознанието са се оформили във втората половина на деветнадесети век и са били свързани, както обикновено, с практическата дейност на хората.

Съвременната наука е сравнително млада, тя е на около триста години защото за създатели на съвременното естествознание, на съвременната физика, се смятат И. Нютон, Г. Галилей и Р. Декарт. Те са оформили класическата механика и класическата физика.

В края на деветнадесети век благодарение на техническия прогрес и преди всичко на разпространението на електрическото осветление и на развитието на светотехниката, възниква криза в естествознанието. Появява се не-

обходимостта да се обяснят особеностите в спектрите на излъчване на нагретите тела. От изследването на тези особености, най-общо казано, се е родила квантовата физика.

През 1900 г. Макс Планк, твърдо стоящ на позициите на класическата физика и нямащ желание да се отдалечава от нея, предлага за обяснение на спектрите на излъчване идеята за квантите.

Аз се гордея, че отдадох почти петдесет години от своя живот на работа в един от най-знаменитите научни институти на Русия и света – Петербургския физикотехнически институт „А. Ф. Йофе“. Доколкото ми е известно, съчетанието физико-технически се е появило за първи път в Германия през осемдесетте години на деветнадесети век, когато В. Сименс, създателят на знаменитата едноименна фирма, е основал в Берлин институт, който се състоял от два отдела – физически и технически. Физическият отдел се занимавал с фундаментални изследвания, а техническият с усъвършенстване на електрическите крушки с нагреваема жичка. В този институт било направено много за създаването и обосноваването на квантовата теория.

Разбира се, решаващата дума била казана от Алберт Айнщайн, който през 1905 г. предлага квантово обяснение на фотоелектричния ефект. Именно за квантовата теория на фотоефекта, а не за теорията на относителността, през 1921 г. му е присъдена Нобеловата награда по физика. Защото тази работа на А. Айнщайн изиграва ключова роля в създаването на квантовата теория.

По-нататък трябва да спомена цял ред имена на блестящи учени, на които дължим не само създаването на квантовата физика, но и съвременното разбиране на физичните явления: Пол Дирак, Вернер Хайзенберг, Луи дьо Бройл, Нилс Бор, Лев Ландау и много други. Като назовавам тези имена, аз искам да подчертая, че квантовата физика и нейното златно време – двадесетте и тридесетте години на двадесети век, е



Oто Хан (Otto Hahn)

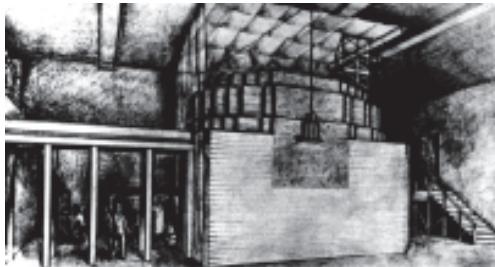


Фриц Шрасман (Fritz Strassmann)

оформила не само съвременната физична теория, но и съвременния научен мироглед.

Именно физичните методи на изследване, физичният подход са способствали за подема и за бурното развитие както на химията, така и на биологията.

А сега бих искал да се спра на някои чисто експериментални открития, основани на квантовата теория, които от моя гледна точка не само определиха научно-техническия прогрес през втората половина на двадесети век, но доведоха до мащабни социални промени и до голяма степен предопределиха съвременното развитие както на напредналите страни, така и практически на цялото земно население.



Скица на първия ядрен реактор, построен под ръководството на Е. Ферми в Чикаго.

В този ураново-графитен реактор на 2 декември 1942 г. е реализирана първата в света контролирана верижна реакция.

теория на атомното ядро. Откриването на деленето на урана се предвиждало, бих казал, се очаквало, при това в много по-голяма степен от случилото се през осемдесетте години на двадесети век откриване на високотемпературната свръхпроводимост. То веднага било оценено по достойнство.



Първият ядрен реактор, специално проектиран за производство на електрическа енергия АПС-1. Реакторът започва работа през 1954 г. в Обнинск, Русия

И като първо от тези три открития във физиката аз бих отбелзял откриването на деленето на урана под действие на облъчване с неутрони от О. Хан (Otto Hahn), Ф. Щрасман (Fritz Strassmann) , О. Фриш (Otto Frish) и Л. Майтнер (Lise Meitner) през 1938 г.

Въобще първите десетилетия на двадесети век в експериментално отношение са били белязани преди всичко с изследвания в областта на ядрената физика, изучаването на радиоактивността и създаването на съвременната

В Петербург (тогава Ленинград) деленето на ядрото е оценено от двама видни физици, които изиграват огромна роля както в развитието на фундаменталната физика, така и на ядрените технологии – Я. Б. Зельдович и Ю. Б. Харитон. В своя блестяща работа, те пресмятат верижната реакция при деленето на урана.

Вие знаете, че през 1939 г. унгарският физик Лео Силард, който по онова време живеел в САЩ, уговорил Айнщайн да подпише писмо до президента Ф. Д. Рузвелт, в което се изказвало пре-

дупреждението – нацистите могат първи да построят атомна бомба. Във връзка с това се изказвала настойчива молба за финансиране на собствени атомни изследвания. Не след дълго, такова решение било взето и започнал известният проект Манхатън.

В Русия (тогава СССР) един от инициаторите на атомния проект бил Георгий Фльоров, аспирант на И. Курчатов във Физико-техническия институт. По онова време той бил мобилизиран в армията, но при всеки удобен случай продължавал да преглежда научните списания. И когато забелязал, че в тях напълно изчезнали публикациите, свързани с атомната тематика (а това означавало, че тези работи са засекретени), започнал да бомбардира с писма високото началство, включително и Й. В. Сталин, доказвайки необходимостта да се развива собствен атомен проект.

Изучавайки вече разсекретените и публикувани материали от периода 1938 – 1943 г., става ясно колко забележителни учени са били: А. Ф. Йофе, И. В. Курчатов, С. И. Вавилов и др. Особено ме възхищават А. Ф. Йофе и С. И. Вавилов, защото те са работили в други области на физиката. Както е известно, Йофе е основоположник на науката за полупроводниците, а Вавилов – на люминесценцията. За тях проблемите на ядрената физика били далечни. И въпреки това, и двамата прекрасно са вниквали във всички въпроси на атомния проблем.

Сега се появиха много публикации твърдящи, че руските учени можело и нищо да не правят – така или иначе важната информация била доставена от разузнаването. Да, разузнаването (Клаус Фукс) изиграло голяма роля. Но никакво разузнаване не е могло да направи атомно оръжие и да реши атомния проблем.

Атомното оръжие било създадено в Русия поради това, че още през двадесетте и тридесетте години на двадесети век в Русия е била изградена физична школа. Тя била създадена преди всичко благодарение на А. Ф. Йофе, т. нар. „детска градина на татко Йофе“, която се сформирала във Физико-техническия институт в Петербург. Началото било положено през 1919 г., когато А. Ф. Йофе заедно



Семинарът на А. Ф. Йофе, 1916 год. Седнали: (отляво надясно): П. И. Лукирский, А. Ф. Йофе, Н. Н. Семенов.

Прави: Я. Г. Дорфман, Я. Р. Шмидт, К. Ф. Нестурх,
Н. И. Добронравов, М. В. Кирпичева, Я. И. Френкель,
А. П. Ющенко, И. К. Бобр и П. Л. Капица.

със С. П. Тимошенко създават към Петербургския политехнически институт физико-механичен факултет. Това било съвсем ново за онова време учебно заведение, което поставило пред себе си задачата да подготвя физици, разбиращи инженерните проблеми и инженери с много добра физична и математическа подготовка. Именно „детската градина на татко Йофе“, от която излезли голям брой видни учени, е в основата на решаването на атомния проблем.

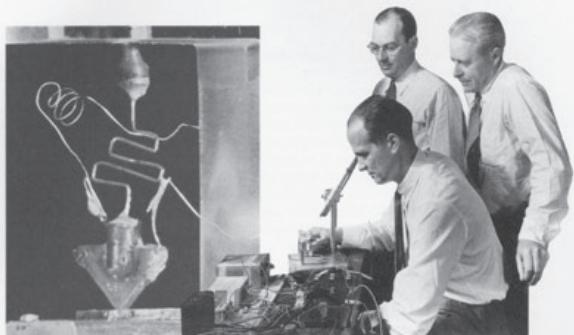
Разбира се, днес след чернобилската катастрофа, се говори много за опасността от използването на атомната енергия. В редица страни се предприемат мерки за съкращаване на атомната енергетика.

Макар да не съм специалист в тази област, от големия брой разговори, четенето на научни статии и участването в обсъждания на високо научно ниво, аз си изградих убеждението, че през 21-ви век атомната енергетика ще бъде основен източник на енергия в света.

Преди всичко, защото запасите от изкопаеми горива привършват. Съвременната атомна енергетика е екологично значително по-безопасна от топлоцентралите с въглища и даже с мазут. В областта на реакторната техника има много добри разработки.

В същото време термоядрената енергетика е все още далеч от реализация. В тази връзка е забележителна следната случка. Когато журналисти попитали ръководителя на английската термоядрана програма, Нобеловия лауреат сър Джон Кокрофт, кога може да се очаква промишлена реализация на термоядрената енергетика, той отговорил: „След двадесет години“. Седем години по-късно на същата конференция на Кокрофт бил зададен отново същия въпрос. Последвал отговор: „След двадесет години“. И когато удивените журналисти запротестирали: „Но Вие отговорихте по същия начин и преди седем години“ Кокрофт невъзмутимо отвърнал: „Вие виждате, че не променям мнението си“.

Днес обаче ситуацията е променена. В пълен ход е реализацията на международния термоядрен реактор ITER. Но началото на промишленото използване на термоядрената енергия се отлага, може би за към средата на 21-ви век. Т.е. това ще стане не след двадесет, а след петдесет и повече години. Затова надеждите са в атомната енергетика.



Дж. Бардин, У. Братейн и У. Шокли,
със създаването от тях първи транзистор.
Нобелова награда по физика за 1956 г.

Второто крупно откритие във физиката на двадесети век е безусловно създаването на транзистора.

То било извършено през 1947 г. от трима забележителни американски физика: Джон Бардин (John Bardeen), Уолтър Братейн (W. H. Brattain) и Уйлям Шокли (W. B. Shockley) в лабораторията на компанията „Бел-телефон“.

Откритието е било следствие от бурното развитие на полупроводникова-та физика, полупроводниковата технология и преди всичко на радиолокаци-ята в годините на Втората световна война.

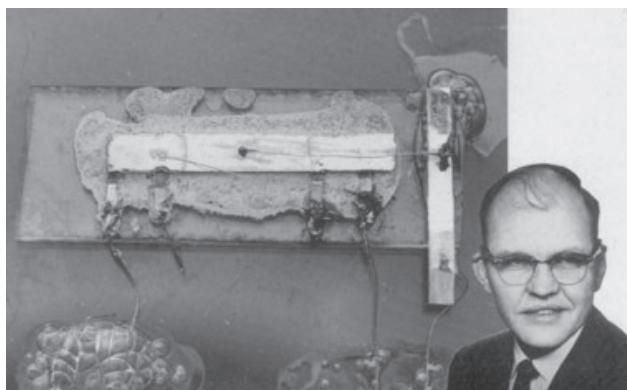
Джон Бардин е един от най-прочутите физици на двадесети век, преди всичко във физиката на кондензираната материя. Той е единствения в исто-рията на физиката, който два пъти получава Нобелова награда по физика в една и съща област на науката. Първата Нобелова награда той получава през 1956 г. заедно с У. Братейн и У. Шокли за създаването на транзистора, а втората – през 1972 г. заедно с Л. Купър и Дж. Шрифър за теорията на свръх-проводимостта, която за първи път дава обяснение на това загадъчно явле-ние, открито през 1911 г. в Холандия от Г. Камерлинг-Онес.

На заключителното заседание на Международната конференция по фи-зики на полупроводниците през 1960 г. Дж. Бардин казва: „Науката е интер-национална, физиката е интернационална. Няма национална физика. И фи-зики на полупроводниците доказва това. Тя е създадена от Уилсън и Мот в Англия, от Шотки в Германия и от Йофе и Френкел в СССР“.

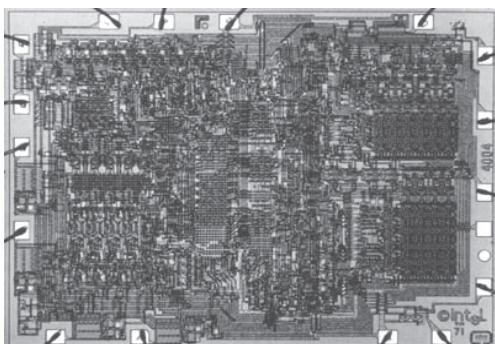
На 23 декември 1947 г. е демонстриран първият транзисторен усилвател и започва нова ера в електрониката, довела до грандиозни промени в света.

Има съвсем определени причини за това транзисторът да бъде създаден именно в САЩ.

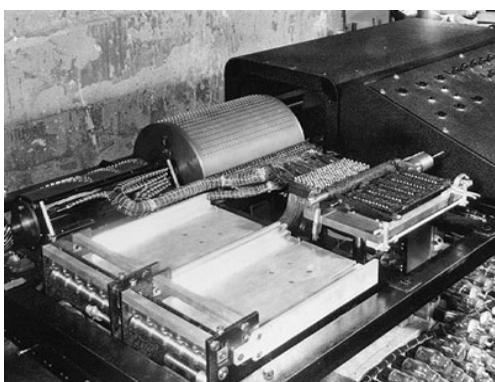
Интересен е следният факт. Вицепрезидентът на най-голямата компа-ния „Бел-телефон“ Мелвин Кели, създавайки през 1945 г. група за провежда-не на изследвания в областта на физиката на твърдото тяло и за разработва-нето на нови технически сред-ства за радиолокация, е фор-мулирал нейната основна за-дача като проверка на кван-товите теории на кондензира-ното състояние на материята. Групата била необичайно сил-на. Трима от нейните члено-ве след това получили Нобе-ловата награда. В нея влизал и знаменитият физик Джералд Пирсон, а също голям брой висококвалифицирани инже-нери-електрохимици, механи-ци и лаборанти. От сътрудни-



Дж. Килби (Jack Kilby), със създаната от него първа интегрална схема. Нобелова награда по физика за 2000 г.



Intel 4004, първият микропроцесор, пуснат на пазара



Първият цифров електронен компютър, построен от Дж. Атанасов и Кл. Бери през 1941 г. в университета в Айова.



IBM - 701, първият напълно електронен компютър на компанията, създаден през 1952 г.

ците на групата били открити нови физични явления, станали основа за създаването на биполярния и на полевия транзистор.

През 1958 г. била построена първата интегрална схема. Тя представлявала пластинка от силициев монокристал с площ от няколко квадратни сантиметра, на която били нанесени два транзистора и RC – верига от транзистори. Съвременният микропроцесор има размери около 1.8 см и има 8 милиона транзистора.

Ако размерите на първия транзистор били от порядъка на части от милиметъра, то днес фотолитографските методи позволяват да се получат транзистори с размери от 0.35 μm. Това е съвременното технологично ниво. Но в най-близко бъдеще се очаква преход към размери от 0.18 μm и след 5-7 години до 0.1 μm.

Но интересно е друго. От една страна техническият прогрес е огромен, но от друга, погледнато от чисто физична гледна точка, не са се появили никакви нови явления. Имаме същите биполярни и полеви транзистори и същите физични ефекти, открити още в края на четиридесетте години на двадесети век. Тази технология и тези физични открития станаха основата на цялата съвременна микроелектроника, а съвременната микроелектроника промени света.

Ще приведа един много прост пример. До началото на двадесети век САЩ са били селскостопанска страна. Това означава, че от четирите основни групи работещо население – заети в индустрията, в селското стопанство, в сферата на услугите и в сферата на информа-

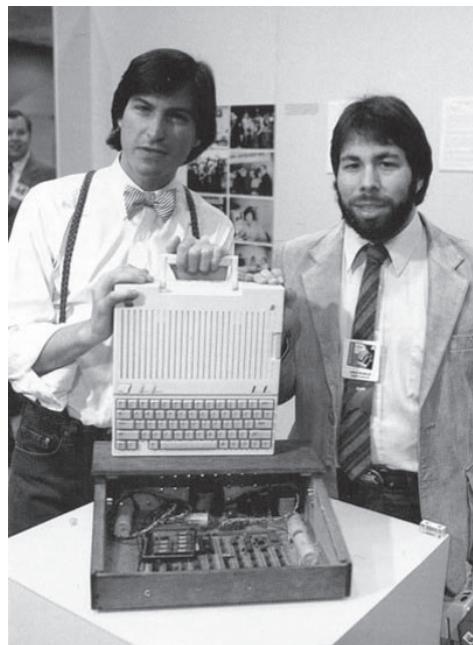
мацията, най-голяма била групата на заетите в селското стопанство. В средата на двадесети век САЩ стават индустрискала страна, а от около 1955 г. САЩ са вече постиндустриална страна, тъй като най-голямата група от работещото население са заетите в добиването и използването на информация.

Но ето какво е забележително. През 1970 г. числеността на заетите в добиването и преработката на информация достига 50% от работещото население на САЩ, но през следващите 30 г. този процент практически не се променя. За тези 30 г. незначително намалява числеността на заетите в промишлеността и в селското стопанство, расте броят на заетите в сферата на услугите, обаче в процентно отношение броят на хората, заети в областта на информацията, остава същият. Причината за това е компютърната революция.

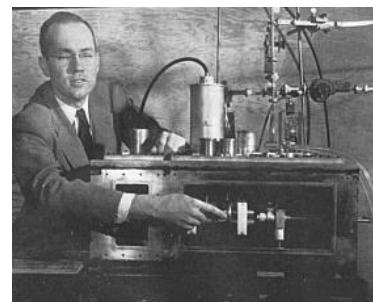
По-този начин създаването на транзистора доведе до промяна в социалната структура на населението в развитите страни, а след това и във всички страни. Именно създаването на транзистора ни дава право да говорим за настъпването на постиндустриалната епоха, на информационното общество.

Третото глобално научно откритие на двадесети век в известна степен се доближава до създаването на транзистора, това е създаването на лазерно-мазерния принцип. Това откритие било направено през 1954-1955 г. практически едновременно от Чарлз Таунс в САЩ и от Николай Басов и Александър Прохоров във ФИАН, Русия. Те получават Нобелова награда по физика за 1964 г.

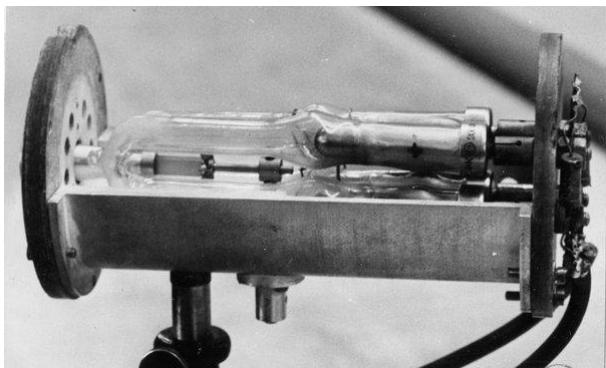
В Американската енциклопедия по повод на присъждането на Нобелова награда по физика през 1964 г. на Н. Басов и А. Прохоров са цитирани думите на председателя на Нобеловия комитет по физика. Той казал, че научната общност била изненадана, че наред с добре извест-



С. Джобс (Steve Jobs) и С. Вожняк (Steve Wozniak) със създавания от тях през 1976 г. първи персонален компютър Apple-1. Компютърът се продавал за 666.66 \$ и използвал микропроцесор 6502.



Ч. Таунс с един от първите създадени от него мазери



Един от първите рубинови лазери, построен във ФИАН, Москва през 1961 г.

ито стават с едно натискане на копчето на едно скъпо оборудване.“

Всички знаят, че лазерната техника се развива бързо и има много широко приложение. Тя стана мощно техническо и технологично средство. В медицината с помощта на лазери се извършват сложни, но станали вече рутинни операции. С лазери се заваряват и се режат метали. Не е и тайна, че съществува лазерно оръжие, позволяващо да се свалят спътници.

Но заедно с това лазерът днес е едно мощно информационно средство и в областта на информатиката полупроводниковите лазери играят огромна роля.

През 1970 г. в САЩ са създадени първите оптични влакна с малки загуби, а във Физико-техничния институт са създадени полупроводниковите лазери, работещи в непрекъснат режим и при стайна температура, които използват т. нар. полупроводникови хетероструктури¹. Така възниква влакнесто-оптичната връзка.

След това полупроводниковите лазери започват да се използват в известните днес на всички лазерни оптични дискове, в които като „игличка“, четяща информацията, записана върху оптичния диск, се използва лъчът на миниатюрен полупроводников лазер.

Така, че от една страна лазерите, лазерните технологии са тържество на квантовата теория. А от друга – това са мощни технически средства, които в значителна степен определят и прогреса, и промените в социалната структура на обществото.



Made of PVC plastic foil, video disc looks flimsy, but in use it gives 1,000 plays.

Playback machine feeds audio and video signals to antenna terminals of your TV set.

Първата търговска система с оптичен видео-диск на фирмата Телефункен от 1970 г.

А какво можем да очакваме в бъдеще?

В близките десетилетия, по всичко изглежда, не трябва да очакваме нова революция в обясняването на явленията на неживата природа. Работата е в това, че едва ли е възможна революционна ситуация, подобна на тази, която доведе до създаването на квантовата физика. За това трябва да е възникнала криза във водещото научно направление, а засега не виждаме подобно нещо.

Навремето един от видните британски физици Рудолф Пайерлс, един от активните участници в проекта Манхатън, в САЩ, и в създаването на атомното оръжие във Великобритания, до войната живял дълго време в Русия и работил във Физико-техническите институти в Петербург и Харков, говорейки за златната плеяда физици от тридесетте години на двадесети век ми каза: „Да, това беше особено време, когато първокласните учени правеха гениални открития, а второкласните – първокласни работи.“

Наистина, двадесетте и тридесетте години на двадесети век са били златно време за физиката.

Напоследък прегледах това, което е било направено през тези години от неголемия колектив на Физико-техническия институт и бях поразен от мащабите на извършеното. И всичко това в една разорена от гражданска война страна.

През 1921 г. А. Ф. Йофе, А. Н. Крилов и Д. С. Рождественский за първи път след революцията в Русия от 1917 г. заминават на командировка в чужбина. Йофе взел със себе си П. Л. Капица, който по онова време бил в много тежко положение. През 1919 г. загиват неговата жена и двете му невръстни деца. Капица започва работа при Ъ. Ръдърфорд. А самият Йофе закупил с парите, дадени за командировката, 42 сандъка със съвременно оборудване за Физико-техническия институт, а също така абонирал института за над 50 научни списания. Да можеше и днес да има толкова ефективни командировки.

Аз мисля, че днес няма подобна революционна ситуация във физиката.

Но независимо от това интересни и важни развития вероятно ще се случат. И преди всичко във физиката на т. нар. полупроводникови хетероструктури, монокристални структури, в които съществува преход между две различни по химически състав вещества.

Днес нивото на полупроводниковата технология е достигнало такова състояние, когато ние действително умеем да „поставяме“ атом до атом и да създаваме принципно нови структури.

Може да се каже по такъв начин, ние експериментално създаваме обекти, върху които могат да се проверяват различни „задачки“ от учебника по квантова механика.

Но това не е всичко. Ние можем да създаваме системи, с намалена размерност на електронния газ, когато електроните са ограничени или в една равнина, или в едно измерение, т.е. в нишки, или се явяват нула-размерни

структури, т. нар. квантови точки. Ние можем да променяме техните свойства, както пожелаем.

От тази област безусловно ще израстне едно съвсем ново поколение електронни компоненти, които кардинално ще променят информационните системи.

Квантовите точки, квантовите нишки, квантово-размерната физика на кондензираното състояние – тук има такова богатство на нови физични явления, на нови физически идеи, че аз не се съмнявам, че след 10-20 години за тази област ще може да се каже, че тя не само е променила техническите информационни системи, но и ни е подарила голям брой нови физични явления.

Струва ми се също, че откриването на т.н. дробен квантов ефект на Хол от Х. Штьормер, Д. Цуи и Р. Лафлин, за което те получиха Нобелова награда по физика през 1998 г. може да стане предтеча на нови революционни идеи във физиката на кондензираното състояние. В силни магнитни полета и при много ниски температури са открити редица явления, които могат да се обяснят само като се предположи, че квантовата течност има компонента с дробен заряд.

Това, че се появяват експериментални ефекти, изискващи подобно съвършенно нетривиално обяснение, вече говори за това, че „не всичко е наред в това царство“ и че нещо ново и интересно може да се случи.

С известно съжаление трябва се каже, че откритата през 1986 г. от А. Мюлер и Г. Беднорц високотемпературна свръхпроводимост не даде почти нищо за практиката, а и съществено не промени нашите представи.

Може също да се съжалява за това, че програмата за управляем термоядрен синтез, която даде маса интересни неща за физиката на плазмата, засега не намира практическо приложение. Но вероятно и в тази област нещо ще се случи.

А що се отнася до квантово-размерните обекти на физиката на кондензираното състояние, квантовите нишки и квантовите точки, то тук съвсем определено може да се очакват промени в нашите фундаментални физични представи, а следователно и нов „взрив“ в науката.

Наука и жизнь, №3, 2000
Превел от руски: **Динко Динев**
(илюстрациите са подбрани от преводача)

¹ Бележка на преводача. Полупроводниковата хетероструктура представлява сандвич, съставен от слоеве с различен състав и ширина на забранената зона. Едно от най-важните приложения на полупроводниковите хетероструктури са полупроводниковите лазери. Светлината се излъчва в резултат на радиационна рекомбинация между електроните и дупките. Спонтанна емисия на фотони се реализира в светодиодите (LED). При определени условия електроните и дупките могат да съществуват едновременно в една и съща област достатъчно дълго време, от порядък

ка на ms, преди да рекомбинират. Това създава условия за въникването на стимулирана емисия на фотони – лазерен диод. В лазерния диод полупроводниковият кристал е много тънък в едно от пространствените направления и с правоъгълна форма в другите две направления. Горната му част е с p- проводимост, а долната с p-проводимост, така че се формира широк, плосък p-p преход. Двете напречни стени на кристала сашлифовани и успоредни. Те отразяват светлината и така се създава резонатор на Фабри-Перо. Лазерните диоди са предложени в 1962 г. от R. Хол (Robert Hall) в General Electric. Те са много неефективни; изискват голяма захранваща мощност и затова могат да работят само в режим на много къси импулси или при охлаждане до много ниска температура. Практическо приложение са намерили полупроводниковите лазери с двойна хетероструктура или DH-лазерите. При тях слой от материал с малка ширина на забранената зона е долепен между два слоя с голяма ширина на забранената зона. Често използвана двойка материали с различна ширина на забранената зона, които образуват двойната хетероструктура, са GaAs и AlGaAs. Средният слой е много тънък. В двойната хетероструктура между активния слой (малка ширина на забранената зона) и съседните слоеве (голяма ширина на забранената зона) съществуват потенциални бариери, които препятстват дифузията на неосновните носители навън от активния слой. Инжекционните токове на електрони и дупки се захващат в активния слой, където рекомбинират радиационно. Предимство на DH-лазерите е, че активната област, в която свободните електрони и дупките съществуват едновременно и в която се осъществява оптическото усилване е ограничена до много тънкия среден слой. Тъй като колкото е по-малка ширината на забранената зона, толкова по-голям е показателят на пречупване на полупроводниковия слой, то светлината е ограничена до областта с голямо оптично усилване. За да се постигне висока концентрация на e – h двойки, необходима за работата на лазера, се използват силно легирани материали с голяма времеконстанта на спонтанна емисия. Полупроводниковият лазер се „напомпва“ чрез протичането на електрически ток. За получаването на инверсна населеност и стимулирана емисия е необходима голяма плътност на тока. Мощността в непрекъснат режим е от няколко mW до няколко W, а в импулсен режим достига до стотици W. Ефективността е много висока: от 50 % до почти 100%. Първите лазери използваващи хетеропреходи са създадени през 1969 г. във Физико-техническия институт „А. Ф. Йофе“ в Санкт Петербург от Ж. Алфьоров, В. Андреев, Д. Гарбузов, Е. Портной и в САЩ от Х. Кръмер (H. Kroemer), Х. Кресел (H. Kressel), И. Хаяши (I. Hayashi) и М. Паниш (M. Panish). Полупроводниковите лазери са намерили широко приложение в CD-плеърите, в CD ROM паметите, в лазерните принтери и в оптичните комуникации. Но още по-голямо е значението на хетероструктурите за т. нар. физика на системите с намалена размерност. В сандвича, област с малка ширина на забранената зона може да ограничава движението на електроните в напречно направление и ако дебелината ѝ е много малка, тя започва да действа като квантова потенциална яма – движението на електроните в напречно направление се квантства. Електроните като че ли съществуват в един двумерен свят. В подобни системи има голямо разнообразие на нови физични явления. Те са основа за създаването на бързодействащи електронни елементи.

МИТЬТ ЗА НАЧАЛОТО НА ВРЕМЕТО

Габриеле Венециано

Бил ли е Големият взрив началото на времето или Вселената е съществувала и преди него? Преди десет години този въпрос изглеждаше нелеп. В дискусиите за това какво е било преди Големия взрив космолозите виждаха смисъл не повече отколкото в търсене на път, който от Северния полюс води на север. Но развитието на теоретичната физика и, в частност, появата на теорията на струните накара учените наново да се замислят за първоначалната епоха на Вселената.

Въпросът за началото е занимавал философите и богословите от древни времена. Той се е преплитал с множество фундаментални проблеми, намерил е своето отражение и в знаменитата картина на Пол Гоген „D`ou venons-nous? Que sommes-nous? Ou allons-nous?“ („Откъде идваме? Кои сме? Къде отиваме?“). Картината изобразява вечния цикъл: раждане, живот, смърт – произход, идентификация и предназначение на всеки индивид. Опитвайки се да разберем своя произход, ние се осланяме на родословието на предшестващите ни поколения, ранните форми на живот и протоживот, химическите елементи, възникнали в младата Вселена, и накрая, към аморфната енергия, запълваща някога пространството. Достигат ли корените на нашето фамилно дърво безкрайността или космосът не е вечен, както и ние самите?

Още древните гърци спорят ожесточено за произхода на времето. Аристотел отхвърля идеята за съществуването на някакво начало с аргумента, че от нищо може да възникне само нищо. И понеже Вселената не може да възникне от небитието, значи е съществувала вечно. Така че времето трябва да се простира до безкрайност, както в миналото, така и в бъдещето. Християнските богослови защищават противоположната гледна точка. Августин Блажени твърди, че Бог съществува извън пространството и времето и може да ги създава, както и другите аспекти на нашия свят. На въпроса „Какво е правил Бог, преди да създаде света?“ знаменитият теолог отговаря: „Времето само е част от божието творение, просто не е имало никакво преди“.

Съвременните космолози достигат до подобно заключение на основата на общата теория на относителността на Айнщайн, според която пространството и времето са меки, податливи същности. Във Вселенски мащаби пространството по своята природа е динамично: с времето то се разширява или съкраща, увеличайки материята със себе си. През 1920 г. астрономите установяват, че и понастоящем Вселената се разширява: галактиките се отдалечават помежду си. От това следва, че времето не може да се простира до безкрайност в миналото – това го доказва още през 1960 г. Стивън Хокинг и Роджър Пенроуз. Ако разгледаме космическата история в обратен ред, ще

видим, че всички галактики пропадат в черна дупка и се свиват в една безкрайно малка точка – сингулярност. При това плътността на материята, нейната температура, кривината на пространство-времето стават безкрайности. В тази сингулярност нашето космическо родословие се прекъсва и миналото не може да се простира по-нататък.

Странното съвпадение. Неизбежната сингулярност представлява сериозен космологичен проблем. В частност, той не се съгласува с високата степен на еднородност и изотропност, с която се характеризира Вселената в глобален мащаб. Щом като космосът, в широкия смисъл на думата, е навсякъде еднакъв, значи между отделните области на пространството съществува някаква връзка, координираща това негово свойство. Обаче това противоречи на старата космологична парадигма.

Да разгледаме какво е ставало през изминалите 13,7 милиарди години, протекли от момента на възникване на реликовото изльчване. Поради разширението на Вселената разстоянието между галактиките се е увеличило 10 хиляди пъти, докато радиусът на наблюданата Вселена се е увеличил значително повече – приблизително 1 милиард пъти. (защото скоростта на светлината превишава скоростта на разширение). Днес ние наблюдаваме онези области на Вселената, които не бихме могли да видим 13,7 милиарда години назад. За пръв път в космическата история светлината от най-отдалечените галактики достига до Млечния път.

Въпреки всичко, свойствата на Млечния път основно са същите, каквито и на отдалечените галактики. Ако на вечеринка вие срещнете двама еднакво облечени хора, то това може да се обясни като просто съвпадение. Ако обаче са десет в еднакви дрехи – значи те предварително са се договорили за формата на своето облекло. Днес ние наблюдаваме десетки хиляди независими участъци от небесната сфера със статистически идентични характеристики на реликовия фон. Възможно е такива области от пространството още по рождение да са били еднакви, т.е. еднородността на Вселената е просто съвпадение. Обаче физиците измислиха две по-правдоподобни обяснения: в началния си стадий на развитие Вселената е била или много по-малка, или много по-стара, отколкото се е считало преди това.

По-често предпочтение се отдава на първата алтернатива. Счита се, че младата Вселена е преминала през период на инфляция, т.е. ускоряващо се разширение. Дотогава галактиките (по-точно – техните прародители) са били много плътно опаковани и затова са приличали помежду си. По време на инфляцията те са загубили контакт помежду си, защото светлината не успява да ги догонва в неистовото взаимно отдалечаване. Когато инфляцията завършила, разширението започнало да намалява и галактиките отново започнали „да се виждат“ една друга.

Виновник за стремителното инфлационно тласкане физиците считат по-

тенциалната енергия, натрупана за 10^{-35} секунди след Големия Взрив в особено поле, наречено инфлантонно. Потенциалната енергия, за разлика от масата на покоя и кинетичната енергия, води до гравитационно отблъскване. Притеглянето на обикновената материя забавя разширението, а инфлантонното – обратно, го ускорява. Появилата се през 1981 г. инфлационна теория обяснява картина на редица наблюдения, обаче и до днес не е ясно какво представлява инфлантон, откъде се появява при него такава огромна потенциална енергия.

Втората възможност, разбира се, е отказът от сингулярност. Ако времето води началото си не от момента на Големия взрив, а Вселената е възникнала много преди началото на сегашното космическо разширение, то материята е имала достатъчно време да се самоорганизира плавно. Затова учените решават да преразгледат разсъжденията, водещи към идеята за сингулярност.

Много съмнително изглежда предположението, че теорията на относителността е вярна винаги, защото в нея не се отчитат квантовите ефекти, които трябва да са доминиращи в близост до сингулярностите. За да може окончателно да се разберат всички детайли, става необходимо да се вземат предвид общата теория на относителността и квантовата теория на гравитацията. С тази задача се занимават теоретиците още от времето на Айншайн чак до наши дни, но едва към средата на 1980-те години нещата помръдват от мъртвата си точка.

Еволюция на революцията. Днес се разглеждат два подхода. В теорията на примковата квантова гравитация теорията на относителността се запазва по същество незасегната, изменя се само процедурата на нейното прилагане в квантовата механика. През последните години привържениците на примковата квантова гравитация постигнаха големи успехи и достигнаха до дълбоки разбирания, но техният подход не е достатъчно кардинален за решаване на фундаменталните проблеми за квантуване на притеглянето. С подобни проблеми се сблъскват специалистите по теорията на елементарните частици. През 1934 г. Ерико Ферми предложи ефективна теория на слабото ядрено взаимодействие, но усилията да се построи неин квантов вариант претърпяха фиаско. Беше необходима не нова методика, а концептуално изменение, въплътено в теориятата на електрослабото взаимодействие, предложено от Шелдън Глешоу, Стивън Уайнбърг и Абду Салам през 1960 г.

По-обещаващ ми изглежда вторият подход – теорията на струните, която представлява действително революционна модификация на теорията на Айншайн. Тя израства от модела, предложен от мене през 1968 г. за описание на ядрените частици (протони и неutronи) и техните взаимодействия. За съжаление, моделът се оказа не съвсем удачен и след няколко години учените се отказаха от него, предпочитайки квантовата хромодинамика, според която

протоните и неutronите се състоят от кварки. Последните имат поведение на силно свързани помежду си с еластични струнни обекти. Първоначално теорията на струните беше посветена на описание на струнните свойства на ядрения свят. Обаче скоро започнаха да я разглеждат като възможен вариант за обединяване на общата теория на относителността и квантовата механика.

Основната идея се свежда до това, че елементарните частици не са точковидни, а безкрайно тънки едномерни обекти, наречени струни. Обширното семейство от разнообразни елементарни частици отразява множеството възможни форми на трептене на струната. Как такава нехитра теория описва сложния свят на частиците и техните взаимодействия? Секретът е в т.нар. магия на квантовите струни. Когато правилата на квантовата механика се прилагат към избиращата струна, по която трептенията се разпространяват със скоростта на светлината, в нея се появяват нови свойства, тясно свързани с физката на елементарните частици и космогонията.

Преди всичко, квантовите струни имат краен размер. Обикновената (неквантова) струна на цигулка може да се разреже наполовина, след това тази половинка наново да се разреже на две и така нататък, докато не се получи точковидна частица с нулева маса. Обаче принципът на неопределеност на Хайзенберг не позволява струната да се раздели на части с дължина, по-малка от приблизително 10^{-34} м. Най-малкият квант на дълчината се означава с l_s и представлява природна константа, която в теорията на струните стои наред със скоростта на светлината c и константата на Планк \hbar .

Второ, даже безмасовите квантови струни могат да притежават ъглов момент. В класическата физика тяло с нулева маса не може да има ъглов момент, защото то се определя като произведение на скоростта, масата и разстоянието до оста. Но квантовите флуктуации изменят ситуацията. Ъгловият момент на квантова струна може да достигне $2\hbar$, даже ако масата е равна на нула, което съответства на свойствата на всички известни носители на фундаментални сили като фотона и гравитона. Исторически именно тази особеност на ъгловия момент привлече вниманието към теорията на струните като кандидат за теория на квантова гравитация.

Трето, квантовите струни изискват съществуването на допълнителни пространствени измерения. Класическата цигулкова струна ще трепти независимо от свойствата на пространството и времето. Квантовата струна е по-взискателна: уравненията, описващи нейните трептения, остават непротиворечиви само в случая, когато пространство-времето е силно изкривено (което противоречи на наблюденията) или съдържа шест допълнителни измерения.

И четвърто, физическите константи, които определят свойствата на природата и участват в уравненията, отразяващи закона на Кулон и закона на

всемирното привличане, престават да бъдат независими, фиксирали константи. В теорията на струните техните стойности се задават от динамични полета, подобни на електромагнитното. Възможно е напрежението на тези полета да не е било еднакво по време на различните космологични епохи или отделни области на пространството. Теорията на струните ще получи сериозно експериментално потвърждение, ако се стане възможно да се регистрират макар и незначителни изменения на физичните константи.

Централно място в теорията на струните заема едно от тези полета, наречено дилатон. То определя общата сила на всички взаимодействия. Големината на дилатона може да се интерпретира като размер на допълнителното 11-то пространствено измерение.

Свързване на свободните краища. Кvantовите струни помагнаха на физиците да открият нов вид природна симетрия – дуализма, който изменя нашите интуитивни представи за това, какво става, когато обектите стават извънредно малки. Аз вече се позовах на една от формите на дуализма: обикновено дългата струна е по-тежка от късата, но ако се опитаме да я направим по-къса от фундаменталната дължина l_s , тя отново започва да натежава.

Понеже струните могат да се движат по по-сложни начини от колкото обикновените частици, съществува и друга форма на симетрия – Т-дуализма, който се изразява в това, че малките и големите допълнителни измерения са еквивалентни. Нека разгледаме затворена струна (примка), разположена в цилиндрично пространство, напречното сечение на което представлява едно допълнително измерение. Струната може не само да трепти, но и да се върти около цилиндъра или да се намотава на него.

Енергетичната стойност и на двете състояния на струната зависи от размера на допълнителните измерения. Енергията на намотаване е право пропорционална на неговия радиус: колкото по-голям е цилиндърът, толкова по-силно се разтяга струната и толкова по-голяма енергия се запасява в нея. От друга страна, енергията, свързана с въртенето, е обратно пропорционална на радиуса: на цилиндър с по-голям радиус съответстват по-големи дължини на вълните, следователно и по-ниски честоти и по-малки стойности на енергията. Ако големия цилиндър заменим с малък, двете състояния на движение могат да заменят ролите си: енергията, свързана с въртенето, може да бъде обеспечена с намотаването, и обратно. Външен наблюдател ще забележи само големината на енергията, но не нейния произход, и затова големият и малкият радиус физически са еквивалентни.

Въпреки че Т-дуализмът обикновено се описва с пример върху цилиндрични пространства, в които едното измерение (окръжност) е крайно, един от неговите варианти се прилага и към обикновеното пространство с три измерения, което, както изглежда, се простира до безкрайност. За разширението на безкрайното пространство трябва да се говори внимателно. Пълният

му размер не може да се изменя и си остава безкраен. Но все пак то е способно да се разширява в смисъл, че разположените в него тела (например галактики) могат да се отдалечават едно от друго. В дадения случай значение има не размерът на пространството като цяло, а неговият мащабен коефициент, в съответствие с който протича изменението на разстоянията между галактиките, забелязано по червеното преместване. Според принципа на Т-дуализма, вселени и с малък и с голям мащабен коефициент са еквивалентни. В уравненията на Айнщайн такава симетрия не съществува: тя е следствие на унификацията, заключено в теорията на струните, като тук централна роля играе дилатона.

Навремето битуваше мнението, че Т-дуализмът е присъщ само на затворените струни, защото отворените струни не могат да се намотават, понеже краищата им са свободни. През 1995 г. Йозеф Полчински от Калифорнийския университет в Санта-Барбара показва, че принципът на Т-дуализма е приложим и за отворените струни в случаите, когато преходът от големи радиуси към малки се съпровожда от изменения на условията на краищата на струната. Дотогава физиците смятаха, че на краищата на струните не действат никакви сили и те са абсолютно свободни. Затова Т-дуализмът се обезпечава от т.нар. гранични условия на Дирихле, при което краищата на струните се оказват фиксиранi.

Условията на краищата на струните могат да бъда смесени. Например, електроните могат да се окажат струни със закрепени краища в седем от пространствените измерения, но да се движат свободно в границите на трите други останали измерения, образувайки подпространство, известно като мембра на Дирихле, или D-мембра на. През 1996 г. Петер Хорава от Калифорнийския университет и Едуард Уитън от Института за висши изследвания в Принстън, щат Ню-Джърси, предположиха, че нашата Вселена е разположена точно в такава мембра на. Нашата неспособност за възприемане на цялото 10-мерно великолепие на пространството се обяснява с ограничената подвижност на електроните и другите частици.

Опитомяване на безкрайностите. Всички вълшебни свойства на квантовите струни показваха, че те ненавиждат безкрайностите. Струните не могат да се свият в безкрайно малка точка и затова не им са свойствени парадокси, свързани с колапса. Отличието на техните размери от нула и новите видове симетрии задават горните граници за нарастващите физични величини и долните – за намаляващите. Специалистите по теорията на струните предлагат, че ако се проиграе историята на Вселената назад, то кривината на пространство-времето ще нараства. Обаче тя няма да стане безкрайна както в традиционната сингуларност на Големия взив: в даден момент нейната стойност ще достигне максимум и след това ще започне отново да намалява. До появяването на теорията на струните физиците отчаяно се опитваха да из-

мислят такъв механизъм, който да може така чисто да отстрани сингулярността.

Условията в близост до нулевия момент, съответстващ на началото на Големия взрив, са така екстремални, че засега никой не знае как да реши съответните уравнения. Въпреки това специалистите по теория на струните имат смелостта да изказват догадки за това какво е представлявала Вселената *преди Големия взрив*.

Разглеждат се два модела. Първият от тях, известен като предвзривен сценарий, започнахме да развиваме през 1991 г. В него принципът на Т-дуализма се обединява с по-известната симетрия на обръщане на времето, по силата на която уравненията на физиката работят еднакво добре независимо от посоката на времето. Такава комбинация позволява да се говори за нови възможни варианта на космологията, в която Вселената, да кажем 5 сек. *до* Големия взрив, се разширява с такава скорост, каквато и 5 сек *след* него. Обаче изменението на скоростта на разширение в тези моменти протича в противоположни посоки: ако след Големия взрив разширението се забавя, то преди него се ускорява. Казано накратко, Големият взрив е бил не моментът на възникване на Вселената, а просто внезапен преход от ускоряване към забавяне.

Прелестта на тази картина е в това, че тя автоматически подразбира по-дълбоко вникване в инфлационната теория: трябвало е Вселената да премине през период на ускорение, за да стане толкова еднородна и изотропна. В стандартната теория ускорението след Големия взрив протича под действието на въведения специално за тази цел инфлантон. В предвзривния сценарий това става естествено като следствие на новите симетрии в теорията на струните.

В съответствие с този модел Вселената преди Големия взрив е била почти идеално огледално изображение на самата себе си след него. Ако Вселената е безгранично устремена към бъдещето, в което нейното съдържание се разрежда до оскъдна кашичка, то тя също се разпростира и безкрайно в миналото. Безкрайно отдавна тя е била почти пуста: била е запълнена само от невероятно разреден хаотичен газ от изльчване и вещества. Силите на природата, управявани от дилатоните, са били толкова слаби, че частиците на газа практически не са взаимодействвали помежду си.

Но времето е минавало, силите са се увеличавали и започнали да пристигват материията. По случаен начин материята се натрупвала в някои участъци на пространството. Там нейната плътност в крайна сметка станала толкова голяма, че започнали да се образуват черни дупки. Веществото в такива области се оказва изолирано от обкръжаващото пространство, т.е. Вселената се разбива на отделни обособени части.

В черната дупка пространството и времето сменят ролите си: нейният център не е точка в пространството, а момент на времето. Падащата в черна

дупка материя, приближаваща се към центъра ѝ, става все по-плътна. Но, достигайки максимална стойност, допустима от теорията на струните, плътността, температурата и кривината на пространство-времето внезапно започват да намаляват. Моментът на такава реверсия е това, което наричаме Големия взрив. Вътрешността на една от описаните черни дупки става и нашата Вселена.

Не е удивително, че такъв необикновен сценарий предизвика толкова много спорове. Андрей Линде от Станфордския университет твърди, че за да може такъв модел да се съгласува с наблюденията, Вселената трябва да е възникнала от черна дупка с гигански размери, значително по-голям, отколкото машаба за дължина в теорията на струните. Но нашите уравнения не налагат никакви ограничения на размера на черните дупки. Просто случило се е така, че нашата Вселена се е образувала във вътрешността на достатъчно голяма дупка.

По-сериозно възражение привеждат Тибо Дамур от Института за висши научни изследвания в Бур-сюр-Ив във Франция и Марк Анно от Брюкселския свободен университет: материята и пространство-времето в близост до Големия взрив трябва да имат хаотично поведение, което изглежда противоречи на наблюдаваната регуляреност на ранната Вселена. Неотдавна аз предположих, че в такъв хаос може да възникне плътен газ от миниатюрни „струнни дупки“ – извънредно малки и массивни черни дупки. Възможно е това да е ключът към решаване на проблема, описан от Дамур и Анно. Аналогично предположение беше изказано от Томас Бенсъм от Рютгерс и Вили Фишер от Тексаския университет в Остин. Съществуват и други критични съображения, но предстои да се изясни дали те повдигат някакви принципни недостатъци на модела.

Сблъскване на мембрани. Другият популярен модел, подразбиращ съществуването на Вселената до Големия взрив, е експиротичният сценарий (от гръцки – „Произлязъл от огъня“), разработен преди три години от Джистин Каури от Колумбийския университет, Пол Стейнхард от Принстънска университет, Бартом Оврут от Пенсилванския университет, Натан Зейбром от Института за висши изследвания и Нейл Тюрком от Кембриджския университет. Той се основава на предположението, че нашата Вселена е една от D-мем branите, дрейфуваща в многомерното пространство. Мембрани се приближават една към друга, а когато се сблъскват, може да се случи това, което наричаме Големия взрив.

Не е изключено колизиите да протичат циклично. Две мембрани могат да се сблъскат, да отскочат и отдалечават, но привличайки се взаимно, отново да се сблъскат и така нататък. Отдалечавайки се след сблъсъка, те малко се разтягат и при поредното сближаване отново се свиват. Когато посоката на движение на мем branата се сменява с противоположната, тя се разширя-

ва с ускорение, затова наблюдаващото се ускоряващо разширение на Вселената може да служи за указание за предстоящо сблъскване.

И предвзривния, и експиротичният сценарий имат обща особеност. Те тръгват от голяма, хладна, почти празна Вселена и за двета е общата трудност (за сега нерешена) на проблема за преход от състояние преди Големия взрив към стадия след него. Математически главното различие между двета модела е свързано с поведението на дилатона. В предвзривния сценарий това поле и съответно всички сили на природата са изключително слаби и постепенно се усилват, достигайки максимум в момента на Големия взрив. В експиротичният модел е валиден обратният ход: сблъскването става, когато силите са минимални.

Развиващите експиротичната схема учени отначало се надяваха, че слабостта на силите ще облекчи процедурата на анализа на сблъскванията, но се оказа, че те имат работа с пространство-време с голяма кривина и затова засега не може еднозначно да се реши ще може ли да се избегне сингулярността. Освен това, този сценарий трябва да протече при много специфични обстоятелства. Например, преди самото сблъскване мембрани трябва да са почти идентични паралелни помежду си, иначе предизвиканият от тях Голям взрив ще бъде недостатъчно еднороден. В цикличната версия този проблем стои не така остро: последователните сблъсквания биха позволили мембрани да се подредят успоредно една на друга.

Като оставим засега настраница трудностите с пълното математично обосноваване на двета модела, ученият трябва да си изяснат ще могат ли някога да ги подложат на експериментална проверка. На пръв поглед описаните сценарии приличат повече на упражнение по метафизика, отколкото на развиване на физична теория. В метафизиката се подхвърлят маса интересни идеи, които обаче никога не могат да бъдат проверени или отхвърлени в резултат на наблюдения. Такъв поглед е излишно пессимистичен. Както стадият на инфлация, така и довзривната епоха трябва да оставят след себе си артефакти, които биха били забележими и днес, например, в неголеми вариации на температурата на реликтовото излъчване.

Преди всичко наблюденията показват, че температурните отклонения биха формирали акустични вълни за няколко стотина хиляди години. Регулярността на флукутациите свидетелства за кохерентност на звуковите вълни. Затова пък космолозите създаваха цял ред космологични модели, неспособни да обяснат вълновия синхронизъм. Сценарийите с инфлация, с довзривна епоха до Големия взрив и сблъскващите се мембрани успешно преодоляват това първо изпитание. В тях синфазните вълни се създават от квантови процеси, усиливащи се в хода на ускоряващото се космическо разширение.

Второ, всеки от моделите предсказва различно разпределение на температурните флукутации в зависимост от техния ъглов размер. Оказва се, че и го-

лемите и малки флуктуации имат еднаква амплитуда. (Отстъпление от това правило се наблюдава само при много малките мащаби, в които първоначалното отклонение се изменя под действието на по-късни процеси). В инфлационните модели това разпределение се възпроизвежда с голяма точност. По време на инфляцията кривината на пространството се изменя относително бавно, така че флуктуациите на различните размери възникват при почти еднакви условия. В резултат амплитудата на дребномащабните флуктуации се увеличава, обаче другите процеси усилват едромащабните отклонения на температурата и изравняват общото разпределение. В експиротичния сценарий за това способства допълнителното пространствено измерение, разделящо сблъскащите се мембрани. В предвзривната схема за изравняване на разпределението на флуктуациите отговаря аксионът – квантовото поле, свързано с дилатона. Казано накратко, и трите модела се съгласуват с наблюденията.

Трето, в ранната Вселена температурните вариации са могли да възникнат и поради флуктуации на плътността на веществото, както и поради слаби трептения, причинени от гравитационните вълни. При инфляцията и двете причини имат еднаква стойност, а в сценария със струните основна роля играят вариациите с плътността на веществото. Гравитационните вълни би трябвало да оставят своят отпечатък в поляризиацията на реликтовото излъчване. Възможно е в бъдеще това да може да бъде наблюдавано с помощта на космическите обсерватории, като например спътника „Планк“ на Европейската космическа агенция.

Четвъртата проверка е свързана с разпределението на флуктуациите. В инфлационния и експиротичния сценарии тя се описва от закона на Гаус, докато предвзривният модел допуска значителни отклонения от нормалното разпределение.

Анализът на реликтовото излъчване не е единственият начин за проверка на разглежданите теории. Сценарият с епоха до Големия взрив подразбира възникване на случаен фон от гравитационни вълни в никакъв диапазон на честоти, което в бъдеще може да бъде установено с помощта на гравитационни обсерватории. Освен това, понеже в струнните модели се изменя дилатонът, тясно свързан с електромагнитното поле, и за двете трябва бъдат характерни едромащабни флуктуации на магнитното поле. Не е изключено техните остатъци да могат да бъдат забелязани в галактичните и междугалактичните магнитни полета.

И така, кога започва времето? Засега науката не дава окончателен отговор. И все пак съгласно двете потенциално проверяими теории Вселената – а значи и времето – са съществували много преди Големия взрив. Ако един от тези сценарии съответства на истината, то космосът е съществувал винаги. Възможно е той отново да колапсира, но не и да изчезне завинаги.

Превод: Н. Ахабабян

ПРЕДИЗВИКАТЕЛСТВА ПРЕД БЪДЕЩЕТО НА ЯДРЕНАТА ЕНЕРГЕТИКА В ЕВРОПА

К. Хескет, А. Уорол, Д. Уивър

Макар че това все още не може да се счита за напълно доказано, има важни признания, че глобалните промени в климата, предизвикани от човешката дейност, са вече тук.

В момента единственият разумен подход е да бъдем предпазливи и да приемаме превантивни мерки. Признавайки важността на тези аргументи, Европейският съюз се задължи да съблюдава протокола от Киото и в тази връзка се ангажира до 2010 година 22% от производството на електроенергия в страните от ЕС да идва от възобновяеми енергийни източници.

Важен проблем е по какъв начин развиващите се страни да повишат своя жизнен стандарт като едновременно ограничат емисиите на въглероден двуокис в атмосферата.

Макар че теоретичният потенциал на възобновяемите източници на енергия е много висок, да се разчита изцяло на тях е рисковано. Една по-предпазлива стратегия е да се стремим към балансирано съчетание на различни подходи, като използваме всички налични възможности, включително и ядрената енергетика.

Практическите проблеми, свързани с използването на биомасата, енергията на вятъра, на морските вълни и на слънчевата радиация, силно затрудняват постигането на едно съществено ограничаване на атмосферните емисии с помощта на възобновяемите източници на енергия.

Макар че има сериозен напредък, инвестирането във възобновяемите източници досега е било възможно само благодарение на държавни субсидии и е спорно дали тези източници на енергия някога ще станат напълно конкурентноспособни, освен ако цената на електроенергията не нарастне много над днешното ѝ ниво.

Иронията се състои в това, че докато днес е сравнително лесно да се получи политическа подкрепа за развитието на възобновяемите източници на енергия, много е трудно да се получи подобна подкрепа за ядрената енергетика, а тя в продължение на години ни помага да намаляваме емисиите на въглероден двуокис в атмосферата. Ядрената енергетика в Европа реално допринася за намаляването на емисиите на въглероден двуокис и ЕС ще бъде силно затруднен да покрие изискванията на протокола от Киото без нейна помощ.

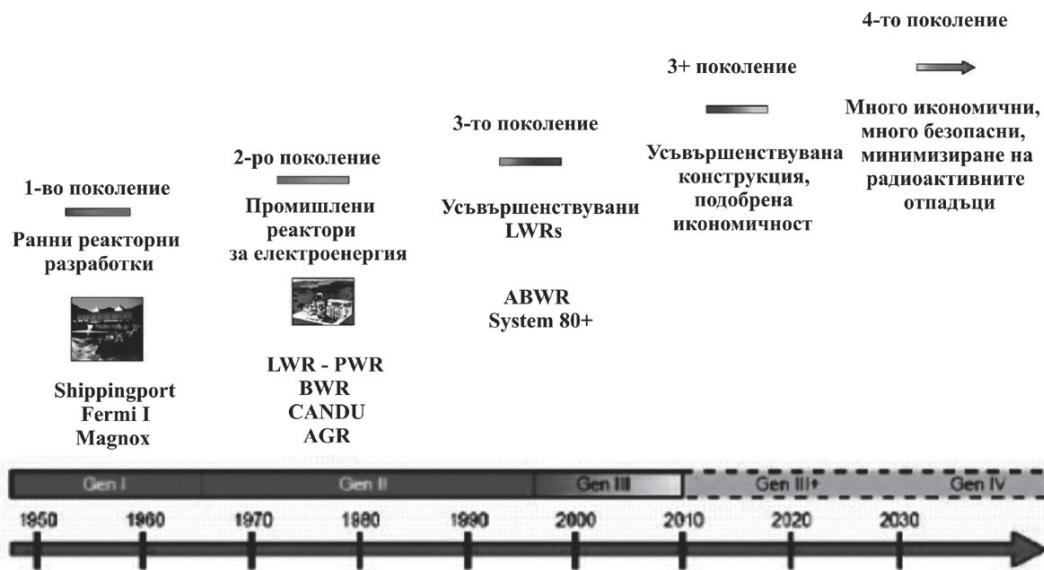
Ако не се считат Финландия и Франция, в страните от ЕС има малка държавна подкрепа за строителството на нови реактори и перспективата е

мощността на ядрените електроцентрали в Европа постепенно да намалява с достигането на проектния срок на експлоатация от старите централи.

Ако не искаме да се лишим от ценния принос, който ядрената енергетика внася в момента в намаляването на емисията на въглероден двуокис, ще трябва да се предприемат стъпки за заместване с нови на онези ядрени електроцентрали, които излизат от експлоатация.

В краткосрочен план, заместващите мощности ще бъдат усъвършенствани реактори с лека вода (Light Water Reactor, LWR), такива като Европейския реактор с вода под налягане (European Pressurised Water Reactor, EPR), първите образци, на които ще бъдат построени във Финландия и Франция. Тези централи са икономически конкурентоспособни и имат доказана висока надежност.

В дългосрочен план, има международен консенсус, че е необходимо да се разработят реактори от ново, четвърто поколение – Фиг.1.



Фиг. 1

Мотивацията за създаването на ядрен реактор от четвърто поколение е в осъзнаването на факта, че ако поддържаме общата мощност на ядрените електроцентрали на сегашното ниво от около 400 GWe, това няма да бъде достатъчно, за да стабилизираме емисиите на въглероден двуокис в дългосрочен план поради растящите нужди от енергия. При това оценката е направена, като се предполага, че в бъдеще ще имаме един съществен принос от възобновяемите енергийни източници.

Ще е необходим ядрен реактор с голяма мощност и дълъг срок на експлоатация.

Експертните оценки показват, че само по пътя на усъвършенстването на LWR няма да могат да се покрият поставените високи изисквания и това доведе до възникването на международния проект за ядрен реактор от четвърто поколение. Реакторът от четвърто поколение трябва да удовлетворява нарастващите изисквания за безопасност и надеждност, дълъг срок на експлоатация и икономическа конкурентоспособност. Проектът обръща особено внимание на вътрешноприсъщата безопасност и на устойчивостта към възможни грешки. Очаква се, че това ще увеличи общественото доверие към ядрената енергетика.

В по-далечно бъдеще се предполага рециклиране на използваното гориво. Разглежда се възможността ядрените реактори да не се използват само за производството на електрическа енергия, но и да се включат в бъдещата водородна енергетика, а с това и в транспорта.

В идеалния случай реакторите от четвърто поколение ще бъдат икономически конкурентоспособни, избраната конструкция трябва да намали инвестиционния рисков и да окуражи частните инвестиции. И накрая реакторите от четвърто поколение трябва да имат такъв горивен цикъл, че да се намали до минимум рискът от разпространението на материали, които биха могли да се използват за създаването на оръжие.

Избрани са шест реакторни системи, за които е преценено, че са достатъчно перспективни и биха могли да покрият високите изисквания, поставени от програмата за създаване на ядрен реактор от четвърто поколение. Това са: реактор с бързи наutronи и газово охлаждане (gas-cooled fast reactor, GFR), реактор с бързи неutronи, охлаждан с течно олово (lead-cooled fast reactors, LFR), хомогенен реактор (molten salt reactor, MSR), реактор с бързи неutronи, охлаждан с натрий (sodium-cooled fast reactor, SFR), надкритичен воден реактор (super-critical water reactor, SCWR), високотемпературен газов реактор (very high temperature gas reactor, VHTR) [1].

За всички тези реакторни системи може да се каже, че се базират върху вече съществуващи знания и опит, но всички те значително усъвършенстват реакторната технология.

За тези реактори са изяснени технологичните проблеми, които ще трябва да бъдат преодолявани. Много от тези технологични проблеми са общи за всички реакторни системи. Необходима е значителна по обем изследователска и конструкторска работа.

Едни от общите за всички проекти проблеми са свързани с горивото и с реакторните материали.

Решаването на разнообразните проблеми, свързани с подбора, тестването и търговската реализация на нови материали за горивните елементи и за струк-

турните компоненти на първичния контур на реактора е свързано с дългогодишни изследвания и тестове и в програмата се очаква това да отнеме почти 20 години. Основната причина е в необходимостта да се проведат обширни радиационни тестове, за да се докаже дълговечността на материалите в условията на интензивна радиация и на високи температури. Това ограничава възможната дата на въвеждане на реакторите от четвърто поколение в експлоатация. Необходимите изследвания и тестове ще бъдат освен това много скъпи и няма отделна страна, която да притежава необходимите съоръжения и капацитет да ги извърши сама. Тук е необходимо международно сътрудничество.

Европа играе важна роля в изследователската програма за създаването на реактори от четвърто поколение. Три европейски страни, Франция, Швейцария и Великобритания, са самостоятелни членове на Generation IV International Forum (GIF), а Европейският съюз, в лицето на Евроатом, също се присъедини към тази международна програма.

Участието на ЕС в програмата минава през 6-тата рамкова програма. Самата 6-та рамкова програма е създадена до голяма степен, имайки предвид програмата за създаване на реактор от четвърто поколение. ЕС обръща специално внимание на някои от програмите. Програмите за създаването на реакторни системи от типа VHTR и GFR са от първостепенен приоритет. Общата стойност на изследванията се оценява на 40 млн. Евро за срок от пет години.

Поради високата цена и продължителното време, необходимо за проектно-конструкторска работа, е очевидно, че реакторите от четвърто поколение не ще успеят да си пробият път към енергийния пазар, без първо да се създадат подходящи политически условия.

Макар че се очаква, че реакторите от четвърто поколение ще бъдат икономически конкурентноспособни и няма да са необходими допълнителни държавни субсидии, не могат да се очакват частни инвестиции в периода на тяхното разработване, т.е. за провеждането на проектно-конструкторски работи. Следователно, за създаването на бъдещите реакторни системи ще е необходима държавна подкрепа, а по-късно енергийният пазар ще прави своя избор от тези разработки.

Подобна е ситуацията и с възобновяемите енергийни източници. Инвестициите в тяхното създаване в ЕС идва от държавни субсидии. В един дългосрочен период се очаква, че тези инвестиции ще се компенсират, когато инвестиционните и експлоатационните разходи намалеят дотолкова, че възобновяемите източници ще могат да се експлоатират без допълнителни субсидии.

Докато държавната подкрепа за възобновяемите енергийни източници се счита в момента за политически приемлива, същото не може да се каже за ядрената енергетика. Много европейски правителства не искат да се обвързват с ядрените технологии и този дисбаланс трябва да се преодолее.

Това е едно от главните предизвикателства, пред които са изправени реакторите от четвърто поколение.

За Европа е ключово важно да съхрани натрупаните с годините знания и опит в създаването на ядрени реактори, ако иска да остави отворена възможността за построяването на нови реактори.

Ядрената енергетика трябва да се възприема като една интересна и перспективна област, за да може успешно да привлече нови специалисти, завършили университетите и висшите технически училища. Това става особено трудно във време, когато общият брой на студентите в тези специалности намалява.

Застоят на реакторостроенето в Европа през последното десетилетие също отблъска потенциалните кандидати и има реална опасност базата от натрупани знания и умения да се загуби, когато работещите в момента специалисти се пенсионират.

Финансирането на свързани с ядрената техника и технологии университетски курсове не е на нужното равнище и това пречи на включването на университетите по-активно в изследванията в областта на ядрената енергетика.

Съхраняването на придобитите през годините знания е друг критичен проблем. Има реална опасност знанията, натрупани за почти 50 години, да бъдат загубени, а немалка част от тези знания може да бъде важна при създаването на реакторите от четвърто поколение. Би било трагично, ако тези знания се загубят.

За щастие има няколко примера, когато се предприемат активни стъпки, за да се съхрани историческото наследство.

Във Великобритания, например, се създава една база от данни, за да се запази информацията принадлежаща на английската програма за натриев реактор с бързи неutronи. Друг пример за съхраняването на знания са усилията на OECD/NEA в областта на характеристиките на ядреното гориво и на експериментите по реакторна физика.

В допълнение към запазването на извънредно големия обем от информация, тези програми съдействат за превръщането на информация, която до този момент е била фирмена собственост в публична. Така тя ще допринася много повече за развитието на областта.

Причините, поради които повечето европейски правителства се дистанцират от ядрените технологии, са основно политически и ние няма да ги анализираме в тази статия.

Интересно е да се отбележи обаче, че присъщата на електродобивната индустрия инерция позволи на правителствата от съображения за политическа целесъобразност да застанат на позиции, които са очевидно незащитими, особено в един по-дългосрочен период.

Един пример е ангажиментът, поет от няколко европейски правителства, да се откажат от ядрената енергетика, без при това да имат стратегия за заместващи мощности.

Подобна позиция беше възможна, понеже ангажиментът за отказване от ядрената енергетика в бъдеще всъщност означаваше запазването на ядрените електроцентрали, докато не изтече техният проектен срок на експлоатация, така че реално много малко мощности досега действително бяха затворени.

Приближаващата угроза от затварянето на старите централи и осъзнаването, че става все по-трудно да се покрият задълженията към протокола от Киото, карат някои европейски правителства да започнат да преосмислят своята позиция.

Продължителното време, което е необходимо, за да се изградят нови реактори означава, че възможностите да се посрещнат бързо променящите се изисквания са много ограничени.

Някои политици биха предпочели да отложат решенията за бъдещото развитие на европейската ядрена енергетика, докато не се изяснят възможностите на възстановяемите енергийни източници. За съжаление тогава може да бъде твърде късно.

От гледна точка на изключителната опасност, надвиснала над глобалния климат, единствената реалистична стратегия е да се остави отворена възможността за развитие на ядрената енергетика.

Europhysics News, v. 35, No 6, 2004
Превод от английски: Динко Динев

[1] Реакторни системи от 4-то поколение (коментар на преводача)

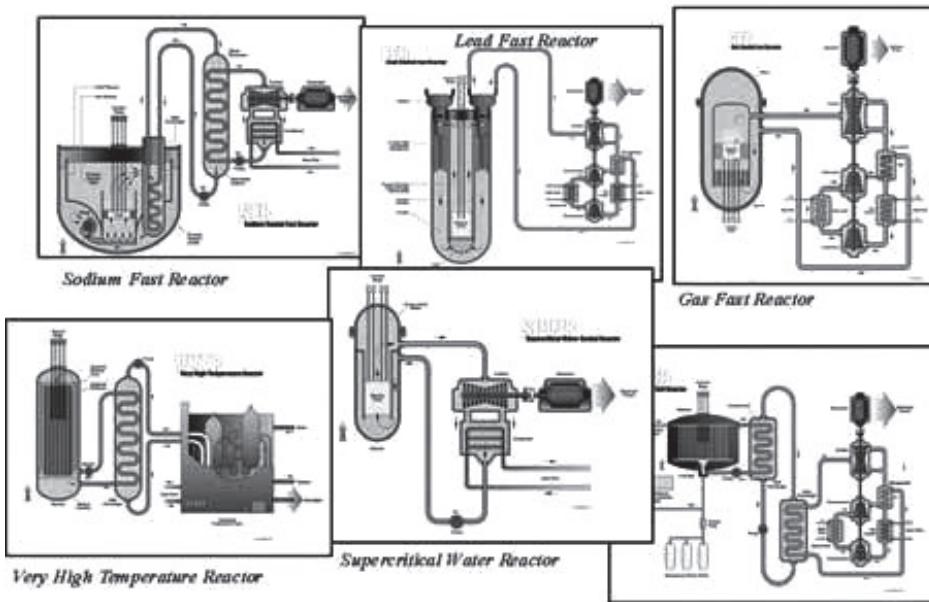
Международната програма за създаване на усъвършенствани реакторни системи от 4-то поколение стартира през 2000 г. В тази програма се включиха правителствата на страни, в които ядрената енергетика играе съществена роля в момента и които продължават да я разглеждат като жизнено важна за енергетиката през близките 50-60 г. Тези страни са: САЩ, Аржентина, Бразилия, Канада, Франция, Япония, Южна Корея, ЮАР, Швейцария и Великобритания. Програмата е наречена: Generation IV International Forum или съкратено GIF.

Страните се задължават да обединят усилията си в създаването на реакторни системи от следващо поколение. Избрани са шест реакторни системи, които се считат за перспективни – Фиг. 2. Бъдещите реактори трябва да бъдат екологично чисти, безопасни, икономически ефективни, да препятстват разпространението на делящи се материали, които могат да се използват при създаването на оръжие и да бъдат обезопасени срещу терористични атаки.

Преценява се, че новите реакторни системи ще бъдат готови за използване между 2010 и 2030 г.

Повечето от предложените системи използват затворен горивен цикъл, с което се повишава ефективността на използване на горивото и се свеждат до минимум високо-активните отпадъци, които се нуждаят от дългосрочно складиране.

РЕАКТОРИ ОТ 4 - то ПОКОЛЕНИЕ



Фиг. 2

Три от предложените реакторни системи са реактори с бързи неутрони, една използва неутрони с междинна енергия и само два реактора използват бавни неутрони, както е в работещите в момента ядрени електроцентрали.

Само един от разглежданите реактори се охлажда с лека вода, два се охлаждат с хелий, а други три с течен метал ($Pb-Bi$), натрий и натриев флуорид.

В един от реакторите урановото гориво е разтворено в циркуляция охладител.

Работната температура е от 510°C до 1000°C (в днешните реактори с лека вода тя е под 330°C). Това позволява реакторите да се използват не само за производство на електроенергия, но и за термохимичното производство на водород за нуждите на бъдещата водородна енергетика.

Мощността на реакторите е в широки граници – от 150 MWe до 1500 MWe.

За четири от предложените реактори има вече натрупан значителен опит по отношение на много от предлаганите решения и това би позволило тяхната експлоатация да започне преди 2030 г.

Русия не участва в програмата. Но разработените в Русия реактори от типа BREST и охлажданите с натрий реактори с бързи неутрони са много близки до някои от предложените реакторни системи.

Ето кратко описание на предложените шест реакторни системи.

Реактор с бързи наutronи и газово охлаждане (gas-cooled fast reactor, GFR). Това е реактор с бързи неutronи. В този тип реактори охладител (топлоносител) е хелий. Работната температура е висока – 850 °C и това позволява както производството на електроенергия, така също и термохимичното производство на водород. Налягането е високо – 7-15 MPa. Топлоносителят директно ще задвижва газова турбина. Горивото е U-238. Използва се затворен горивен цикъл. Изразходваното гориво ще се преработва на място и всички актиниди ще се рециклират, за да се намали количеството на дългоживущите радиоактивни отпадъци.

Реактор с бързи неutronи, охлаждан с течно олово (lead-cooled fast reactors, LFR). Това е реактор с бързи неutronи. Охладител (топлоносител) е течен метал (Pb или Pb-Bi). Горивото е U-238 или уранов нитрид. Предвижда се пълно рециклиране на актинидите. Разглеждат се както малки реактори, т. нар. „батерии“ с мощност от порядъка на 50 MWe и позволяващи 15-20 години работа без презареждането с гориво, така също и реакторни модули с мощност 300-400 MWe и дори единични блокове с мощност 1400 MWe. Работната температура е 800 °C и това ще позволи едновременното производство на водород. Налягането е ниско. Подобен е разработеният в Русия реактор BREST с бързи неutronи и охладител течно олово. Неговото гориво е U + Pu нитрид. В Русия има над 40 годишен опит в експлоатацията на охлаждани с течен Pb-Bi реактори за подводници.

Хомогенен реактор (molten salt reactor, MSR). Урановото гориво е разтворено в охладителя. За такъв се използва натриев флуорид. То циркулира в графитни канали, с което се постига известно забавяне на неutronите, като се работи с неutronи с междинна енергия. Продуктите на деленето се извличат непрекъснато и актинидите се преработват изцяло. Работната температура е 700 °C при много ниско налягане. За производството на електроенергия се използва вторичен кръг.

Реактор с бързи неutronи, охлаждан с натрий (sodium-cooled fast reactor, SFR). Това е реактор с бързи неutronи. Има натрупан значителен опит в експлоатацията на подобни реактори с бързи неutronи. Горивото е U-238. Работната температура е 550 °C. Налягането е ниско. Горивният цикъл е затворен. За производството на електроенергия се използва вторичен кръг, охлаждан с натрий. Разглеждат се реакторни блокове с мощност 150-500 MWe.

Надкритичен воден реактор (super-critical water reactor, SCWR). За охладител се използва вода под много високо налягане (25 MPa), която се намира в състояние над термодинамичната критична точка на водата (510-550 °C). Надкритичната вода директно задвижва турбината. Топлинната ефективност е с 30% по-висока, отколкото в сегашните реактори с лека вода. Горивото е UO_2 . Тази реакторна система би могла да работи и като реактор с бързи неutronи. Горивният цикъл е отворен при работа с топлинни неutronи и затворен при работа с бързи неutronи. Основните разработки се извършват в Япония.

Високотемпературен газов реактор (very high temperature gas reactor, VHTR). Това е реактор с топлинни неutronи. Охладителят е хелий, а забавителят е графит. Работната температура е 1000 °C. Налягането е ниско. Горивният цикъл е отворен. Горивото е UO_2 . При производството на електроенергия газовата турбина се задвижва директно от топлоносителя и това обезпечава висока ефективност. Разглеждат се реактори с мощност 600 MWe. По подобни реакторни системи има натрупан значителен опит (HTTR в Япония, HTR-10 в Китай, PBMR в ЮАР и др.).

ЕМИЛИО СЕГРЕ – ЕДИН ОТ АЛХИМИЦИТЕ НА XX ВЕК (Част II)

Никола Балабанов

(Продължение от кн. 2/05)

СЕГРЕ ТРЪГВА ПО СВОЙ ПЪТ

През 1936 година две събития украсяват живота на Емилио Сегре. Той се жени за очарователната Елфрида и създава семейство. В същата година приема поканата на университета в Палермо (старата столица на Сицилия) и заминава на работа там като ръководител на катедрата.

Базата в Палермо била твърде оскъдна, лабораторията по физика – малка и бедна. Сегре бил принуден да прекъсне изследванията с неutronите, въпреки че често пътувал до Рим и поддържал връзка с колегите си. Но лошияте условия за работа не прекършили амбициите и желанието му за изследователска работа (При нас има десетки обратни примери – лошите условия са добро оправдание за бездействие).



Още веднага след завършването на първата учебна година (1936/37) Сегре заминава за САЩ, в Калифорнийския университет (гр. Бъркли). Там успешно работи циклотронът на Лоурънс. Младият италианец има възможност да наблюдава радиоактивности, по неговите думи „смайващи за человека, който дотогава е работил само с Ra-Be-източник“.

Сегре бързо се ориентира във възможностите на циклотрона и си поставя задачата с негова помощ да търси неизвестни дотогава елементи.

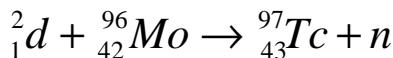
Съществуването на 43-ия елемент било предсказано още през 1871 година от Д.И.Менделеев, който го нарекъл „Екаманган“. С това название ученият определил мястото на елемента в периодичната система (VII група). След това били правени много безуспешни опити за неговото получаване. За пръв път това се удало на Сегре – ръководителят на бедната катедра в Палермо.

Молибденът (елементът с номер 42) има шест стабилни изотопа. Сегре се надявал, че при облъчване на молибденова мишена с деutronи, ускорени в

циклотрона, поне при един от изотопите ще се получи като продукт на реакцията някакъв дългоживущ изотоп на 43-ия елемент.

Ръководен от тази идея, той взел няколко облъчени молибденови образци и заминал с тях за Палермо. За идентифицирането на радиоактивния продукт Сегре привлякъл свой колега химик и минералог К. Периер. След щателни радиохимични операции те успели да докажат, че като продукт на реакцията „ $d + Mo$ “ се получава изотоп на нов елемент от VII група. Сегре разказва: „Това беше първият елемент, създаден от ръцете на човек. Затова го нарекохме „технеций“, което означава „изкуствен“. В работата ми помагаше Карло Периер. Задачата беше естествена за минералог, защото по трудност тя не отстъпваше на добиването на руда в мините (от книгата на Г. Сиборг „Элементы Вселенной“).“

През юли 1937 година Сегре съобщава за откриването на 43-ия елемент. През следващата година той заедно с Г. Сиборг определя периода на полуразпадане на дългоживящия изотоп на технеция, който се получава в реакцията



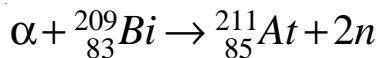
(Днес са известни вече 30 изкуствено получавани изотопи на технеция)

ЕМИГРАЦИЯ В САЩ. РАБОТА В БЪРКЛИ

Успехът с откриването на технеция обнадеждава Сегре и той решава да се заема с търсенето на другите липсващи в периодичната система елементи – с поредни номера 61 и 85. През 1938 г. той заминава отново в Бъркли, за да се посвети на тези изследвания. По това време в Италия се развихря антисемитската политика на Мусolini. Сегре следи събитията в родината си и когато научава, че там е приет закон против евреите, решава да остане в САЩ. Скоро Елфрида и едногодишният му син Клаудио заминават при него.

Циклотронът в Бъркли вече е усъвършенстван и може да ускорява алфа-частици до сравнително високи енергии. В това Сегре вижда шанс за превръщане на 83-ия елемент – бисмута, в непознатия дотогава 85-ти. За изследванията привлича американските си колеги Корсьон и Макенеза.

Работата продължила до началото на 1940 г. когато групата убедително доказала, че е получила изотоп на 85-ия елемент. С правото на първооткривател, Сегре нарича новия елемент „Астатин“ – нестабилен. Първият изотоп, е получен в реакцията



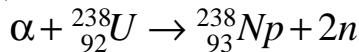
и „живее“ 7,2 часа. Сега са известни вече 30 нестабилни изотопа на този елемент.

По това време в Бъркли съдбата среща Сегре с една бъдеща знаменитост – 25 годишната очарователна и амбициозна китайка У.Ченшун. Под негово ръководство през 1940 г. тя защитава докторската си дисертация. През същата година двамата се включват в изследванията на ядреното делене. В продуктите на деленето на урановите ядра те установяват наличие на изотопи на технеция с много по-голям добив от циклотронните опити на Сегре през 1937 г.

През пролетта на 1940 г. Ферми (който също вече е емигрирал в САЩ) пребивава в Калифорнийския университет по линия на фондация Хичкок. В Бъркли тъкмо е пуснат нов 60-дюймов циклотрон, който ускорява алфа-частичите до 40 MeV. Сегре и Ферми решават да изследват възможностите за делене на урановите ядра с ускорени а-частици. Дотогава реакцията на деление е била наблюдавана само с неutronи, деutronи и γ -кванти. Резултатите са твърде скромни и те съобщават за тях в кратко съобщение, без подробности, още повече, че направлението вече е засекретено.

Сегре преследва и другата си цел – получаването на 61-ия елемент. Той обича образци от празеодим ($Z = 59$) с α -частици, за да получи изотоп на липсващия елемент, но не успява да идентифицира такъв. Подобни безуспешни опити провеждат и други изследователски групи. Учени от университета в щата Охайо съобщават, че в реакция на деutronи с ядра на неодима ($Z = 60$) са открили 61-ия елемент и дори му дават име – „циклоний“. По-късно се оказалось, че съобщението е преждевременно и резултатите – неверни (61-ият елемент е открит едва през 1945 година. Интересно е, че дотогава вече са получени няколко трансуранови елемента, чак до $Z = 96$).

На 15 юни 1940 г. Макмилан и Абелсон съобщават за откриването на първия трансуранов елемент (със $Z = 93$). Наричат го „нептуний“, на името на планетата, открита след Уран. Той е открит също с циклотрона в Бъркли чрез реакцията

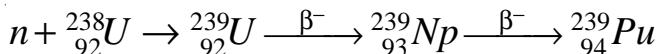


Решаващо значение за търсенето на следващите елементи има колоквиумът на физиците, проведен на 15 и 16.XII.1940 г. в Колумбийския университет (Ню Йорк). Сегре и Ферми настояват пред Лоурънс – „стопанина“ на циклотрона в Бъркли, да предостави ускорителя за тези цели. Работата започва веднага.

За търсенето на 94-ия елемент Макмилан създава група, в чийто състав е включен и Сегре. На 23 февруари 1941 г. вече са получени първите количес-

тва от новия елемент, наречен по-късно „плутоний“ (на името на осмата планета).

Полученият изотоп на плутония (^{238}Pu) се оказва неделим и в този смисъл – безинтересен за физиците. Затова веднага започва търсенето на другия изотоп – ^{239}Pu . През март с.г. голяма уранова мишена (1,2 kg), вградена във внушителен парафинов блок е облъчвана в продължение на 50 часа с неутрони. Така била осъществена следната верига от ядрени реакции:



Получен е мечтаният плутониев изотоп (28.03.1941). И в това откритие е записано името на Е. Сегре.

След този опит всички циклотрони в САЩ били преобразувани за получаване на плутоний-239. В края на 1942 г. вече бил събран половин милиграмм от този изотоп, което количество било достатъчно за определяне на неговите основни химически и физически свойства. На 13.IX.1944 г. в Хамфорд бил пуснат промишлен реактор, предназначен за получаване на стратегическия материал – плутоний.

СЕГРЕ И АТОМНАТА БОМБА

Още веднъж ще обърна внимание на обстоятелството, че Сегре непрекъснато работи в компания с големи физици – след Ферми, той сътрудничи с Лоурънс, Макмилан, Сиборг – все бъдещи Нобелови лауреати. Това го прави съпричастен с големите проблеми на ядрената физика. По време на Втората световна война съдбата му дава възможност да се присъедини към още една, може би най-силната „компания“ от физици в историята на науката. През 1942 г. той е привлечен на работа в Лос-Аламоската лаборатория – по Манхатънския проект за разработването на атомната бомба. Проектът се ръководи от Роберт Опенхаймер – връстник и колега на Сегре в Калифорнийския университет, който проявява блестящи качества на учен – организатор.

В създадената „суперлаборатория“, предназначена за създаване на новото оръжие, са привлечени най-големите западни специалисти по ядрена физика. В статията „Най-грандиозният експеримент“ (сп. „Наука“, 2000 г. бр. 5) е посочен списъкът от 30 имени – Нобелови лауреати, които са взели участие в Манхатънския проект. В началото Сегре, както и Ферми, участват в работата като „поданици на вражеска държава“ (САЩ е във война с Италия), но през 1944 г. те получават американско гражданство.

Сегре получава малка лаборатория за изследване на спонтанното деление, открито през 1940 г. от съветските физици Г. Фльоров и К. Пътърjak.

Скоро ръководената от него група открива голяма вероятност за спонтанно делене на изотопа плутоний-240, който се образува в реактора заедно с необходимия Ru-239. Това създава временни затруднения за реализиране на проекта, но и те са преодолени.

В новите условия на работа и най-вече под въздействието на големите учени, с които непрекъснато общува, характерът на Сегре се променя. Твърде интересно е описанието, което Лаура Форми му прави при срещата им през 1944 година:

„Аз все още си го представях такъв, какъвто беше през 1935 г. в Рим, преди да замине за Палермо – мършав, чернокос младеж, който хвърляше гневни, унищожаващи погледи, когато някой го ядосваше. Но с годините Сегре беше станал по-мек, беше му се появило коремче, тук-там косите на слепоочието му започваха да побеляват. Той беше женен, имаше две момчета и в своите 39 години изглеждаше напълно солиден баща на семейство. И беше станал такъв любезен и приветлив, какъвто никога по-рано не е бил.

Емилио беше станал толкова добродушен, че само някои от приятелите му, които добре го познаваха още от Италия, продължаваха да го наричат „Василиск“, и то по-скоро от приятелски чувства, по стар навик, а не за да го упрекнат в избухливост“.

Емилио Сегре взима участие в подготовката и провеждането на

ИЗПИТАНИЕТО НА ПЪРВАТА АТОМНА БОМБА,

Което ще разкажем с неговите думи:

„През юли се отправихме в пустинята за подготовка на изпитанието. Разположихме се в бараки; дисциплината беше полувоенна. През деня в пустинята беше много горещо, а през нощта – твърде студено; от време на време се появяваха силни бури; срещаха се в изобилие скорпиони и огромни злобни гущери; растителността, приспособена към пустинята, изглеждаше непривично. В тази странна обстановка физиците и техните помощници прекарваха километрични кабели, калибраха безброй прибори, разработваха методи за изследвания и ги проверяваха, проверяваха и проверяваха, загрижени от мисълта, че в случай на неуспех, повтарянето на опита е невъзможно. Ние работихме с огромно напрежение, но успешно – в ранните часове и с по-малко енергия по-късно, когато температурите се покачваха и Сънцето започваше да заслепява очите. Вечерта, много уморени, се връщахме към походните легла в нашите бараки. Аз бях взел със себе си френски роман и се потапях във въображаемия свят, отвлечайки се от обстановката....

Ние с Ферми се разположихме приблизително на 15 километъра от бомбата, където не се изискваше специално скривалище, но за всеки случай легнахме на земята с глава в противоположна на взрива страна.....

В 5 ч. и 30 минути бомбата беше взривена. Най впечатляващото беше

потресаващото ярко пламване на светлината. Макар и с тъмни очила, ние видяхме как цялото небе се озари от пламък с невероятна сила..... На мястото, на което стояхме, за части от секундата би могло да се получи слънчево изгаряне. По време на взрива аз бях до Ферми, но не помня какво си казахме и говорихме ли въобще. Както си спомням, в един миг аз си помислих, че взривът може да запали атмосферата и да довърши Земята..... След това видяхме, как в първите лъчи на изгрева расте първата ядрена гъба“.

Известно време

СЛЕД ВОЙНАТА

Сегре продължава да работи в Лос-Аламос. Наред с изследователска, той се занимава и с преподавателска дейност. През есента на 1945 г. заедно с Ферми (който вече се е върнал в Чикаго) четат лекции по неутронна физика на млади физици. През 1946 г. отново е назначен като професор в Калифорнийския университет. Той отново се съсредоточава в изследователска работа, отново възстановява старите връзки.

Измежду всичките си връзки Сегре най-много цени тези с Ферми, на когото често гостува. Той продължава да го смята за свой учител. При срещите си с него споделя своите планове и се старае да привлече за сътрудници студенти от неговата школа. Сегре забелязал, че през последните години Ферми избягвал да се занимава с второстепенни проблеми, сякаш предугаждал, че му оставало малко време. Веднъж той попитал своя учител, какво, според него, е успял да осъществи от плановете си. Ферми му отговорил: „Една трета!“

По късно, след смъртта на Ферми, Сегре споделя: „Ако Енрико беше такъв, каквито са повечето физици, той щеше да продължи да работи с неutronите, би довел до съвършенство постановката на опитите в тази област, която така добре познаваше. И сега той би бил „кралят на неutronите“.

Както е известно, Ферми не се е застоявал на едно направление и през последните години от живота си се посвещава на субядрената физика. Във физиката на елементарните частици той прави изключително ценни приноси: открива първите адронни резонанси, създава модел на елементарните частици (заедно с Ли), разработва теория за произхода на космичните лъчи и др. Не случайно, неговия ученик Б. Понтекорво нееднократно споделя, че Ферми заслужава поне пет Нобелови награди за своите открития.

Като професор в Калифорнийския университет Сегре привлича в екипа си Оуен Чембърлейн. Роден през 1920 г., през 1942 г. Чембърлейн прекъсва обучението си и се включва в Манхатънския проект. След войната той продължава образоването си в Чикагския университет при Ферми. От 1950 г. постъпва като асистент на Сегре, а през 1954 г. вече е избран за доцент.

Двамата – Сегре и Чембърлейн започват подготовката на експерименти,

чиято успешна реализация ще бъде оценена по-късно като едно от най-значимите постижения във физиката на елементарните частици.

УДИВИТЕЛНИЯТ ИЗВОД НА ДИРАК

Както е известно, в края на 20-те години на XX-ия век английският физик Пол Дирак достигнал в своите теоретични изследвания до удивителни изводи: в природата освен добре известните отрицателни електрони, трябва да съществуват и техни положителни аналоги, със същите стойности на масата и електричния заряд. Този резултат бил крайно неочекван, тъй като дотогава никой не бил наблюдавал положителни електрони. Но само след две години теорията на Дирак била блестящо потвърдена – през 1932 г. английският физик Карл Андерсън открил следи на „антиелектрони“ в състава на космичните лъчи. Нарекли ги позитрони.

Откритието, направено от Дирак и Андерсън, справедливо се смята за едно от големите събития във физиката и в науката въобще. Към трите „божествени“ частици, от които Природата е сътворила този удивително разнообразен свят около нас – електрон, протон и неutron, физиците (на своя гла-ва!) прибавили още една, непредвидена от Няя – позитрона. Значимостта на това откритие се подсилва от допускането, че теорията на Дирак се разпростира и върху другите елементарни частици. От гледна точка на квантовата физика, например, електронът (e^-), протонът (p) и неutronът (n) принадлежат към едно и също семейство – т. нар. фермиони (частици с полуцели спинове). Следователно, така както съществуват антиелектрони (e^+), може да съществуват антипротони, антинеutronи и т.н.

Направените предположения, обаче, само на пръв поглед изглеждат три-виални. През 30-те години на миналия век физиката още не била приключила с класическите представи. Ролята на квантовите характеристики не била все още напълно изяснена. Не било ясно, например, доколко тези характеристики са определящи в поведението на елементарните частици. В този смисъл, въпросът дали съществуват и други античастици, освен позитрона, оставал дълго време отворен. Той чакал своето експериментално решение. Опитите да се открие антипротон в състава на космичните лъчи в продължение на 20 години завършили неудачно.

Наред с другите резултати, квантовата физика ознаменува и нов етап във взаимоотношенията между теорията и експеримента. Преди нейното възникване обикновено откритията правили експериментаторите и оставляли на колегите си теоретици тяхното обяснение. Нека си припомним откриването на радиоактивността, на рентгеновите лъчи, фотоефекта, „аномалния“ ефект на Зееман и т.н. В началото на 30-те години стават размествания в лидерството – експериментаторите все по-често били принудени да дишат праха, вдиг-

нат от изпреварващите ги теоретици. По това време, освен съществуването на античастици, чакали своето потвърждение хипотезата на Паули за съществуването на някаква призрачна частица, излитаща от ядрото заедно с бета – частицата (1930 г.), хипотезата на Юкава за съществуването в ядрото на някаква „циментираща“ частица (1935 г.) и др. и др.

Трябвало да минат десетилетия, за да се проверят тези хипотези. Защото Природата се е погрижила да направи цитаделата на ядрото много по-непрестъпна от всички сътворени от нея крепости. Всички опити на физиците да повлияят на радиоактивните свойства на елементите с познатите физически фактори (по същество това били опити да се проникне в атомното ядро) претърпели неуспех. Причината за неуспехите станала ясна по-късно – щурмуването на ядрото изиска много по-високи енергии (изключение правят „бавните“ неutronи, които безпрепятствено достигат до ядрото и му предават „безплатно“ т.н. „енергия“ на свързване, която е около 8 MeV).

Така стои и въпросът с античастиците. За получаването на позитрони са необходими енергии, малко повече от един милион електрон-волта – 1,02 MeV (това е удвоената маса в покой на електрона, $2m_e c^2$, пресметнати в енергетични единици). Протонът притежава близо 2000 пъти по-голяма маса. Това означава, че за получаването на антипротон е необходима енергия поне с три порядъка по-голяма от онази, при която възникват позитроните.

Появилите се през 30-те години ускорители на заредени частици им предавали няколко десетки милиона електронволта енергия. Тя надвишавала няколко пъти енергията на излитащите от ядрото алфа- и бета-частици, но все още била недостатъчна за проникване в ядрото. Наложило се експериментаторите да почакат двайсетина години.

С ПРОБЛЕМА СЕ ЗАЕМА Е. СЕГРЕ

Емилио Сегре се намира на най-подходящото място за планиране на експерименти с високи енергии – в Калифорнийския университет. Неговият колега Лоурънс непрекъснато усъвършенствал цикличните ускорители, като всяко ново поколение бълвало частици с все по-високи енергии. Както видяхме, Сегре се е възползвал от няколко поколения циклотрони, с които успял да открие нови елементи. По негова молба, през 50-те години Лоурънс планира и строи специален ускорител – протонен синхротрон, предназначен за ускоряване на протони до енергии 6,3 GeV („беватрон“).

Една от главните задачи, планирани за „Беватрона“, било търсенето на антипротони. Предполагало се това да стане чрез реакцията

$$p + p \rightarrow 3p + \tilde{p}$$

Енергетичните оценки показвали, че за да се осъществи тази реакция, са необходими протони, ускорени поне до 5,6 GeV.

За своите експерименти Сегре съставил екип, в който участвал познатият му от Лос Аламос колега Оуен Чембърлейн, както и сътрудниците на университета Клайд Виганд и Том Ипсилантис. Групата в продължение на няколко години подготвяла сложната апаратура, предназначена за „залавянето“ на антипротоните.

Задачата, която си поставил Сегре, съвсем не била тривиална. За това свидетелства разказа на авторитетни американски специалисти, които характеризират настроенията в лагера на физиците по онова време: „Мненията за това, дали изобщо съществуват антипротони, рязко се разделиха. Теоретиците, като правило, смятаха, че те съществуват, докато експериментаторите бяха на мнение, че е възможно нуклеоните да имат друго поведение. Следователно, докато няма положителни експериментални доказателства, трябва да се проявява скептицизъм.“

В Брукхайвън привържениците на тези две течения Хартленд Снейдър и Морис Голдхабер доведоха дискусията до най-високата точка, като заложиха 500 долара, безусловно много голяма сума в сравнение със заплатата на физиците (става дума за 50-те години – б.а.) Снейдър, самоуверен теоретик, поддържаше положителното мнение; Голдхабер, скептик – експериментатор, подчертаваше, че във физиката трябва да има неоспорими доказателства“ [Алварес Л., УФН, 1970, 100, с. 93]

Именно в такава атмосфера Е. Сегре и О. Чембърлейн подготвят и провеждат своите КРИТИЧНИ ЕКСПЕРИМЕНТИ. Основните свойства на антипротоните са предсказани от теорията на Дирак, а именно:

- масата им трябва да е равна на масата на протоните;
- електричният им заряд трябва да е по-големина равен на този на протоните, но с обратен знак;
- те трябва да са стабилни – да не се разпадат във вакуум;
- при среща с протони трябва да анихилират, като освобождават енергия, отговаряща на масите на двете „изчезващи частици“;
- никога не трябва да се раждат единично, а само в двойка с протони (закон за запазване на електричния заряд);
- трябва да имат същия спин и магнитен момент, каквито притежава протонът. Магнитните моменти на протона и антипротона трябва да имат противоположни знаци, т.е. „северният“ и „южният“ им полюси трябва да бъдат разменени.

Ето по тези признания Сегре и Чембърлейн трябвало да търсят антипротоните. Техните опити се свеждали до идентификация на антипротони, родени при взаимодействие на ускорени протони с атомни ядра. Схемата на жизнения цикъл на антипротона е показан на фигурана.

Протонът с много голяма енергия (черното кръгче със знак плюс горе) се удря в друг протон от ядрото-мишена. В резултат на това възниква нов протон (черно кръгче със знак плюс отдясно) и антипротон (черно кръгче със знак минус). Възникналият протон се движи дотогава, докато не спре и стане ядро на водороден атом. Антипротонът се движи дотогава, докато не срещне друго ядро. Тогава антипротонът и протонът от това ядро антихилират, създавайки порой от различни частици.

Планът на техните изследвания се основавал на посочените по-горе свойства на антипротони:

- във вакуум той ще „живее“ достатъчно дълго, за да успее да премине през цялата установка (разстоянието от мишена до брояча било 12 метъра);

- знакът на електричния заряд може да бъде определен по направление на отклонението на търсените частица в приложеното магнитно поле, а големината му – по степента на йонизация, предизвикана от нея при движението ѝ в обкръжаващата среда.

- масата на частицата може да се пресметне като се измерят нейната скорост и кривината на траекторията ѝ в магнитното поле.

Кривината на траекторията на заредена частица в магнитно поле зависи от нейния импулс. Следователно, при известна траектория, може да се пресметне импулса. Скоростта на частицата може да се измери като се засече времето за преминаването ѝ през две избрани точки на прибора. Като се знае нейната скорост, може да се определи масата ѝ, използвайки релятивисткото уравнение, което свързва импулса и масата в покой

$$m_0 = \frac{p}{v} \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

Логиката на експеримента изглежда твърде проста, но неговото реализиране било съпроводено от много трудности. Оказалось се, че в потока излизящи частици от ядрата – мишени, антипротоните се губят сред множество други частици, които притежават същия импулс. Това преди всичко са отрицателни пи-мезони (π^-). Анализът на експеримента показал, че на десет милиарда (10^{10}) протон-ядрени стълкновения се ражда един антипротон и около 60 хиляди π^- -мезона. Необходимо било надеждно да се отделят единични събития, интересуващи експериментаторите, на фона на огромното количество пречещи събития.

За отстраняването на тази огромна трудност авторите на експеримента използвали система от магнити и магнитни лещи. Магнитите осигурявали възможността за отделяне на снопа отрицателно заредени частици с еднакви импулси. Тъй като масата на антипротоните е почти 7 пъти по-голяма от

масата на π^- -мезоните при еднакви импулси, антипротоните трябва да се движат по-бавно. Пресмятанията показват, че предоставения в експеримента пробег на частиците (12 м.), π^- -мезоните изминават за $40 \cdot 10^{-9}$ сек., а антипротони със същия импулс – за $51 \cdot 10^{-9}$ сек. Групата на Сегре успяла да конструира специална електронна апаратура, която позволила да се установи такава малка разлика във времената на прелитане. Използването на редица технически подходи и хитрости позволило на експериментаторите надеждно да идентифицират търсените антипротони.

На 1 октомври 1955 г. екипът на Сегре обявил, че са регистрирани достоверно 60 антипротона. Наблюдаваните частици удовлетворявали всички посочени по-горе изисквания.

Теорията предлагала още едно доказателство за природата на наблюдаваните от Сегре частици – ако това са антипротони, те трябва да анихилират при среща с протони. Действително, два-три месеца по-късно били наблюдавани първите звезди, причинени от анихиляция на протони и антипротони. Те били регистрирани от Сегре и Чембърлейн в Бъркли, а също и от Амалди (стария приятел на „Василиска“) в Рим.

За откриването на антипротона Сегре и Чембърлейн получиха Нобеловата премия по физика през 1959 година. През следващите години бяха открити антинеутронът \bar{n} (1956 г.), анти-ламбда-хиперонът $\bar{\Lambda}^0$ (1958 г.) анти-сигма-хипероните (1960 г.) и т.н. Всички тези открития убедително доказаха универсалността на теорията на Дирак и симетрията на физическите закони спрямо частиците и античастиците. Заедно с това експериментите доказаха възможността за съществуване на антивещество, което е в съгласие с инвариантността на силното и електромагнитното взаимодействие по отношение замяната на частиците с античастици – т. нар. „С- инвариантност“.

ПОСЛЕДНИ ГОДИНИ

Сегре работи в Калифорнийския университет до 1972 година. През 1970 г. университетското издателство в Чикаго издава неговата книга „Енрико Ферми – физик“. В нея има много любопитни страници за Ферми и неговото обкръжение, много исторически сведения, а също и такива с документален характер за ядрените изследвания в САЩ по време на Втората световна война. В предговора към руското издание на книгата Б. Понтекорво пише:

„Главното достойнство на книгата е, че тя е написана от учен за учен, от ученик за учител, че тя разкрива образа на Ферми като човек и учен неразрывно. На Сегре се е отдало да представи научният подход и интелектуалното развитие на Ферми, неговият образ като цяло“.

През 1974 г. Сегре се завръща в Италия и отново постъпва в Римския университет, където от 1975 г. е избран за емеритус професор. За големите

му заслуги в развитието на ядрената физика и физиката на елементарните частици той е избран за член на Американската национална академия на науките, Италианската национална АН, Американското философско дружество, Американската академия за хуманитарни и естествени науки, Индийската АН, Хайделбергската АН, Перуанска АН, Уругвайското научно дружество, Американското и Италианското физически дружества и др.

Започнал изследователската си дейност по време на великото тригодие 1932-34 г., когато по същество започва развитието на ядрената физика и се заражда неutronната физика, участвал в едни от най-значимите открития на 20-ия век, Сегре става свидетел и на големите успехи на физиката на елементарните частици през 70-те и 80-те години, включително на т. нар. „ноемврийска революция“ (1974 г.), свързана с откриването на кварките и на „септемврийската революция“ (1984 г.), родила теорията на супер-струните.

Емилио Сегре умира на 22.IV.1989 г. в гр. Лайфайт, Калифорния.

50-ГОДИШНИНА НА CERN

Румен Ценов

Какво е CERN*

CERN е междуправителствена европейска организация за ядрени изследвания. Рождената ѝ дата е 29 септември 1954 г., когато влиза в сила Конвенция между 12 европейски държави за нейното създаването. Миналата година организацията отпразнува 50-ия си рожден ден, по който повод е и настоящата статия. Името на организацията – Европейска организация за ядрени изследвания, е избрано в началото на 50-те години, когато ядрената физика е включвала в себе си и физиката на елементарните частици, които изграждат атомните ядра. Много скоро изследванията в CERN се съсредоточават именно върху тези частици, техните взаимодействия при все по-високи енергии на стълкновения и раждащите се при това други частици. Поради това CERN може да бъде наречен и Европейска лаборатория по физика на елементарните частици. В организацията в момента членуват 20 европейски държави: Австрия, Белгия, България, Великобритания, Германия, Гърция, Дания, Испания, Италия, Норвегия, Полша, Португалия, Словакия, Унгария, Финландия, Франция, Холандия, Чехия, Швеция и Швейцария. Наблюдатели са Европейската комисия, ЮНЕСКО, САЩ, Япония, Русия, Индия, Турция и Израел. Основна цел на организацията е изучаването с чисто научни цели на фундаменталните закони на природата. Организацията не се занимава с приложни ядренофизични изследвания с цел създаване на ядрени оръжия или други подобни. Резултатите от всички изследвания се публикуват свободно в открития научен печат и са достъпни за всекиго.

Важна мисия на CERN е да насърчава и подпомага международното научно сътрудничество, обмена на учени и специалисти, да улеснява контакти между тях.

Персоналът на CERN е около 2700 души, а бюджетът на организацията за 2004 г. е 980,14 млн. швейцарски франка (около 600 млн. евро), който се набира от членски вноски на страните-участнички, пропорционално на националния им доход. Около 6500 са учените от цял свят, регистрирани като потребители в CERN, т.е. изследователи, използващи инфраструктурата на организацията за активни научни изследвания.

История на CERN

Идеята за създаване на европейски регионален център за фундаментални изследвания в областта на фундаменталната ядрена физика възниква в средите на европейските и американските физици в края на 40-те години на

20-ти век. Масовото заминаване след Втората световна война на много физици от бедна и разорена Европа в САЩ, където по това време има значително по-модерно оборудване за физически изследвания, буди у тях тревога за бъдещето на науката на Стария континент. Създаването с обединените усилия на няколко държави на голям европейски център за изследвания в тази област би спряло тази тенденция и би направило Европа конкурентоспособна на САЩ в чисто научните ядрени изследвания.

С течение на времето европейското обществено мнение осъзнава необходимостта от финансирането на свободни, необвързани с бърза възвръщаемост изследвания, които в крайна сметка са движещата сила на прогреса. Почвата е подгответа и изказването в тази насока на един от създателите на квантовата механика Луи де Бройл на Европейската конференция по въпросите на културата в края

на 1949 г. в Лозана, получава нужното внимание. В него се предлага създаването в Европа на регионални изследователски центрове за ядрени изследвания, снабдени със съвременно оборудване. Конференцията приема положителна резолюция по въпроса и е създадена международна работна група, която да положи основите на европейското сътрудничество в областта на фундаменталните ядрени изследвания.

На 7 юни 1950 г. ЮНЕСКО провежда генерална конференция във Флоренция. Там професор Изидор Раби (САЩ) изказва подобно мнение – че е дошло времето за създаване на регионални центрове за съвместни научни изследвания. Със съдействието на проф. Пол Оже следваща конференция на тази тема е проведена в Европейския културен център в Женева. Италия, Франция и Белгия отделят общо 10 000 \$, ЮНЕСКО добавя още средства и това дава възможност да се създаде бюро за планиране на създаването на такъв център и да се избере група от консултанти от 8 европейски държави. Групата се събира за пръв път през май 1951 г. и предлага като дългосрочен проект създаването на най-мощния технологически възможен по онова вре-



Фиг. 1. На 10 юли 1955 г. Феликс Блох, първият генерален директор на CERN, полага първия камък на новата европейска лаборатория, наблюдаван от Макс Птициер, президент на Швейцарската конфедерация.

ме ускорител на частици, а като средно срочен – построяването на по-скромен ускорител, чрез който европейските физици ще могат да започнат изследвания по ядрена физика и физика на елементарните частици. Като необходима административна стъпка е предложено създаването на временна организация, която да подготви конструктивните проекти и да предложи необходимия бюджет.

Гореспоменатата група изиграва важна роля в обмена на мнения между правителствата, преди те да се съгласят да участват в създаването на Европейски научен център. Формира се мнението, че с бюджет от около 250 000 \$ временната организация би могла да извърши проектирането на ускорителите за 12-18 месеца.

Представители на европейските правителства се срещат още два пъти под егидата на ЮНЕСКО. Поканени са всички европейски правителства, включително и тези от Източна Европа. Отзоват се 12 държави, чито представители се срещат в края на 1951 г. в Париж и в началото на 1952 г. в Женева. На срещата в Женева на 15.02.1952 г. е подписано съглашение за създаването на временна организация под името Европейски комитет за ядрени изследвания (Conseil Europeen pour la Recherche Nucléaire, CERN). Първи членове на CERN стават Белгия, Гърция, Дания, Италия, Норвегия, Федерална република Германия, Франция, Холандия, Швейцария, Швеция и Югославия. За времето на съществуване на временната организация Великобритания е само наблюдател, въпреки че проявява значителен интерес към работата й.

Първата сесия на Комитета на CERN е през май 1952 г. в Париж. Италианският физик Едуардо Амалди е избран за генерален секретар, назначени са директори на четирите групи: за проектирането на протонен синхротрон, на синхроциклотрон и за организирането на самата лаборатория и теоретичния отдел.

На третата си сесия през октомври 1952 г. Комитетът на CERN решава бъдещата Европейска лаборатория да бъде в Женева. Първоначално се разглеждат и други кандидатури –



Фиг. 2. Снимка от въздуха на територията на CERN край Женева. Планината Юра се вижда в далечината. Големият кръг е тунелът на ускорителя LEP (с дължина 27 км), в който сега се монтира ускорителят LHC. Малкият кръг е тунелът на ускорителя SPS (с дължина 7 км). Кръстчетата отбелязват френско-швейцарската граница.

на Париж, Копенхаген, Амхем (Холандия). Женева е избрана заради географското си положение в центъра на Европа, интернационалния характер на града и, не на последно място, предложението на швейцарското правителство да отстъпи на новата организация 40 хектара земя в района на предградието Меран за изграждането на лабораторията. Доклади с проектите за построяването на двата ускорителя, необходимите капитални вложения и текущи разходи са представени на Комитета през април 1953 г. Тези доклади маркират прехода към създаването на постоянна организация.

Конвенцията за създаване на постоянна организация е подписана в Париж на 1 юли 1953 г. Великобритания, която до тогава е наблюдател, първа ратифицира конвенцията на 30 декември 1953 г. След като договорения минимум от 7 държави ратифицират конвенцията, което се случва на 29 септември 1954 г., CERN започва официалното си съществуване под името Европейска организация за ядрени изследвания, като абревиатурата CERN се запазва. Последна от дванайсетте държави-основателки Италия ратифицира документа на 24 декември 1955 г. През 1959 и 1961 г. към CERN се присъединяват Австрия и Испания. Последната напуска през 1969 г. и пак се присъединява през 1983 г. През 1961 г. Югославия напуска организацията. През 1985 г. се присъединява Португалия, през 1991 г. – Финландия и Полша, през 1992 г. – Унгария, през 1993 г. – Чехия и Словакия и през 1999 г. – България, закръглявайки броя на участничките на 20.

На 1 октомври 1954 г. персоналът на CERN е от 114 души. В същия месец Комитетът на CERN избира за генерален директор на организацията Нобеловия лауреат Феликс Блох, професор в Станфордския университет. По това време Комитетът се структурира в сегашния си вид – управляван от председател и двама заместник-председатели и три Съвета – Съвет на Комитета, Съвет по научната политика и Съвет по финансите.

Няколко исторически жалона

1957 – Първият ускорител на CERN – синхроциклон за ускоряване на протони до енергия 600 MeV встъпва в действие.

1959 – Встъпва в действие следващият ускорител, протонен синхротрон с енергия 28 GeV, най-високонергетичният ускорител по това време.

1963 – На новопостроената 2-метрова мехурчеста камера за пръв път са регистрирани неутринни взаимодействия.

1965 – CERN разширява своята територия и върху съседна Франция, за да започне строителството на първия в света ускорител с насрещни протонни спонове, ISR (Intersecting Storage Rings).

1967 – Встъпва в действие изотопният сепаратор ISOLDE (Isotope Separator On-line) за изучаване на късоживеещи атомни ядра.

1968 – Физикът от CERN Джордж Шарпак изобретява пропорционална-

та камера, с което дава силен тласък за развитието на електронните технологии за регистриране на частици. За това си изобретение получава Нобеловата премия по физика за 1992 г.

1971 – Одобрено е строителството на нов ускорител, SPS (Super Proton Synchrotron) и нова експериментална площадка на френска територия.

1973 – С помощта на мехурчестата камера Gargamelle са наблюдавани за пръв път взаимодействия на неутрина, протичащи без изменение на електрическия заряд на лептоните – т.нар. взаимодействия чрез неутрални слаби токове. Това е едно от първите солидни експериментални доказателства за валидността на теорията за обединение на електромагнитните и слабите взаимодействия, позната днес като модел на Глешоу, Уайнбърг и Салам.

1976 – Влиза в действие SPS. Първоначално планираната енергия от 300 GeV е увеличена до 500 GeV през 1978 г.

1978 – Експерименти по ускорителна техника в CERN показват, че изказаната от Симон Ван дер Меер през 1968 г. идея за стохастично „охлажддане“ на снопове частици, работи. Открит е пътя за създаването на протон-антипротонни настъпчни снопове чрез предварително акумулиране и стохастично охлажддане на антипротоните.

1981 – Наблюдавани са първите протон-антипротонни взаимодействия на модифицирания като ускорител с настъпчни снопове SPS с енергия 270 GeV на сноп.

1983 – За пръв път са наблюдавани преносителите на слабото взаимодействие: заредените W^+ - и W^- -бозони и неутралния Z^0 -бозон.

Същата година започва строителството на най-големия в света електрон-позитронен ускорител с настъпчни снопове (Large Electron Positron collider, LEP) с енергия на сноповете по 50 GeV.

1989 – LEP е пуснат в действие.

1990 – Тим-Бернес Ли, заедно с Роберт Галио, работещи в CERN по това време, изprobват компютърна информационна система с разпределени ресурси, базирана на т.нар. „хипертекст“ – това, което днес е известно като WWW (World-Wide-Web).

1994 – Четирите експеримента на LEP – ALEPH, DELPHI, L3 и OPAL наблюдават повече от 10 милиона Z^0 -бозона и измерват с висока точност характеристиките им.

Същата година Съветът на Комитета одобрява строителството на LHC (Large Hadron Collider).

1995 – Международна колаборация под ръководството на Валтер Олерт успява да синтезира за пръв път няколко атома антиводород – свързано състояние на антипротон и позитрон.

1996 – Енергията на LEP е увеличена с около 50%, така че да може да се наблюдава раждане на двойки W -бозони.

2000 – Експерименти, проведени в CERN, дават доказателства за съществуването на т.нар. кварк-глюонна плазма – ново състояние на веществото, 20 пъти по-плътно от ядрената материя.

През ноември същата година ускорителят LEP е спрян и започва демонтирането му, за да се освободи тунела за монтирането на пръстена от свръхпроводящи магнити на LHC. През 11-те години на работата на LEP са събрахи множество доказателства за валидността на Стандартния модел на елементарните частици и фундаменталните взаимодействия и са измерени параметрите му с изключителна точност.

2001 – Получени са крайните резултати от измерването на параметрите на директното нарушаване на CP-симетрията – слаб ефект, който би могъл да обясни асиметрията между материя и антиматерия във Вселената.

2002 – Използвайки Антипротонния забавител на CERN, експериментът ATHENA успява да произведе при контролирани условия в големи количества антиводородни атоми с ниска енергия.

2004 – CERN празнува своята 50-годишнина.

НАЙ-ГОЛЕМИТЕ НАУЧНИ ДОСТИЖЕНИЯ НА CERN

Нobelови награди:

Една от мечтите на основателите на CERN – да се прослави европейската фундаментална наука, се реализира през 1984 г., когато Карло Рубия и Симон Ван дер Меер получават Nobelовата награда по физика за „техния определящ принос в мащабен научен проект, довел до откриването на полевите квanti W^+ , W^- и Z^0 , преносители на слабото взаимодействие“. Проектът включва преустройството на най-мощния тогава ускорител на CERN – SPS, в протон-антипротонен ускорител с насрещни снопове, построяването на детектори за регистрирането на продуктите от стълкновенията на протоните и антипротоните и наблюдаването на раждането на W^+ , W^- и Z^0 -бозоните. С това се потвърждава валидността на теорията, която обединява електромагнитните и слабите взаимодействия в едно и е една от ключовите съставни части на Стандартния модел на частиците и взаимодействията, потвърден днес с голяма точност.

След по-малко от десетилетие Джордж Шарпак, работещ в CERN от 1959 г., получава Nobelовата награда за 1992 г. за „изобретяването и разработвателното на детектори на елементарни частици, в частност на многонишковата пропорционална камера, представляваща решителен пробив в техниката за изследване на най-фундаменталните съставящи на материята“. Камерите на Дж. Шарпак се използват широко не само във физиката на високите енергии, но също така в радиобиологически и медицински изследвания.

CERN „привлича“ както Nobelови награди, така и Nobelови лауреати.

Първият генерален директор на CERN, проф. Феликс Блох, е Нобелов лауреат за 1952 г. заедно с Едуард Милс Пърсел за „развитите от тях нови методи за прецизно измерване на ядрения магнетизъм и свързаните с тяхното използване открития“.

Наградата за 1976 г. е присъдена на ръководителя на експеримента L3 на LEP Самюел Тинг заедно с Бърт Рихтер за „пионерските им изследвания, довели до откриването на тежка елементарна частица от нов тип“. Става въпрос за откритата през 1974 г. т. нар. J/ψ частица, която е свързано състояние на очаровани кварк и антикварк.

През 1988 г. Джак Щайнбъргър, работещ в CERN от края на 60-те години и ръководител на експеримента ALEPH на LEP, получава Нобеловата награда заедно с Леон Ледерман и Мел Шварц за „метода на неутринните снопове и демонстрирането на дублетната структура на лептоните чрез откриването на мюонното неутрино“. Откритието е направено през 1962 г. в Брукхейвънската ускорителна лаборатория в САЩ и потвърждава основен постулат от съвременната теория на лептоните, част от сегашния Стандартен модел.

Насрещни снопове

В типичен експеримент на ускорител сноп частици, ускорени до висока енергия (в ускорителите на CERN тази енергия може да бъде от няколко GeV до няколко стотин GeV) се насочват към неподвижна мишена, която съдържа протони (водородни ядра) или ядра на по-тежки елементи. При такава постановка на експеримента голяма част от енергията на частиците от снопа отива за ускоряването на продуктите на взаимодействието (пълният импулс на системата трябва да се запази!), а не за създаване на нови частици, каквато е целта на експеримента. В началото на 50-те години физиците се досещат, че ако се насочат два снопа частици с еднаква енергия един срещу друг, то няма да се губи енергия, защото пълният импулс на системата в такъв случай ще е нула.

Физиците и инженерите в CERN предлагат да се използва току-що пуснатият в действие протонен синхротрон (PS) като инжектор на частици в система от два пресичащи се пръстена, в които се формират протонни снопове с енергия 28 GeV, и след това се насочват един срещу друг. Този нов тип ускорител, получил името ISR (Intersecting Storage Rings), влиза в експлоатация в началото на 1971 г. Десет години по-късно, използвайки опита от строежа и експлоатацията на ISR, на базата на SPS е създаден първият в света протон-антипротонен ускорител с насрещни снопове, на който са открити преносителите на слабото взаимодействие – W и Z -бозоните.

Черпейки опит от CERN, след още 10 години американските физици от Fermilab (американската Национална ускорителна лаборатория край Чика-

го) създават най-мощния за сега ускорител с настъпни снопове, наречен Tevatron, на който в 1995 г. за пръв път е наблюдаван най-тежкият кварк, t-кваркът.

Междувременно в CERN е създаден най-мощният в света електрон-позитронен ускорител с настъпни снопове, LEP, и в момента се строи следващият ускорител на протони от този тип – LHC, където двата снопа протони ще се срещат с енергия от по 7 TeV всеки.

Откриването на слабите неутрални токове

Едно от следствията на развитата в края на 60-те години на 20 век теория на Глешоу, Уайнбърг и Салам за обединяването на електромагнитните и слабите взаимодействия е съществуването на т.нар. неутрални токове. Те биха се проявили при взаимодействия на неутрино с веществото, при които неутриното само се разсейва, без да се превръща в съответния зареден лептон, както е в познатите до тогава неутринни процеси. През 1972 г. при анализа на фотографии от огромната мехурчеста камера Gargamelle, облечена с неутринен сноп в CERN, са намерени няколко събития, при които невидимото неутрино взаимодейства с електрон от атомите на течността на камерата и я напуска. Електронът получава достатъчно енергия, така че да остави следа в детектора и да бъде регистриран. Предположението е, че това са събития, причинени от „екзотичните“ по онова време неутрални токове. Отначало тази интерпретация е посрещната с недоверие от физическата колегия, но след като анализът се извършва повторно с по-строги критерии за отбор и въпреки всичко такива събития се наблюдават, недоверието се разсейва и на следващата година CERN обявява откриването на неутралните токове. Това е първата стъпка в експерименталното потвърждение на теорията на Глешоу, Уайнбърг и Салам, което достига кулминациите си с откриването пак в CERN на W- и Z- бозоните.

Световната мрежа (World Wide Web)

Пез 1989 г Тим-Бернес Лий, учен от CERN, създава мрежата и оттогава тя експлозивно завладява света. Едва ли можем да си мислим сегашното комуникационно пространство без Интернет и мрежата!



Фиг. 3. Пълномащабен модел на тунела на новия ускорител LHC в CERN. Вижда се самият тунел и един от свръхпроводящите 10-метрови диполни магнити, които ще удържат протоните с енергия 7 TeV върху орбитата им с форма на окръжност с дължина 27 км.

Зашо мрежата е създадена в CERN? Науката е колективно усилие. С най-голяма сила това важи за експериментите по физика на високите енергии. Стотици учени формират международни колаборации, за да проведат конкретен експеримент, който започва с построяването на детекторите, преминава през многомесечното им облъчване на спона частици от ускорителя и след това продължава години с компютърния анализ на записаната информация за взаимодействията на частиците с детекторите.

През цялото това време членовете на колаборацията трябва да обменят информация помежду си във вид на данни, компютърни кодове, текстове и какво ли не още. А често те се намират в институти, пръснати по целия свят. Но всички ползват някакъв компютър, на който обработват данните, клавиатурата и монитора са неотменен атрибут на работните им стаи. Оттук до идеята за свързването на тези компютри в мрежа и създаването на софтуер, който максимално да облекчи обмена на информация, е само една крачка. Както обикновено, намира се гений да направи тази крачка...

БЪДЕЩЕТО

Бъдещето на CERN е свързано главно с построяването на новия ускорител с насрещни спонове LHC (Large Hadron Collider). В LHC два спона от протони, ускорени в пръстен от свръхпроводящи магнити с дължина 27 км до енергия 7 TeV всеки, ще взаимодействват един с друг и ще се получават около 800 милиона стълкновения в секунда при пълна енергия 14 TeV!

Четири огромни детектора – CMS, ATLAS, ALICE и LHCb ще регистрират продуктите на тези стълкновения и се очаква да бъдат открити много нови неща: дълго търсеният Хигс бозон, който – съгласно Стандартния модел, е отговорен за съществуването на масите на частиците, множество суперсиметрични частици – партньори на досега известните частици, но имащи спин с половин единица различаващ се от тях, състояния на материята, съществували само няколко микросекунди след Големия взрив и т.н. Надяват се също да открият и неща, за които сега си нямаме представа – нали това е най-интересната част на науката!

Без съмнение LHC ще придвижи нашето разбиране за същността на фундаменталните полета и взаимодействия една (или няколко?) крачки напред, ще ни помогне да се доберем още по-близо до Големия взрив, който – съгласно съвременната космология, е началото на нашата Вселена, с една дума – ще обогати човечеството с нови знания!

Строителството на ускорителя е в пълен ход и учените и инженерите от CERN имат увереността, че през лятото на 2007 г. първите протони ще бъдат ускорени в него!

Едно малко отклонение. Разходите за строителството само на ускорителя са около 3 милиарда швейцарски франка (2 милиарда евро). Отделно че-

тирите детектора струват повече от 1 милиард франка. Немислим е за която и да е европейска страна сама да отдели такива средства за проект с чисто научно, фундаментално предназначение. Но обединени заедно това вече е възможно!

Въпреки че основните ресурси на CERN сега са съсредоточени в изграждането на LHC, значителни средства се заделят и за един проект, свързан с изучаване на свойствата на неутрината – проектът CNGS (CERN Neutrinos to Gran Sasso). За сега са ни известни три типа неутрино – електронно, мюонно и тау-неутрино. В последните няколко години експерименти с неутринни спонове и наблюдаването на неутрина, които се раждат във високите слоеве на атмосферата или идват от Слънцето, показват, че тези три типа неутрино се смесват помежду си, осцилират. Това е възможно само, ако неутрината имат маси, макар и малки. За да се изследват по-детайлно това поведение на неутрината са необходими интензивни неутринни спонове, които да се насочат към детектори, отстоящи на стотици километри от източника. Няколко такива проекта се реализират в света, един от които е CNGS. Същността е следната: с помощта на ускорителя SPS се формира интензивен спон неутрина, който се насочва към детектори, разположени на 732 км от CERN – в лаборатория, разположена в тунела под Апенинския връх Gran Sasso, недалече от Рим. По време на полета си до там неутрината имат време да осцилират и детекторите ще регистрират други типове неутрина, а не тези, които са били изпратени от CERN... Строителството на съоръженията за формиране на спона в CERN и на двата огромни детектора в Gran Sasso – OPERA и IKARUS е в пълен ход. През 2006 г. се очакват първите неутрина от CERN да пристигнат в Италия!

БЪЛГАРИЯ И CERN

Съветът на CERN взема положително решение по молбата на България за приемането й в Организацията през пролетта на 1999 г. На 3 юни 1999 г. 38-мoto Народно събрание ратифицира с пълно единодушие Конвенцията на CERN и приложения към нея финансов протокол. Документите са депозирани в ЮНЕСКО. Законът за ратификацията е публикуван в брой 53 на Държавен вестник от 11 юни същата година. По едно съвпадение на тази дата е извършено и официалното обявяване от ЮНЕСКО на българското членство в CERN. С това приключи близо десетгодишен период на преговори, подготовка и работа по присъединяването на страната ни към най-голямата междуправителствена европейска организация за фундаментални изследвания.

Връзките на българската наука с CERN датират още от 60-те години на 20-ти век, когато са първите посещения на български учени там. Особено

активни стават те в края на 80-те години, когато голяма група физици и инженери се включва в конструирането и експлоатирането на един от детекторите на LEP – детектора L3. Отделени са и значителни финансови средства. Тогава се ражда и идеята България да кандидатства за пълноправно членство в CERN, идея, която се реализира 10 години по-късно.

В момента активно българско участие има в редица експерименти и дейности в CERN. Ще спомена само някои от тях:

- Колаборацията CMS изгражда един от четирите детектора за LHC. В нея участват около 2000 учени от 150 университета и института от 37 страни. Над 20 български физици и инженери от ИЯИЯЕ на БАН и Софийския университет са включени в този експеримент. Българската група успешно изпълнява поетия много сериозен ангажимент за изработването и тестването на част от регистриращите камери от мюонната система на детектора.
- В експеримента COMPASS за изследване на структурата на адроните и спектъра им при взаимодействие на мюонни и протонни снопове от SPS с различни мишени работят 11 български учени;
- Членове сме и на проекта LCG (LHC Computing Grid project), част от европейската инициатива EGEE (Enabling Grid for E-science in Europe) – амбициозен проект за създаване на глобална компютърна мрежа с разпределени ресурси за съхранение, обработка и анализ на данни от експериментите на LHC. След успешното реализиране на проекта ще бъде възможно компютърните ресурси на множеството научни институти, които са част от „решетката“ (grid), да се обединяват в реално време за решаване на гигантските по обем на изчисленията и на масивите данни задачи, свързани с експериментите на LHC;
- Българско участие има и в експериментите ALICE, HARP, OPERA, NA48, NA49, CHORUS, L3 и др.

Регистрираните към 31.12.2003 г като „потребители“ на CERN, т.е. участващи за дълъг период време в изследванията на Лабораторията, са 55 български специалисти. Три пъти повече са тези, които през последните 10 години са били или продължават да са свързани с дейността на CERN. Всяка година по няколко студента от наши ВУЗ-ове пристигат за по 3 месеца в CERN за участие в летните студентски курсове, където слушат лекции по физика на елементарните частици и експериментална техника от най-изтъкнатите учени в областта и заедно с това извършват конкретни научни изследвания в някоя от експерименталните групи под ръководството на опитни ръководители. Няколко десетки български докторанти и студенти подготвят дисертациите и дипломните си работи в тясно сътрудничество с CERN. Български фирми изпълняват поръчки от CERN за изработването на детай-

ли и компоненти за ускорителния комплекс на лабораторията. Изброяването може да продължи още.

Трябва да споменем, разбира се, и финансовите задължения на България към CERN. Цялата дейност на организацията се финансира от членския внос на страните-участнички. За 2004 вноската на България е 1,879 млн. франка (около 1,2 млн. евро) – по-малко от една петстотна част от общия членски внос. В замяна на това получаваме достъп до уникални научно-изследователски комплекси и инфраструктура, възможност за провеждане на фундаментални изследвания на най-високо световно ниво.

Изключително важен резултат от участието ни в CERN е плодотворното влияние, което указва сътрудничеството и работата на българските специалисти там върху развитието на много научни области у нас като физика на високите енергии, ядрена физика, информатика, електроника, приборостроение и др. Създаде се перспективна и интересна работа за много млади учени и инженери, което ще помогне за задържане на квалифицирани специалисти в нашата страна.

В днешното, трудно за правене на наука в България време, CERN дава възможност за една разумна стъпка в решаването на трудния въпрос кои научни направления да бъдат подкрепени, къде да се концентрират скромните ресурси, които страната ни може да си позволи да отделя за фундаментални изследвания. Дискусията по въпроса би могла да бъде безкрайна, наридането на обективни критерии – трудно и неясно. И тук CERN авторитетно указва на поне едно направление, заслужаващо подкрепа – физиката на високите енергии. Приемането ни в организацията и успешното ни участие в изследванията там са най-висок атестат за нивото и качеството на научния ни потенциал в тази област. А самият факт, че европейските държави отделят годишно стотици милиони евро за да финансират изследванията в CERN, доказва перспективността и важността на това научно направление.

И още нещо. Членството ни в CERN е крачка към членството ни в Европейския съюз – крачка, която България направи първа – и засега единствена, от балканските държави (като изключим Гърция, която е сред основателките на организацията). CERN е вече едно място, където българите се чувстват собственици наравно с учените от всички западно- и централно-европейски държави. По това как ние се представяме в CERN партньорите ни съдят за това, как ще се държим в бъдеще като членове на Европейския съюз.

Визията за „България в Европа“ задължително включва създаването на условия за реализация на талантите на нацията, на всичко онова, което е значително над средното ниво – било то в науката, в изкуството или в културата. Затворени театри и затворени научни институти са знаци за еднакво пагубен упадък. И тук CERN е един от пътищата, по които младите и талан-

тливи българи могат да понесат щафетата, стартирала още във възрожденска България – щафетата на знанието.

Чест за българската физика е, че нашите специалисти са уважавани и ценени сътрудници в тази най-стара и най-голяма европейска научна организация, чест за страната ни е, че българското знаме гордо се вее заедно със знамената на още 19 европейски държави пред главния вход на CERN край Женева!

Благодарности

Изказвам специална благодарност на колегата ми от ИЯИЯЕ на БАН ст.н.с II ст. д-р Георги Султанов, който ми предостави редица непубликувани материали, свързани с приемането и участието на България в CERN, част от които са използвани при написването на тази статия.

Забележка

В статията са използвани също така материали от WEB-страницата на CERN (<http://www.cern.ch>) и от списанието CERN Courier (<http://www.cerncourier.com>).

* По-подробни сведения за структурата на CERN и историята на приемането на България в тази организация могат да бъдат намерени в статията на проф.д-р Матей Mateev и ст.н.с II ст. д-р Георги Султанов „Българското знаме се вее над CERN“, сп. Наука, кн. 5-6, 1999 г., стр.16-20.

ПРОФЕСОР СТОЯН ПЕТРОВ (1905-1991)

В памет и по случай 100 години от раждането му



16 януари 1987 г. У сем. Петрови
Професорът за себе си:

Роден съм на 17.01.1905 г. в село Полска Ска-
кавица, Кюстендилско. Първите ми спомени са
от къщата над водопада в селото, където съм живял
4-5 години. После се преместихме по-далеч.

Основното си образование завърших в село,
учехме в слети класове. Това, което изучавахме,
ми беше лесно и учителят ме премести от I-во в
III-то отделение. Спечената година от II-ро от-
деление после загубих заради I-вата Световна
война...

Единствената прогимназия тогава беше в
Кюстендил и аз се записах там. Бяха трудни во-
енни години, но учебната година не загубихме.

Влизането ми в гимназията съвпадна с бунт в училището. Учениците се
бяха вдигнали в защита на един учител, арестуван заради прогресивните си
идеи... Завърших гимназия през 1925 г. Отдаваше ми се всичко, завършил с
най-висок успех от всички – 5 4/7. Можех да следвам каквото си искал, но аз
имах слабост към математика и физика и записах математика. През първия
семестър ми харесаха практическите упражнения по физика при ас. Наджа-
ков (тогава) и II-ия семестър се прехвърлих физика.

Нивото на физиката тогава беше изключително ниско – имаше всичко 4
професора – 1 редовен и 3 извънредни (по метеорология, теоретична физика
и физика), един доцент (Наджаков) и 4 асистента. До 1929 г. научна работа
не се вършеше.

Завърших през 1929 г. и бях назначен за асистент. Моето назначаване
съвпадна със световната стопанска криза. Университетът не получаваше кре-
дити, библиотеката – никакви списания... От всичките 92 асистента в Уни-
верситета бяха съкратени 32, между които и аз (като един от най-младите).

Не се водеше научна работа, но аз по това време бях публикувал една
статия „Отражение на светлината от подвижно огледало“. Списанието беше
българско, а това, което се печата на български, не се чете.

След съкращението работих като учител в Пловдив 2 години. През 1934 г. след конкурс бях преместен в София в Образцова гимназия, където работих до 1943 г. Получих Хумбалтова стипендия и заминах за Гьотинген, където се срещнах и работих съвместно с проф. Роберг Вихард Пол – знаменит учен.

На 27.08.1944 г. се върнах в България и по това време се откри Университетът във Варна. Станах първият декан на Техническия факултет във Варненския университет.

Аз се върнах в България с ясен план какво трябва да правя, но когато дойдох тук, се намерих при такива условия, при които нищо не мога да правя.

През 1954 г. се преместих в Русе като ръководител на катедрата по физика в сегашното ВТУ „А. Кънчев“ – моето последно работно място.

Как виждате ролята на физиката за другите науки?

През 1895 г. бяха открити рентгеновите лъчи, а през 1896 г. – естествена радиоактивност от Анри Бекерел и по-късно от Мария и Пиер Кюри, което показа, че атомите са сложни частици, и това постави началото на атомната физика.

През 1906 г. от Форест бе открита три-електродната лампа и се постави началото на радиотехниката, която в първата четвърт на 20-ти век се превърна в самостоятелна наука.

Към 1925 г. се разви квантовата механика, която е обща теория на естествознанието, а към 30 – 32 г. на 20-ти век бе създаден електронният микроскоп, без който не можем да си представим биологията и даже металознанието.

Към 1939 г. беше открита верижната реакция на урана и бе поставено началото на ядрената енергетика, сега тя е отделна специалност с отделен институт.

Към 1945 г. се разви електрониката, а по-късно микроелектрониката, към 60-те години – лазерната техника, а към 70-те холографията.

Всеки десетина година физиката създава нова техническа област, която по-късно се превръща в отделна наука.

Моите убеждения са, че ако спрат физическите изследвания, то по-нататък това ще се отрази пагубно на цялото научно развитие, а това ще спре развитието и на техниката.

Значението на физиката за биологията според Вас?

Молекулярната биология бе създадена от физици – главно английски и американски, формирали се по етапи на 2 групи – структуралисти, интересуващи се от структурата на частиците на органичните съединения, и информационисти, интересуващи се от начина на предаване на наследствената ин-

формация. Благодарение на съвременната физика и преди всичко на квантовата механика бе установена структурата на белтъците, на ДНК, гените на наследствения код и др. и заслугата е преди всичко на английските физици.

Какви открития очаквате да бъдат направени във физиката?

Това са непредвидими неща. Вероятно това ще стане в света на елементарните частици, при управляем термоядрен синтез... Никой не знае кога и какви нови идеи ще възникнат, макар да сме сигурни, че в това отношение светът се развива твърде бързо.

Вашето мнение за физичната наука в България?

По мое време като студент имаше 9 физика в България, сега те са поне 500-600. В развитието на физичната наука има и някои добри постижения. През 1937 г. Наджаков откри фотоелектретното състояние на веществото и това е най-значимата българско откритие. Физиците от СУ „Климент Охридски“ работят в областта на твърдото тяло – дефекти в кристалите, изразяване на кристали и други. В Дубна работят много физици – от тях Иван Тодоров се смята за добър теоретик, а работата на проф. Павел Марков и на групата, с която работи, е регистрирана като научно откритие.

Група физици от Атомния център при Академията на науките работи по разсейване на протони на малки ъгли, върху β -лъчението...

Нямаме още откритие, което има Нобелова награда.

Повече от половин век работите в областта на физиката. Вашето мнение за физиката като наука.

Физиката е една действително удивителна наука, която стои в основата на цялата съвременна цивилизация.

Към г-жа Петрова, съпруга на проф. Петров

Как оценявате проф. Петров като физик и като съпруг?

Не мога да правя разлика между физика и човека, защото във физиката винаги се проявява човекът, а като човек той е с много широки интереси, с много лоялно отношение към всички хора около него, с желание да създаде една спокойна атмосфера, че да могат и други да се изявят. Тези негови качества, заедно с неговата любезност, са допринесли за израстването му като физик.

Какво е мястото на проф. Петров сред физиците?

Той е малко известен в България и повече известен в чужбина.

Стефка Величкова

ФИЗИЧНИ ЗАДАЧИ С ИЗНЕНАДИ

Людмил Вацкичев, Майя Вацкичева

Физичните задачи, които се използват в процеса на обучение по физика, изпълняват няколко основни функции – мотивират учениците за по-активно участие в този процес, помагат за овладяването на нови знания и умения за прилагането им и осъществяват контрол върху овладените знания и умения. Обучаващите функции на физичните задачи могат да се разглеждат от две позиции [1]:

- от съдържателна гледна точка – чрез решаването на физични задачи учениците овладяват теоретични знания: овладяват се нови понятия за физичните явления и величини; разкриват се нови връзки (физични закономерности) между величини и явления; запознават се с достиженията на науката и техниката;
- в операционен аспект – развиване на различни умения: умения за анализ на физичните явления; за синтез; за избор на оптимален вариант; за самостоятелно прилагане на знанията; за прилагане на математически методи; за използване на алгоритмични и неалгоритмични (полуевристични и евристични) методи за решаване; творчески умения.

Реализирането на обучаващите функции на физичните задачи, по отношение на усвояването на нови знания, може да се осъществи и чрез решаването на задачи, които нарекохме „задачи с изненади“. Те подчертават някои особености на физичното съдържание на урочните теми. По условие приличат на стандартните задачи по темата, но водят до любопитен резултат, свързан с конкретната особеност.

В кинематиката на праволинейните равнопроменливи движения например се споменава класификацията им на „равноускорителни“ (с ускорение $a > 0$) и „равнозакъснителни“ ($a < 0$), но по традиция се решават повече задачи при равноускорително движение. Използват зависимостите на скоростта v и преместването Δr от времето:

$$v = v_0 + at \quad (1)$$

$$\Delta r = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 \quad (2)$$

Ако движението е равнозакъснително, в изразите (1) и (2) числената стойност на ускорението (с отрицателен знак) просто се замества и когато крайният резултат е положително число, решението се приема за вярно по аналогия със случая при равноускорителното движение. Тази аналогия обаче е погрешна. Когато праволинейното равноускорително движение е еднопосоч-

но, скоростта на материалната точка нараства с времето, големината на преместването – също и освен това то съвпада с изминатия път ($\Delta r = s$). При праволинейното равнозакъснително движение $a < 0$ и в определен момент $t=0$ изразът за скоростта се анулира (когато $v_0 = |at|$), а при по-високи стойности на времето $t > t_0$ става отрицателна – след спирането си материалната точка сякаш се движи в обратна посока. Тези особености се наблюдават и при преместването Δr . За времена $t \leq t_0$ то съвпада с изминатия път ($\Delta r = s$), за $t > t_0$ започва да намалява и при $t = 2t_0$ се получава $\Delta r = 0$, а при още по-високи стойности, $t > 2t_0$, преместването става дори отрицателно, сякаш при закъснителното си движение материалната точка е спряла и е тръгнала да се движи обратно, задминавайки дори точката на тръгане, при което $\Delta r < 0$.

Този елементарен анализ на изразите (1) и (2) показва особеностите на праволинейното равнозакъснително движение, върху които рядко се обръща внимание при решаване на задачи от кинематиката. Затова в учебника по физика и астрономия (механика) за 10 клас [2] бяха включени задачи, решението на които може да се приеме като изненадващо за учениците. Ето текста на една от задачите (зад. 4 от стр. 18 на учебника):

Тяло с начална скорост $v_0 = 15 \text{ m/s}$ се движжи праволинейно равнозакъснително с ускорение $a = -5 \text{ m/s}^2$, докато спре. Какъв път е изминало тялото за време 5 s?

Заместваме численистите стойности в израза (2) за преместването и получаваме

$$\Delta r = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 = \left(15 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)(5 \text{ s}) - \frac{1}{2} \left(5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right)(5 \text{ s})^2 = 12,5 \text{ m.} \quad (3)$$

Полученият положителен резултат внушава, че задачата може би е решена. Но дали тялото не е спирало по време на движението си? Отговорът на този въпрос ни дава изразът (1) – при спирането $v = 0$ и тогава

$$0 = v_0 + at = 15 \text{ m/s} - (5 \text{ m/s}^2)t_0. \quad (4)$$

Получаваме, че тялото е спряло след време

$$t_0 = -v_0/a = (15 \text{ m/s})/(5 \text{ m/s}^2) = 3 \text{ s} \quad (5)$$

и съгласно условието на задачата е престанало да се движи. За да определим изминатия от тялото път s , докато спре ($s = \Delta r$), в израза (2) за преместването трябва да заместим времето със стойност 3 s. Останалите 2 s (до зададението по условие 5 s) тялото е останало неподвижно, тъй като вече е спряло.

Така

$$\Delta r = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 = \left(15 \frac{m}{s}\right)(3s) - \frac{1}{2} \left(5 \frac{m}{s^2}\right)(3s)^2 = 22,5 \text{ m.} \quad (6)$$

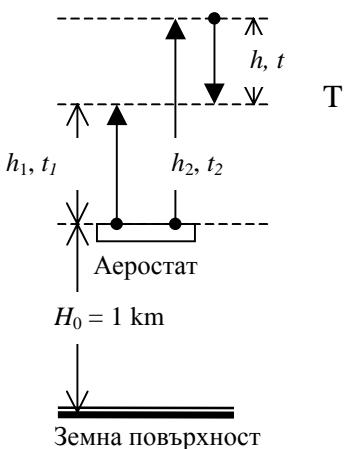
Защо получената стойност е по-голяма от първоначалната? Защото първоначално пресметната стойност на преместването $\Delta r = 12,5 \text{ m}$ е резултат от движението на тялото в обратна посока: до спирането си то е изминало 22,5 m за 3 s, след което е започнало да се движи обратно още 2 s, така че след общо 5 s се приближило на 12,5 m до точката на тръгване. Верният отговор на задачата, който отговаря на условието, че тялото се движи докато спре, е 22,5 m (посочен като отговор на задачата в учебника).

Макар че пресмятанията в разглежданата задача са елементарни, практиката показва, че повечето ученици биха предложили решението, при което се получава $\Delta r = 12,5 \text{ m}$. Затова вярното решение представлява известна изненада, която води до извода, че при равнозакъснителните движения трябва винаги да се проверява дали тялото междувременно не е спирало!

При движение на тяло, хвърлено отвесно нагоре с начална скорост v_0 , е известно, че тялото се движи праволинейно равнозакъснително с ускорение $(-g)$, и след като достигне най-високата си точка на изкачване, започва свободно да пада със земното ускорение $g = 9,8 \text{ m/s}^2$. Може ли да очакваме изненади в решението на задачи от този тип?

Интересни особености ни предлага следната задача:

От неподвижен аеростат, налиращ се на 1 km над земята, са произведени едновременно вертикално нагоре 2 изстрела. Скоростта на куршума при първия изстрел е 600 m/s, а при втория – 850 m/s. След колко време куршумите ще се окажат на едно и също разстояние от аеростата?



Тъй като вторият куршум е изстрелян с по-голяма начална скорост от първия, се очаква той да набере за едно и също време по-голяма височина и след като достигне до най-високата точка на полета си, да почне свободно да пада надолу, като в даден момент T да се изравни по височина с втория куршум, който все още се изкачва (фиг. 1).

От чертежа се вижда, че при изравняване нивата на куршумите $h_1 = h_2 - h$ и замествайки височините със съответните изрази, получаваме

$$v_{01}t_1 - \frac{1}{2}gt_1^2 = v_{02}t_2 - \frac{1}{2}gt_2^2 - \frac{1}{2}gt^2 = \frac{v_{02}^2}{2g} - \frac{1}{2}gt^2 \quad (7)$$

t_1 се определя като

$$t_1 = t_2 + t = \frac{v_{02}}{g} + t, \quad (8)$$

откъдето изразяваме t и го заместваме в израза (7), получавайки уравнение за t_1 :

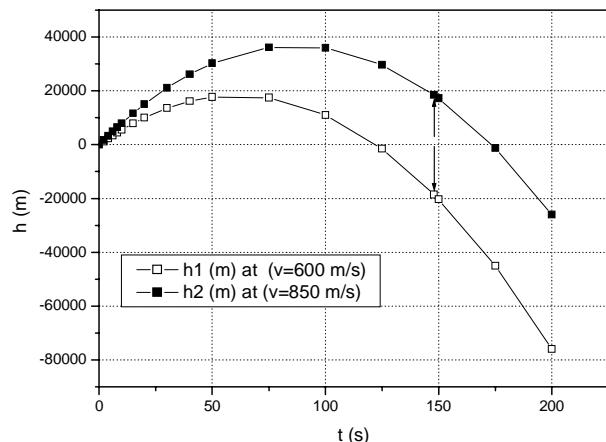
$$(v_{01} - v_{02})t_1 = 0. \quad (9)$$

Тъй като $v_{01} \neq v_{02}$, изразът в скобите не е нула и двата куршума ще бъдат на едно и също ниво само в момента на изстрелването им!

В условието на задачата не е казано, че куршумите трябва непременно да са от една и съща страна на аеростата. Затова би следвало да се разгледа и другата възможност – двата куршума да са на еднакво разстояние от аеростата, но единият е над, а другият под него. Да определим момента от време, в който това се случва. Анализът на задачата в този случай значително би се подпомогнал, ако се начертава графиката на зависимостта $h(t)$, където h е височината спрямо земната повърхност (фиг. 2). Вижда се, че единствената пресечна точка на двете графики е в точка с $h = 0$ и $t = 0$. Ако куршумите бяха изстреляни с еднакви скорости, съгласно уравнение (9) те биха се намирали на една и съща височина в произволен момент от време ($v_{01} - v_{02} = 0$) – тривиален резултат, който подсказва, че изразът (9) е верен. Със стрелки на графиката е показано, че приблизително 150 s след началото на движението двата куршума ще се намират на едно и също разстояние от нивото на аеростата, като изстреляният с по-малка скорост е под него, а с по-голямата е над него.

Тази любопитна особеност обаче не се съчетава с условието, че аеростатът е само на 1 000 m над земната повърхност, а споменатите разстояния са много по-големи (от порядъка на 20 km). Затова единственият верен отговор при дадената формулировка на задачата е $t = 0$.

Интересен проблем въз-



Фиг. 2

никва при решаване на задачи при удари между телата, в които трябва да се използват законите за запазване на импулса и на енергията. При абсолютно еластичен удар между две тела законът за запазване на импулса се записва във векторен вид:

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 u_1 + m_2 u_2, \quad (10)$$

където m_1 и m_2 са масите на телата, а v_1 и v_2 и съответно u_1 и u_2 са техните скорости преди и след удара. Законът за запазване на енергията на телата преди и след удара е в скаларен вид (енергията е скаларна величина):

$$\frac{m_1 v_1^2}{2} + \frac{m_2 v_2^2}{2} = \frac{m_1 u_1^2}{2} + \frac{m_2 u_2^2}{2}. \quad (11)$$

Ако телата преди удара се движат по една и съща права линия, която се запазва и след удара, уравн. (10) може да се запише в скаларен вид. Да прехвърлим членовете, съдържащи масата m_1 от едната страна на равенствата (10) и (11), а членовете с масата m_2 – от другата страна. Ще получим система от уравнения:

$$m_1(v_1 - u_1) = m_2(u_2 - v_2), \quad (12)$$

$$m_1(v_1^2 - u_1^2) = m_2(u_2^2 - v_2^2). \quad (13)$$

Като разделим двете уравнения едно на друго и извършим съответните съкращения, получаваме

$$v_1 - v_2 = u_2 - u_1. \quad (14)$$

Следователно разликата между скоростите на двете тела преди и след еластичния удар се запазва постоянна по абсолютна стойност, независимо от масите на телата. Този извод води до няколко любопитни следствия при удар между тела, движещи се по една и съща права. Ако преди удара първото тяло се движи със скорост v_1 , а второто е неподвижно ($v_2 = 0$), от уравн. (14) получаваме

$$v_1 = u_2 - u_1. \quad (15)$$

Тогава след удара има три възможности:

А) Първото тяло спира ($u_1 = 0$), а второто се задвижва със скорост $u_2 = v_1$

в същата посока. Като заместим скоростите в уравн. (12), ще получим, че този случай е възможен само ако масите на телата са равни: $m_1 = m_2$;

Б) Второто тяло остава неподвижно ($u_2 = 0$), а първото се връща обратно със същата скорост ($u_1 = -v_1$). Тогава от уравн. (12) следва, че $(m_1/m_2).2v_1 = 0$, което е възможно само ако $m_1/m_2 \rightarrow 0$, т.е. когато масата на първото тяло е пренебрежимо малка спрямо масата на второто $m_1 \ll m_2$.

В) Ако първото тяло продължи да се движи в същата посока със скорост $u_1 < v_1$, след удара и второто тяло се задвижва със скорост $u_2 = v_1 + u_1 > 0$, откъдето следва, че не е възможно двете тела да се задвижат с еднакви скорости (по посока и големина).

Г) Първото тяло се връща обратно, а второто започва да се движи напред с по-малка скорост от скоростта на първото преди удара ($u_2 = v_1 + u_1$, но $u_1 < 0$).

Д) Не е възможно след удара и двете тела да се задвижат обратно, което следва директно от уравнение (10) – при изказаните предположения лявата му страна е положителна, а дясната отрицателна.

В практиката тези случаи се наблюдават най-добре при удар между билиардни топки, описан в [3]. Случай А) е възможен само при еднакви маси на топките и те се избират именно такива. Случай Б) се наблюдава при отражение на топката от ръба на билиардната маса, при което тя не губи от скоростта си поради голямата разлика между масите на топката и на билиардната маса. Случай В) и Г) са най-често наблюдаваните в играта билиard, а невъзможността в случай Д) е очевидна.

Разгледаните случаи на еластични удари при тела, движещи се по една и съща права линия, показват някои изненадващи особености, които трябва да се имат предвид при прилагане на двета закона за запазване. Такава задача е разгледана в цитирания учебник [2] като Пример 2 на стр. 75.

„Задачи с изненади“ могат да изникнат и при внимателен оглед на задачите, които се решават към другите раздели от учебното съдържание по физика. Подробният анализ, на който се подлагат разглежданите в тях явления, дава възможност за реализирането на обучаващата функция на физичните задачи.

Цитирана литература:

[1] М. Кюлджиева. Дидактика на физиката в средното училище (Методика на обучението по физика). с.70, Шумен, 1997.

[2] Л. Вацкевич, Мария Вацкевича – Физика и астрономия за 10 клас. Механика. – Изд. Регалия 6, 2004 г.

[3] Майя Вацкевича, Л. Вацкевич – Физичните задачи върху билиардната маса – Физика кн. 2 (2004) 17-22.

ПОСТИЖЕНИЯТА НА ФИЗИЧЕСКИТЕ НАУКИ В БАН

Г. Камишева

Увод

„Физиката в Българската академия на науките“ беше тема на конференцията, която събра ръководителите на 14 научни звена на 21 април 2005 година в Големия салон на Централно управление. В присъствието на колеги и гости те представиха историческото развитие, постиженията с национално и световно значение и приоритетите в развитието на изследванията в областта на физическите науки в Българската академия на науките. Конференцията беше организирана от Българската академия на науките под ръководството на заместник-председателя академик Никола Съботинов и научния секретар ст.н.с. I ст. дтн Иван Недков. В нея взеха участие академик Александър Г. Петров (директор на Института по физика на твърдото тяло), член-кореспондент Йордан Стаменов (директор на Института за ядрени изследвания и ядрена енергетика), член-кореспондент Цветана Маринова (от Института по обща и неорганична химия), ст.н.с. I ст. дфн Венцеслав Съйнов (директор на Централната лаборатория по оптичен запис и обработка на информацията), ст.н.с. I ст. дбн Андон Косев (директор на Института по биофизика), ст.н.с. I ст. дхн Христо Нанев (директор на Института по физико-химия), ст.н.с. д-р Радомир Еников (директор на Института по електроника), ст.н.с. д-р Румен Каканаков (директор на Централната лаборатория по приложна физика), ст.н.с. д-р Петко Витанов (директор на Централната лаборатория по слънчева енергия и нови енергийни източници), ст.н.с. д-р Кирил Панов (директор на Института по астрономия), ст.н.с. д-р Цветан Дачев (директор на Централната лаборатория по слънчево-земни въздействия), ст.н.с. д-р Н. Стойчев (от Института по металознание), ст.н.с. д-р Николай Милошев (директор на Геофизичния институт) и ст.н.с. д-р Людмил Константинов (от Централната лаборатория по минералогия и кристалография).

Събитието премина под мотото на световната година на физиката. Настоящата (2005) година отбелязва столетие от излизането на знаменитите статии на Алберт Айнщайн, поставили началото на квантовата теория, теорията на Брауновото движение и теорията на относителността. По тази причина 1905 година е наречена чудотворна от ст.н.с. д-р Михаил Бушев [1]. Той води дискусията, с която завърши конференцията. В изказането си по време на дискусията академик Стойчо Панчев обърна внимание върху новите изисквания при провеждането на конкурсите за член-кореспонденти и академици. Академик А. Г. Петров посочи като пример за взаимодействието между ев-

ропейската и българската физическа наука публикацията на ст.н.с. д-р Михаил Бушев, която даде идея Организацията на обединените нации и ЮНЕСКО да обявят 2005 година за Световна година на физиката. Член-кореспондент Георги Младенов говори за практическото приложение на резултатите от физическите изследвания, а ст.н.с. д-р Л. Аврамов за взаимодействието между наука и индустрия.

Цел на настоящата работа е да направи кратък преглед в исторически и съвременен аспект на научно-приложните постижения в областта на физическите науки в Българската академия на науките, представени на конференцията „Физиката в Българската академия на науките“.

Исторически бележки

Най-старата научна организация в България, наричана до 1911 година Книжовно дружество, е свързана с физическите науки от създаването си. Първата такава организация е реализирана през 1856 година в Цариград под името „Община на българската книжнина“. Тя започва да издава „Месяцословъ на българската книжнина“ и първото българско научно списание „Български книжици“. Негов основател и пръв редактор е физикът доктор по философия Димитър Мутев (1818-1864). С десетгодишната си дейност Цариградската община на българската книжнина е непосредствен предшественик на Българското книжовно дружество. През 1868 година в приемането на нов устав и отварянето на седалище на Българското книжовно дружество в Браила участва студентът от физико-математическия факултет на Новорусийския университет в Одеса Иван Гюзелев (1844-1916), който е автор на гимназиален учебник по физика, дописен (1875) и действителен член (1884) на БКД.

Основите на лабораторното уредостроене у нас са положени във Физическия институт на Висшето училище в София след Освобождението. В него професор Порфири Бахметьев (1860-1913) [2], дописен (1898) и действителен член (1900) на БКД, въвежда традицията за изработването на физически апарати [3]. Българското книжовно дружество е преименувано в Българска академия на науките през 1911 година и става център на научно-изследователската дейност в областта на физическите науки след 1945 година.

Създател на първия физически институт на Академията е Георги Наджаков (26.XII.1896-24.II.1981). Той е избран за академик на 14 януари 1945 година. Под негово ръководство в продължение на 26 години първоначално на тавана в Централно управление, а по-късно в комплекса на 8-ми километър е изграден Физически институт на БАН. Откритото през 1937 година от академик Георги Наджаков фотоелектретно състояние на веществото по-късно намира практически приложения в електрофотографията, в някои оптоелектронни елементи и прибори, в дозиметрията и при оптичен запис във фотопрефрактивни кристали и допринася за създаването на копирната техника.

Научно-приложните изследвания са нов етап в развитието на физическите науки у нас след Втората световна война. Във Физическия институт на БАН те се осъществяват чрез въвеждането на принципите плановост, отчетност и обвързаност с нуждите на обществото. По тази причина първоначално е създаден комплексен институт в областта на физическите науки в най-широкия смисъл на думата. През периода от 1946 до 1953 година в него са обособени секции по обща физика; физикохимия; техническа физика; астрономия; геофизика и метеорология; и теоретична физика [4].

Комплексният физически институт на БАН стеснява тематиката си в края на 50-те години на XX век, след като от него излизат секциите физикохимия, астрономия, техническа физика и физика на атмосферата и геофизика. Секцията по физикохимия, в която работят трима бъдещи академици, се отделя в Институт по физикохимия (1958). Неин ръководител (1947-1957) е *Ростислав Кашиев* (16.II.1908-19.XI.2002), член-кореспондент (1947), академик (1961), заместник-председател на БАН (1961-1968), секретар на отделението за химически науки (1961-1962) и пръв директор на Института по физикохимия (1958-1988). В секцията по физикохимия на Физическия институт *Йордан Малиновски* (3.VI.1923-12.III.1996), член-кореспондент (1979), академик (1989) и председател на БАН (1991-1996), започва работа по физика и химия на фотоемулсиите, нови безсребърни материали и механизма на фотографския процес. В областта на физикохимията академик *Георги Мануилов Близнаков* (14.XI.1920-15.IV.2004), член-кореспондент (1967), действителен член (1979) и заместник-председател на БАН (1975-1977; 1982-1988), работи върху кристалния растеж, адсорбцията на чужди примеси, епитаксията и физикохимията на адсорбенти и катализатори. От ФИ се отделя секцията по астрономия като самостоятелно звено към отделението за математически и физически науки на БАН (1958). Неин пръв директор (до 1978) е *Никола Бонев* (11.VII.1898-18.VI.1979), член-кореспондент (1948) и академик (1978). През 1957 година той основава Централната станция за наблюдение на изкуствените спътници при БАН. От 1995 година Самостоятелната секция по астрономия има статут на Институт по астрономия. Геофизичният институт е създаден на 29 януари 1960 година. Към него е прехвърлена от Физическия институт секцията по физика на атмосферата и геофизика, с ръководител (1947-1960) *Любомир Кърстанов* (15.XI.1908-8.V.1977), член-кореспондент (1947), академик (1961) и председател на БАН (1962-1968). През 1960 година към БАН са положени основите на Института по металознание и технология на металите [4] с директор академик *Ангел Балевски* (15.IV.1910-15.IX.1997), който патентова (1961) нов метод за леене с противоналягане. Секцията по техническа физика на ФИ е преименувана в секция по физическа и приложна електроника (1955-1963) и е прехвърлена към Института по електроника, създаден на 24 септември 1962 година. За него е построена самостоятелна

сграда (през 1968). Пръв директор (1963-1978) на Института по електроника е *Емил Джаков* (2.III.1908-15.IX.1978), член-кореспондент (1948) и академик (1967). Изследванията по биофизика започват в Централната лаборатория по биофизика през 1967 година [4].

Създаването на ядреното направление във Физическия институт на БАН започва през 1954 година с изследвания върху космичните лъчи [5]. По тази тематика на връх Мусала е построена станция (1962). През 1955 година към Физическия институт е утвърдена секция по радиоактивност и радиометрия. С правителствено решение (1955) ФИ на БАН е преименуван във ФИ с атомна научно експериментална база. За него през 1959 година са построени централната сграда в комплекса на 8-ми километър с експериментален ядрен реактор, който е пуснат в действие на 18 септември 1961 година. От 1968 година започва изграждането на атомната електроцентрала в Козлодуй с дейното участие на ръководния персонал на реактора.

След 1963 година във Физическия институт на БАН остават три тясно физически направления: 1) ядрена физика, физика на високите енергии и елементарните частици; 2) оптика и спектроскопия и 3) физика на кондензираното състояние на веществото. С правителствено решение (362/16.X.1972) Физическият институт е разделен на два института. Ядреното направление е отделено в самостоятелен Институт за ядрени изследвания и ядрена енергетика от 1 януари 1973 година. Академик *Христо Янков Христов* (12.VI.1915-20.III.1990), член-кореспондент (1952), академик (1961) и заместник-председател на БАН (1974-1976) е първият директор на Института за ядрени изследвания и ядрена енергетика.

Институтът по физика на твърдото тяло е приемник на неядрените направления от Физическия институт с АНЕБ. Пръв директор на Института по физика на твърдото тяло (1973-1991) е академик *Милко Борисов* (18.II.1921-05.XI.1998), член-кореспондент (1967), академик (1984), директор на Единния център по физика и създател на сектора по акустоелектроника и акустооптика (1977). В областта на акустоелектрониката под негово ръководство е създаден прецизен пилотен автоклав (1977), въведено е хидротермално израстване на пиезоелектричен кварц от българска сировина (1982) и е патентован термочувствителен кварцов срез с линейна температурно-честотна характеристика (1987).

Полупроводниковата промишленост в България дължи развитието си през 50-те години на XX век на професор *Йордан Касабов* (16.VIII.1928-13.IV.1992), член-кореспондент (1974), заместник директор на Единния център по физика (1.VIII.1982-1.I.1988), ръководител на сектор физически проблеми на микроелектрониката (1.I.1979-9.XI.1989) и на лаборатория по микроелектроника (9.XI.1989-13.IV.1992). Йордан Касабов работи върху получаване на чист силиций и изтегляне на монокристали от него (1959-1967). Под

негово ръководство е създадена апаратура за безтигелно зонно топене на силиций, получени са бездислокационни силициеви уискери от газова фаза и е разработена технология за бързо израстване на дебели слоеве от силициев окис и вакуумен метод за дифузия на фосфор в силиций. През 1967 година Йордан Касабов поставя началото на интегралната електроника в България. Под негово ръководство е разработена технология за създаване на високоефективни слънчеви батерии и технологична документация на цех за МОС (метал-окис-силиций) интегрални схеми. Проектът е реализиран в завода за полупроводници в Ботевград. Разработена е технология за производство на МОС транзистори, микrorезистори и МОС интегрални схеми с микrorезистори за нуждите на електронните калкулатори. Серийното им производство е внедрено в завода в Ботевград. Във Физическия институт на БАН член-кореспондент Йордан Касабов основава секция силиций (1965-1966). На тази база е създаден Централен институт по елементи при държавното стопанско обединение „Изот“ с директор Йордан Касабов (15.III.1967-1.XII.1973).

През 1973 отделенията на БАН са преобразувани в единни центрове. Създаден е Единен център за наука и подготовка на кадри по физика и физико-технически проблеми, който е преименуван в Единен център по физика (1977). Към него са открити пет нови звена, три от които съществуват до днес. Централната лаборатория по оптичен запис и обработка на информация отваря врати на 1 март 1975 година. През 1977 година от Института по физика на твърдото тяло се отделя Централната лаборатория по слънчева енергия и нови енергийни източници. Централната лаборатория по приложна физика е създадена на 1 април 1979 година в Пловдив. От 1 януари 1984 година към нея е организирано опитно производство, наречено от октомври 1986 година Малко предприятие за сензори и сензорни устройства. С решение на Министерския съвет (247 от 30 декември 1985) Лабораторията по приложна физика става Институт по приложна физика (1 януари 1986). Той е обединен с Малкото предприятие (1989) и преобразуван в Централна лаборатория по приложна физика (1995). Развитието на физическите науки в БАН продължава и след възстановяването на отделението за физико-математически и технически науки от 1 януари 1989 година. Най-младото звено, представено на конференцията, бе Централната лаборатория по слънчево-земни въздействия, създадена през 1990 година. Тя носи името на своя създател академик Димитър Мишев (28.V.1933-13.II.2003), член-кореспондент (1981), академик (1984), ръководител на секцията по телевизионни системи в Научноизследователския институт по съобщенията (1967-1973) и на направлението по дистанционни изследвания на Земята от Космоса в Института за космически изследвания при БАН (1974). Академик Димитър Мишев работи в областта на системите и апаратите за дистанционни изследвания на Земята от Космоса и обработката на многоканални данни и изображения.

Научно-експериментална база

Материалната база на Българската академия на науките дава възможност за извършване на широк спектър от изследвания в областта на физическите науки. През октомври 2004 година са спечелени проекти с Европейския съюз за изграждането на Центрове за образцови научни изследвания (Centres of Excellence) от Института за ядрени изследвания и ядрена енергетика, Централната лаборатория по приложна физика в Пловдив, Института по обща и неорганична химия и Института по физикохимия [6]. Институтът за ядрени изследвания и ядрена енергетика [7] разполага с реконструирана и модернизирана ядрена научно-експериментална база с изследователски реактор; компютърна ферма (кълстър), постоянно хранилище за радиоактивни отпадъци „Нови Хан“ и базова екологична обсерватория „Мусала“. В Института по физика на твърдото тяло [8] е изградена установка за израстване на метал-окисни кристали; система за молекуларно-лъчева епитаксия; измерителна глава на сканиращ тунелен микроскоп; апаратура за изследване на тънки филми при свръхниска температура; Leybold Heraus вакуумна система за нанасяне на тънки слоеве; прецизен спектрален елипсометър; прецизен раманов спектрометър; оборудване за изследване на оптическа бистабилност; оборудване за определяне повърхностните взаимодействия на течни кристали; оборудване за измерване на механичните свойства на гигантски везикуларни мембрани. В Института по електроника [9] са създадени за пръв път у нас лазери (1964), лазерни локатори, термоелектронни преобразуватели с висок КПД, плазматорон за технологични (включително и наноразмерни материали), свръхвисоковакуумна помпа и свръхвисоковакуумна инсталация за вакуумни технологии, електронен и ионен проектор за изследване на повърхности, микроканална пластиинка и електроннооптически преобразувател, експериментална технология за производство на стъклени кварцови влакна за влакнестооптични системи, системи за аналогово и цифрово предаване на информация по оптични влакна, резонансни масспектрометри за газов анализ, подвижна и стационарна лаборатории за дистанционно СВЧ изследване, инсталации за електроннольчево заваряване, топене и изпарение, комплексна автоматизирана система за електроннольчева литография (за нанотехнологии). В Централната лаборатория по приложна физика в Пловдив [10] е оборудвана „чиста стая“ (350 m^2 и базов клас на чистота 10 000) с високовакуумна установка „Rokappa“, установка за фотолитография „Karl Suss“ и Ball Bonder за корпусиране на полупроводникови прибори (с клас на чистота 1 000). В Централната лаборатория по оптичен запис и обработка на информация [11] са създадени: уред за точно измерване на запрашеност и задименост, инфрачервен сензор за охранителни системи, лазерен сензор за измерване замърсяването на водата, многоканален лазерен диференциален микрорефрактометър за екологични анализи, интерферометричен уред за неразрушаващ контрол на рискови обекти, спектрофотополяриметър, лазерни и холографски системи за кодиране и защита на обек-

ти. Към Института по астрономия [12] има две обсерватории в Белоградчик и НАО Рожен. Националната астрономическа обсерватория на връх Рожен е оборудвана с двуметров телескоп: Ritchey-Chretien-Coude; FoReRo; Coude Spectrograph; CCD камера; Schmidt телескоп и Cassegrain телескоп. През 1983 г. в Института по обща и неорганична химия [13] е закупен електронен спектрометър Escalab II, който поддържа вакуум 10^{-10} - 10^{-11} torr. В Централната лаборатория по минералогия и кристалография [14] се прилагат прахов и монокристален рентгеноструктурен анализ; раманова и инфрачервена спектроскопия; UV-VIS спектроскопия; рентгеново-емисионна спектроскопия; сканираща и трансмисионна електронна микроскопия и термичен анализ. Геофизичния институт [15] разполага с йоносферна обсерватория, геомагнитна служба и сейзмологична мрежа, която включва 21 станции в цялата страна. В резултат на модернизация са пуснати три цифрови станции за пренос на данни в реално време към Сейзмичния център.

Научни и научно-приложни резултати

В областта на ядрената физика са изследвани атмосферните отлагания на тежки метали и радиоактивността на околната среда. В резултат на провеждания постоянно мониторинг през последните 40 години е събрана банка образци и база данни. Разработват се нови ядрени енергийни системи, извършва се оценка на неutronното влияние и степента на окрехкостяване на реакторните корпуси, прилагат се неutronни методи за структурни изследвания на материалите, проучват се нови материали за реактостроенето и се провежда неutronната терапия. Обучават се специалисти за българската ядрена енергетика [7].

В областта на физиката на твърдото тяло има световно значими постижения. Българският електронен калкулятор ЕЛКА с МОС-интегрални схеми е един от първите в света, показани на Световното изложение в Осака, Япония през 1970 година. По метода на Евгени Леяровски се получават неон и хелий от въздуха (от 1971). Открит е силен ефект на водорода в лазери с метални пари (1975). В резултат на това са създадени мощни CuBr лазерни системи за прецизна обработка на материали в индустрията (произвеждани от Пулслайт), ултравиолетов меден йонен лазер с над два пъти увеличена средна изходна мощност и едновременна генерация на пет Cu+ линии (2004). Открит е градиентен флексоелектричен ефект в нематични течни кристали (1974). Създадени са силициева пластинка с МОС интегрални схеми, пиезоелектрични температурни сензори (2004) и магниторезистивни мостови и линейни елементи (2004). Разработена е тестова система за прецизен контрол с двойка Хелмхолцови бобини с хомогенност на магнитното поле в работния обем 0,5%, реализирана в индустриална фирма ФЕСТО. По договор с Европейския съюз е създадена многоканална система за измерване и контрол на базата на резонансни пиезоелектрични сензори [8].

В областта на електрониката е създаден нов магнитометър за слаби изменения на магнитни полета, който намира приложение в сейзмологията, археологията, метрологията и медицината. Също по международен проект са създадениnanoструктурни оптични сензори - НАНОФОС. В рамките на програмата на НАТО „Наука за мир“ са разработени високотемпературни свръхпроводящи сензори на радиация и микровълнови елементи. Създадени са апаратура за микровълново дистанционно измерване влажността на почвата; лазерни установки за мониторинг на атмосферни замърсявания, предназначени за изследване на аерозоли в планетарния граничен слой; малкошумящи свръхвисокочестотни транзistorни усилватели. Медицинско приложение имат лазерните прибори за акупунктура, които работят в червения и инфрачервения диапазон; гама лазерни терапевтични апарати с общо название „МЕДИРЕЙ“, внедрени в Александровска болница и Националния онкологичен център; и оригиналните методи и апарати за оптична биопсия на човешки тъкани, клинично прилагани за ранна диагностика в Медицинския център „Св. Тома“ в София [9].

В Пловдив е организирано производството на малки серии сини светодиоди на квантови ями, които намират приложение като източници на синя светлина в цветни дисплеи, светофари и в бита. Произведени са термоелектрически хладилно-отопителни агрегати с Пелти модули, използвани за създаването на изотермичен контейнер за съхранение и транспортиране на кръв в полеви условия. Произведени са двойни металокерамични корпуси (push-pull) за високочестотни SiC полеви транзистори, работещи до 350°C [10].

Разработени са серия от слънчеви фотоелектрични модули с различна мощност и опитни образци, които са в експлоатация при реални условия от 8 години. Построени са над 10 фотоелектрични системи за автономно електрическо захранване. Изградена е 10 kW фотоелектрична система, която е включена в електрическата мрежа за ниско напрежение. Построен е реактор за отлагане на слоеве от CdTe чрез сублимация. Формирани са тънки слоеве от аморфен a-Si:H, a-SiC:H, a-SiGe:H чрез магнетронно разпращване. Внедрени са тънки слоеве от смесени оксиди от типа $(Al_2O_3)_x(TiO_2)_{1-x}$, като ефективно пасивиращо покритие за фотоелементи върху тънки силициеви пластини. Получени са слънцезащитни и селективни покрития на базата на зол-гел технология. Разработено е отлагането върху стъкло на слоеве от метални оксиди като Fe_2O_3 , TiO_2 , Al_2O_3 за селективни, фотокatalитични и антирефлексивни покрития. Реализирани са експериментални електрохромни прибори със слоеве от WO_3 и MgO_2 . Получини са фулеренови структури с цел акумулиране и съхранение на водород [16].

По шеста рамкова програма се разработват пилотно производство на панхроматични светлочувствителни материали за запис на висококачествени отражателни холограми в късовълновата част на спектъра и три размерна телевизия. Изработени са устройства за запис и копиране на отражателни хо-

лограми с диоден лазер. Създадена е козметична лазерна система за третиране на родилни петна и хемангиоми. Организирана е постоянна холографска изложба, достъпна за посетители [11].

Създаден е най-големият каталог от свръхкупове, който съдържа около 900 едромащабни структури и техните кинематични и динамични характеристики [17]. На адрес: www.skyarchive.org е изградена база данни за широкогълни фотографични наблюдения ($>1^\circ$), която съдържа 640 000 плаки от 117 обсерватории в света [12].

За изучаването на Земята от космоса е завършен технологичен екземпляр на прибор (сонда на Ленгмюр), решен на изключително високо съвременно ниво с предвидена възможност за препограмиране от Земята. По съвместен проект е разработена експериментална система за идентификация с намаляване влиянието на топлинните шумове около изследваните обекти [6].

Моделирани са за първи път човешки миелинови влакна в норма и патология чрез двойно-кабелен и мултиламеларен модели. Моделните резултати за човешките миелинови влакна са съпоставими с клинично получените за здрави хора и пациенти със заболявания, дължащи се на демиелинизиращи процеси [18].

Патентован и внедрен в СМК „Кремиковци“ е массспектрометричен метод за напрекъснат контрол на съдържанието на въглерода при конвертиране на стоманата. Създаден е тънкослоен трипътен катализатор за редукция на вредни емисии от автомобили. Оптимизирани са Омови и Шотки контакти за високо-температурна микроелектроника, внедрени (1999) в Thomson-CSF, Франция. Разработени са технологии за израстване на монокристали за лазери с тясна и широка ивица на излъчване. По съвместен проект е направен опит за внедряване в „ТЕРЕМ“ Търговище на технология за електрохимично отлагане на оксидни каталитични филми [13].

Електрохимично са изследвани съвместно с американски учени сплавни покрития от хром и цинк с висока корозионна устойчивост. Съвместно с белгийски учени са отложени химично кристални и аморфни покрития от кобалт-волфрам-фосфорна сплав, приложими в електрониката. Получени са тънки многослойни филми от два противоположно заредени полиелектролита върху несферична наночастица, приложими като микрокапсули за пренос на лекарства. За пръв път от алкални електролити безтоково са отложени никел-фосфорни и медни композитни покрития върху пласмаси, приложими в микротехниката [6].

В областта на геофизиката се извършва научно-оперативен контрол (мониторинг) на сейзмичността, геомагнитното поле и състоянието на йоносферата над страната. Създадена е национална база данни за емисиите на вредни вещества в атмосферния въздух със съответния софтуер за актуализиране [15]. Съвместно с белгийски учени е разработен модел за прогнозиране на геомагнитния индекс, внедрен в Кралската обсерватория в Белгия [6].

В областта на минералогията и кристалографията е изработен пренастройваем акусто-оптичен филтър от телуров двуокис. Технологията по израстване на калциево-стронциеви флуоридни кристали, приложими в микролитографията, контролира нарастване на зародишните зърна. По този метод са създадени бездефектни филми с дебелина $d \sim 130$ nm [14].

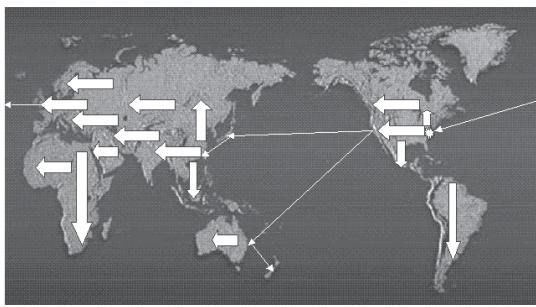
Използвана литература

- [1] М. Бушев, A note on Einstein's Annus Mirabilis, *Annales de la Fondation Louis de Broglie*, vol. 25 (2000) N 3-4, p 379-392.
- [2] А. Г. Петров, П. И. Бахметьев и физиката на живата материя, Развитие и разпространение на физическите знания в България, научен симпозиум, Пловдив, 10 май 2005 г., с. 6-7.
- [3] П. Лазарова, Професор Порфирий Бахметьев през погледа на съвременници си, Развитие и разпространение на физическите знания в България, научен симпозиум, Пл., 10.05.2005, с. 30-37.
- [4] М. Борисов, Развитие на физическите институти и звена в БАН, ръкопис.
- [5] Н. Балабанов, Физиката на Леон Митрани – от космоса до човека, Развитие и разпространение на физическите знания в България, научен симпозиум, Пловдив, 10 май 2005 г., с. 45-53.
- [6] Българска академия на науките годишен отчет 2004, София, 2005.
- [7] Й. Стаменов, Институт за ядрени изследвания и ядрена енергетика, доклад на конференцията „Физиката в БАН“, 21 април 2005 г.
- [8] А. Г. Петров, Институт по физика на твърдото тяло „Акад. Г. Наджаков“, доклад на конференцията „Физиката в БАН“, 21 април 2005 г.
- [9] Р. Еников, Представяне на Института по електроника, доклад на конференцията „Физиката в БАН“, 21 април 2005 г.
- [10] Р. Каканаков, Разработки, изследвания и индустритално приложение на полупроводниковите материали, технологии и прибори в ЦЛ по приложна физика – Пловдив, доклад на конференцията „Физиката в БАН“, 21 април 2005 г.
- [11] В. Съйнов, Централна лаборатория по оптичен запис и обработка на информацията, доклад на конференцията „Физиката в БАН“, 21 април 2005 г.
- [12] К. Панов, Институт по астрономия, доклад на конференцията „Физиката в БАН“, 21 април 2005 г.
- [13] Ц. Marinova, Физикохимията на твърдотелни повърхнини и интерфейси, доклад на конференцията „Физиката в БАН“, 21 април 2005 г.
- [14] Л. Константинов, Физически изследвания в Централната лаборатория по минералогия и кристалография, доклад на конференцията „Физиката в БАН“, 21 април 2005 г.
- [15] Н. Милошев, Представяне на физическите изследвания в Геофизичния институт, доклад на конференцията „Физиката в БАН“, 21 април 2005.
- [16] П. Витанов, Представяне на Централната лаборатория по слънчева енергия и нови енергийни източници, доклад на конференцията „Физиката в БАН“, 21 април 2005 г.
- [17] M. Kalinkov & Kuneva (1995) A&A, 113, 451.
- [18] А. Косев, Институт по биофизика, доклад на конференцията „Физиката в БАН“, 21 април 2005.

ФИЗИКАТА ОСВЕТИ БЪЛГАРИЯ

На 19 април от 21.30 до 22.30 часа, местно време, България се присъеди-
ни към международната програма „Физиката осветява света“ в рамките на
СГФ-2005. Впечатляващи светлинни илюминации бяха организирани в по-
вече от десет български града.

Световната светлинна щафета „Физиката осветява света“ е една от ос-
новните международни програми, включени в честванията посветени на СГФ-
2005. Тя е в чест на навършването на 18 април 2005 г. на петдесет години от
смъртта на А. Айнщайн. Както е известно А. Айнщайн прекарва последните
години от своя живот в Принстън. Затова светлинната щафета стартира от
Принстън на 18 април в 20.45 часа местно време с излъчването на мощен
лазерен лъч, насочен в западна посока. След това щафетата постепенно се
разпространи по територията на САЩ достигайки в 3.45 часа местно време
западния бряг. От San Luis Obispo, Калифорния, и Bandon, Орегън, светлин-
ният сигнал се предаде по оптичен кабел под Тихия океан до Източна Азия и
Океания. На 19 април 2005 г. в 19 часа местно време той пое своя път през
Китай. По-късно пътят на светлината се разклони на два маршрута – севе-
рен и южен. Северният маршрут включи: Русия, Украйна, Беларус, Полша,
Словакия и Чехия. Южният маршрут включи: Индия, Пакистан, Иран, Тур-
ция, България, Сърбия, Румъния, Унгария, Австрия. Двете разклонения се
съединиха в Германия. Оттук през Франция и Белгия светлинните сигнали
достигнаха до Великобритания. От Великобритания сигналът се предаде по
оптичен кабел под Атлантическия океан обратно в Принстън. Така в тече-
ние на 24 часа светлинният сигнал обиколи земното кълбо.



Световната светлинна щафета

Организаторите на щафетата си поставиха следните цели, които до голяма степен бяха изпълнени:

- Да се обединят десетки страни и народи под знамето на физиката.
- За участие в щафетата да се привлекат колкото е възможно повече хора, особено ученици и студенти; светлинната щафета да се съчетае с провеждането на други инициативи свързани със СГФ-2005 – фестивали, състе-
зания, изложби и пр.

Световна година на физиката

В България в светлинната щафета се включиха над десет града.

Основното събитие беше в София. То беше организирано от Института по електроника и от Института за физика на твърдото тяло към Българската академия на науките. „Сърцето“ и „движещата сила“ на проявите беше проф. д-р Д. Стоянов от ИЕ БАН. Той също така координираше участниците от страната. Беше създа-



Участниците в световната светлинна щафета от България



София

дена специална Уеб-страница за светлинната щафета в България. Нейният адрес е: <http://ie-bas.dir.bg/WorldYearPhys/WYP.htm>. В София светлинната щафета започна точно в 21.30 часа, местно време. Четири лазерни лъча осветиха небето над столицата. Те бяха насочени хоризонтално, по посока на цен-



Пловдив



Силистра

търа на града и катедралата „Александър Невски“, вертикално или сканираха. Най-мощният лазер беше 40W CuBr лазер, създаден от акад. Н. Съботинов, Зам.-председател на БАН и неговите колеги от лаборатория „Лазери с метални пари“ на ИФТТ – БАН.

Във Варна светлинното шоу започна в 22.00 часа. Столици ученици, въоръжени с фенерчета, джобни лазери и факли участваха в събитието. Включиха се и корабите във Варненското пристанище, които запалиха всички свои светлини и прожектори. В Пловдив беше организирано лазерно шоу с 5W CuBr и He-Ne лазери.

В Силистра учениците от всички училища се събраха на централния площад, където се проведе музикалното представление „Светлината – от древността до наши дни“. Група ученици прекосиха Дунав с катер, за да предадат „огъня“ на румънските участници.



Шумен

В Шумен ученици и студенти се събраха на платото в покрайнините на града. Те използваха специален въртящ се прожектор и изстреляха светлинни ракети. След светлинното шоу бяха организирани астрономически наблюдения.

Във В. Търново в светлинната щафета се включиха учениците от девет училища и от астрономическия клуб. От ученици беше представен спектакълът „Прости ми, Нютон“.

Преминаването на светлинната щафета през България беше предавано по девет телевизии. През целия ден бяха давани интервюта по радиостанции и за вестниците относно све-

Световна година на физиката

товната година на физиката и значението на тази водеща наука за развитието на цивилизацията.

По данни на Международния организационен комитет в Световната светлинна щафета са участвали общо около 120 хиляди участника от 47 страни. По брой на участниците, с отчитане на размера на населението, Международният организационен комитет класира България на шесто място от всички участвали страни.

Десетки физици бяха ангажирани в провеждането на светлинната щафета в България. Тук не могат да се споменат всички, но сред най-активните бяха: проф. д-р Д. Стоянов, проф. д-р Н. Вучков, ст.н.с. д-р Д. Астаджов, н.с. д-р К. Темелков, н.с. д-р Д. Славов, И. Ангелов (София), доц. д-р Г. Мекишев, доц. д-р Д. Вранчев (Пловдив), В. Радева (Варна), М. Ботев (Силистра), А. Цанкова, Р. Симеонова (Б. Търново), проф. д-р Д. Кюркчиева, доц. д-р И. Илиев (Шумен), д-р А. Стоев (Ст. Загора), Н. Ралчева (Панагюрище), доц. д-р Л. Лазов (Габрово) и много други. Специални благодарности заслужава и ръководството на Института по електроника на БАН и неговият директор ст.н.с. д-р Р. Еников.

Динко Динев

Абонирайте се за „Светът на физиката“ на адреса на редакцията – в канцеларията на СФБ или в тази на Софийския клон на СФБ.

Годишен абонамент – десет (10) лева.

За ученици, аспиранти и пенсионери – пет (5) лева.

ПРАЗНИК НА ФИЗИКАТА В ПЛОВДИВ

Международната година на физиката се празнува с различни инициативи от физиците в цялата страна. В Пловдив нейното честване започна с лекция на акад. Матеев през февруари 2005 година и продължава с разнообразни инициативи като изложба на книги за Айнщайн, Научна сесия, много и разнообразни инициативи по училищата (Празници на физиката, изложби, състезания, викторини) и други.



Голяма популярност получи проведените на 14.05.2005 г. „Празник на физиката“, който се превърна и в своеобразна кулминация за всички предходящи мероприятия.

Организатори на празника бяха Физическият факултет към ПУ „Паисий Хилендарски“, Съюзът на физиците в България – Пловдив, РИО при МОН и Общински детски комплекс – Пловдив. Празникът бе проведен под патронажа на кмета на гр. Пловдив – д-р Чомаков и община Пловдив осигури основната финансова подкрепа на празника.

Спонзори бяха и Частна професионална гимназия „Стоянстрой“, фирмите: „Надежда 2000“ ООД, Месокомбинат „Милена“, издателствата „Анубис“ и „Просвета“ и други.

Празникът се проведе на три части: първата (от 11-14.00 часа) във Физическия факултет като „Отворени врати на Физическия факултет“, втората (17-18.00 ч.) – представление на Варненския театрален състав „Арлекин“ и третата от 20.00 ч. – на площад „Стефан Стамболов“ (пред Пловдивска Община) като поздравителен концерт-спектакъл.

Началото на празника бе поставено с приветствие от доц. Мекишев – декан на Физическия факултет на Пловдивския университет. Публика от ученици, студенти и учители бе препълнила далеч не малката физическа аудитория и с интерес следеше представените от доц. Др. Иванов и от физика Г. Иванов многообразни атрактивни физични демонстрации от вълнова оптика, магнетизъм и електростатика.

Гости на празника бяха проф. Николай Тончев и ст.н.с. Михаил Бушев. Като член на Българската делегация на Международната конференция в Париж през януари 2005 г., проф. Н. Тончев разказа за официалното откриване на Международната година на физиката 2005. Ст.н.с. М. Бушев представи новоизлязлата от печат книга от А. Айнщайн – „Специална и обща теория на относителността – популярно издание“ на издателство „Прометей“.

Силен емоционален момент в празничния ден беше тържественото наг-

Световна година на физиката

раждаване на участниците в конкурсите за рисунка, есе и стихотворения на физична тема, за конструиране на физични модели и изпробване на компютърни програми.

Организираната изложба от класирани рисунки и табла, създаде допълнителна празнична атмосфера. С голямо вълнение ученическата аудитория приветства демонстрациите на разработени от ученици компютърни програми и рецитирането на стихотворения и есета, посветени на физиката. Най-голям брой наградени ученици бяха от училищата СОУ „П. Евтимий“, СОУ „П. Ченгелов“ и СОУ „Елин Пелин“ в град Пловдив.

Идеята на организаторите целият ден да бъде посветен на физиката на мери развитие и в късния следобед, когато гостуващата ученическа театрална формация „Арлекин“ от Варна представи постановката „Ресторант на края на Вселената“.

Завършкът на Празника бе и най-веселата му част. На трибуната на Централния площад в Пловдив в чест на годината на физиката пяха и танцуваха деца от ученически състави на ОДК – Пловдив. Много смях предизвикаха скетчовете с физично съдържание, анекdotите и афоризмите от и за Айнщайн, професионално представени от пловдивски артисти. Насъbralата се много-людна публика беше поздравена от проф. Н. Балабанов, който накратко, но въодушевено говори за значението на физиката и за гения на Айнщайн.

Празникът завърши в 21,00 часа с тържествена заря от фойерверки, която отново напомни на всички любопитни – присъстващи и неприсъстващи за повода на празника – Международната година на физиката 2005.

Проведените тържества не са края на честванията на тази юбилейна за физиците година в Пловдив. Продължението ще включва лектория, научна сесия, юбилейни сбирки на випускници– физици и др.

Надяваме се, че проведеният Празник на физиката в Пловдив и съпътстващите го инициативи са породили положителни обществени вълнения и са стимулирали интерес към физиката у младите хора.

Ж. Райкова, Ив. Русалова



ОБЛАСТЕН ФЕСТИВАЛ „НАУКА ЗА ХУМАННОСТ“ (празник на физиката, Силистра, 13.05.2005 г.)

На 13 май 2005г. в силистренския Дом на учителя беше проведен Областен фестивал „Наука за хуманност“. Инициатор на изявата, своеобразен празник на физиката, която е заключителен етап от честването на Световната година на физиката и част от националния календар за участие в Европейската образователна програма „Наука на сцената 1“, е местният клон на Съюза на физиците в България. Празникът беше реализиран съвместно с Регионалния инспекторат по образованието и с финансовата подкрепа на Община Силистра. В организирането и провеждането му активно участие взеха, както членовете на СФБ-клон Силистра (учителите по физика от всички училища в областта), така и градската и областна администрация, ученици и техните родители, граждани. Съпричастни с този достоен финал на продължилите повече от месец мероприятия, посветени на тази природна наука, в учебните заведения от Областта, и гости на празника бяха кметът инж. Иво Андонов, зам.-кметът по образованието Светлана Великова, началникът на РИО на МОН Велико Георгиев, представители на общинският отдел „Образование“, директори на училища и извънучилищни звена. По специална покана на организаторите, празника удостоиха с присъствието си и действителните членове на БАН- акад. Матей Матеев (председател на СФБ) и акад. Александър Петров.

Празнично шествие оповести началото на Областния фестивал. Участниците в празника – учители по физика и приказано преоблечени ученици, предвождани от мажоретен състав преминаха от централния градски площад „Свобода“ до Дома на учителя. Там за тях и официалните гости, врати отвориха физичната сцена и атрактивни щандове.

Официална част започна с авторския театрално-музикален спектакъл „Айнщайн и фотоефекта“, представен от възпитаници на ОУ „Иван Вазов“. Идейният замисъл и авторството за нетрадиционния начин (с помощта на стихове, музика и танци), по който беше представено явлението фотоелектричен ефект, са на г-жа Кудинка Цветкова, преподавател по физика в ОУ „Иван Вазов“ и член на УС на СФБ-клон Силистра. Танцуващите ученици представиха чрез танц творенията на великия физик, след което с цветни ленти беше изписана емблемата на Световната година на физиката. Празникът бе официално открит от г-н Марин Ботев, старши експерт в РИО на МОН и член на УС на СФБ. Приветствия поднесоха акад. Матеев – СФБ; г-н Велико Георгиев – РИО на МОН и от името на Петко Добрев, Областен управител; инж. Иво Андонов – Община Силистра; г-жа Росица Димова – Общински Отдел „Образование“; г-жа Светлана Великова – от името на г-н Добромир Гущеров, председател на Съюза на частните предприемачи, които подариха на Силистренския клон на СФБ цифров фотоапарат.

С разбираем интерес и внимание от присъстващите бяха приети изнесените публични лекции от акад. Матеев „Стот години след годината чудо на

Айнщайн-1905-та“ и от акад. Петров „Физика на меката материя“. През целия ден не стихна интереса на присъстващите към разнообразните сценичните изяви на младите последователи на Айнщайн. Възпитаниците на ЕГ „Пейо Яворов“ представиха „Етюд за живота на Айнщайн“, „Песен посветена на физиката“ и „Физиката в спорта“. „Танц по индийски мотиви“ изпълниха ученици от ОУ „Отец Паисий“, а „Драматизация на индийски мит“-учениците от ОУ „Гагарин“. На сцената бяха показани и атрактивните фокусници от ОУ „Ц. Църковски“-с. Средище, „Анекдоти за известни физици“ и „Песни за физиката“ от СОУ-гр. Главиница, „Съд над инерцията“ изпълнен от ученици на ОУ „Св. Св. Кирил и Методий“, модно ревю на ученици от гр. Тутракан, както и литературно-музикалната композиция „Приказка за физиката“, в изпълнение на кръжочници от НАО „Галилео Галилей“. За приятната и запомняща се атмосфера допринесоха музикалните изпълнения на класическа китара от ПМГ „Климент Охридски“, танците „Пламък“, „Прилив от чувства“, „New generation“ и демонстрацията „Физиката в музикалните инструменти“ от възпитаници на СОУ „Никола Вапцаров“. В компютърно състезание „Богатството на физиката“ отбори от осем училища от горен курс, премериха сили и провериха своите знания.

Паралелно с изявите на сцена, физиката присъстваше и във всяко кътче на фоайето на Дома на учителя. Посетителите на празника се насладиха на интересни и забавни щандове, където компетентни млади хора демонстрираха и обясняваха магията на тази природна наука, скрита в детските игачки, в саморъчно изработените макети, уреди и светлинни източници, във физични експерименти, компютърни програми и анимации. Особен интерес предизвика щандът с физични кръстословици, както и изложбите от детски рисунки, физични постери, ретро уреди, учебници и помагала, фотографии на тема „Физиката в моето училище“, щандът „Астрономия за всеки“ и гостуващата изложба от Националния политехнически музей „В света на звуците“.

Фестивалът, превърнал се в своеобразно пътешествие в света на физиката и астрономията завърши с традиционното българско хоро. В него и в предшестващите го инициативи, посветени на Световната година на физиката взеха участие повече от 350 деца от цялата Област и от всички училища в региона. Както заяви в своето приветствие председателят на СФБ акад. Матеев, Силистра стана „един център на физиката, в който с много ентузиазъм и радост младите бъдещи физици работят и творят в името на физиката“. С реализирает, както на фестиваля „Наука за хуманност“, така и с участието ни в Международния проект „Физиката осветява света“ и Европейската образователна програма „Наука на сцената 1“ ние успяхме да превърнем Световната година на физиката в Силистренска година на физиката. До края на тази и през следващата учебна година продължават проявите, инициирани от местния клон на физиците с цел реализирането на нови идеи, които ще обогатят и доразвият представите на хората за цялостната роля на физиката в живота.

Марлена Любенова, Нели Иванова, Марин Ботев

„ФИЗИКАТА И ИНФОРМАЦИОННИТЕ И КОМУНИКАЦИОННИ ТЕХНОЛОГИИ“



в българското участие в програмата „Science on stage“, включена в 6-тата рамкова програма на Европейския съюз и стана съществено мероприятие от Световната година на физиката 2005. Особено радващо е, че конференцията предизвика жив интерес не само сред преподавателските среди в българското училище и университетите, но даде отлична възможност за участие на младите хора в своята младежка сесия. А докладите и компютърните презентации на тази сесия показваха, че информационните и комуникационни технологии дават широко поле за изява на младите, защото предлагат съвременни технически средства и сериозна научна тематика за реализация. За високото качествено ниво на конференцията допринесоха и нейните съорганизатори: МОН, Община Варна, Агенцията за ядрено регулиране, АЕЦ „Козлодуй“ ЕАД, Регионалният инспекторат по образованието – Варна, Физическият факултет на СУ „Свети Кл. Охридски“, Фондация „Еврика“, Майкрософт – България и Българското ядрено дружество.



Такава бе темата на 33-тата Национална конференция по въпроси на обучението по физика, която се състоя от 7-10.04.2005 г. във Варна. Сvikana от СФБ с национален комитет, председателстван от доц. д-р Цв. Попов, конференцията премина при отлична организация благодарение на усилията на местния организационен комитет в гр. Варна, ръководен от доц. д-р Вл. войнов. Конференцията заслужи своето място

На официалното откриване на конференцията бяха поднесени приветствия от Заместник-министъра на образованието и науката г-н Ю. Наков, ръководството на общината и областната управа в гр. Варна. При откриването бяха връчени ежегодните награди на Фондация „Св. Св. Кирил и Методий“ за най-добър учител с постижения при откриването на млади таланти за физиката и за създаването на подходя-

ща учебна среда. Наградите получиха съответно Г. Стойчев от ПМГ „Акад. Н. Обрешков“ – Бургас и Р. Конова от СОУ „Васил Левски“ – Севлиево. Във връзка с честването на Световната година на физиката 2005 от Вицепремиера и Министър на транспорта и съобщенията г-н Н. Василев в тържествена обстановка бе валидирана със знака на WYP 2005 специална пощенска картичка с лика на Айнщайн.

Програмата на конференцията включваше общи пленарни доклади върху съвременните комуникационни и информационни технологии, устни и постерни доклади, както и представяне на мултимедийни продукти в две отделни секции (за средното и за висшето образование). Бяха представени Национални образователни програми („Физиката в моите очи“ и „Ловци на небесни съкровища“), предназначени за ИНТЕРНЕТ. Младежката сесия на тема „Физиката в Годината на физиката“ с участието на ученици и театралната им постановка „Ресторант в края на Вселената“ ще се помнят дълго като прояви на физични знания и артистичен талант, с които младите участници в конференцията впечатлиха своите преподаватели. Интересните физични демонстрации и публичната лекция от акад. проф. д-р М. Матеев „Сто години след годината-чудо на Айнщайн 1905“ пък допринесаха за популяризация на физиката сред широката общественост.

Регистрираните участници бяха 97, като реално на конференцията присъстваха и нерегистрирани участници, така че заедно с учителите от региона можем да оценим участието на около 150 человека. Участниците в конференцията основно бяха настанени в гранд хотел „Черно Море“, като имаше възможност и за ползване на общежитие. Представена беше възможност за ползване стола на Община Варна. А лекцията в Планетариума, екскурзиите до Аксаково и двореца в Евксиноград, както и традиционната вечеря с вихрени танци, музикална програма с детски естраден състав и разкошната торта допринесоха много за сърдечната колегиална атмосфера сред участниците в конференцията.

Людмил Вацкичев



Пощенската картичка, посветена на Световната година на физиката 2005

РАЗВИТИЕ И РАЗПРОСТРАНЕНИЕ НА ФИЗИЧЕСКИТЕ ЗНАНИЯ В БЪЛГАРИЯ

(научен симпозиум, посветен на Световната година на физиката)

На 10 май, 2005 г. в пловдивската гимназия с хуманитарен профил „Св. Св. Кирил и Методий“ се проведе научен симпозиум „Развитие и разпространение на физическите знания в България“ По такъв начин, наред с многостранните прояви, посветени на Световната година на физиката, беше включена и такава с историческа тематика. По замисъл Симпозиумът беше опит за продължение на похвалното дело, започнато преди 20-ина години от акад. Милко Борисов и неговите сътрудници Александър Ваврек и Ганка Камишева, посветено на развитието на физиката в нашата страна.

Мястото и датата за провеждане на симпозиума не бяха избрани произволно. Гимназията-домакин е наследник на Централното епархийско училище, основано през 1850 г. от видния български възрожденец Найден Геров, който е автор и на първия наш учебник по физика. В същото училище е преподавал физика и пловдивският просвещенец Йоаким Груев, който с преводаческата си дейност поставя началото на съвременното европейско обучение по физика в нашата страна.

По инициатива на Найден Геров за пръв път в България 11 май се празнува като Ден на славянските просветители Кирил и Методий в това училище. Този исторически факт е послужил като повод всяка година пловдивската хуманитарна гимназия да организира на 10 май тържество, посветено на духовното начало на Дения на славянските първоучители (изпреварвайки градските тържества на 11-ти май).

Откриването на нашия симпозиум беше включено в програмата на тържеството. Прекрасните слова и пъстрата художествена програма, литийното шествие с иконата на светите братя, камбанният звън и песнопеенето на учениците от Семинарията придоха висок емоционален дух на нашето скромно мероприятие.

Сградата на Гимназията е проектирана от френския архитект Пиеро-Паоло Монтани и е открита с водосвет на 20 октомври 1885 година (тя е била подготвяна за първия български университет, чито откриване е осуетено от Съединението). Актовата зала, в която се проведоха заседанията на симпозиума е оформена с оригинални орнаменти от художниците Иван Мърквичка и Антон Митов.

В симпозиума участваха наред с докладчиците и преподаватели от Плов-

дивския университет, учители, ученици и студенти. В първото заседание взе участие и акад. Петър Кендеров, председател на фондация „Св. Св. Кирил и Методий“. От името на кмета, д-р Иван Чомаков, който е почетен председател на пловдивския организационен комитет за честване на СГФ-2005, участниците бяха поздравени от зам. кмета А. Бадев.

В доклада на акад. Александър Петров (ИФТТ-БАН) бяха разгледани някои забравени идеи на професор Порфирий Бахметиев, свързани с изследванията му върху биологичните аналогии при кристалите. Тези идеи са свързани с откритото от него явление анабиоза, както и с биологичната роля на течните кристали.

По-пълен „портрет“ на учения и преподавателя П. Бахметиев направи в своя доклад г-жа Пенка Лазарова (Съюз на учените в България). Научната, преподавателска и организаторска дейности на първия професор по физика в България бяха представени през погледа на негови студенти и съвременници.

Академик Стойчо Панчев (ЦЛСЗВ-БАН) разгледа два актуални проблема на физиката – времето и климата, като обърна внимание, че в основата на съвременните теории за тези проблеми стои класическата физика с нейните общи закони и принципи.

Особено внимание от страна на нашата физическа общественост заслужава доклада на ст.н.с. I ст. Нъшан Ахабабян (ИЯИЯЕ-БАН) „1000 причини за необходимостта от изучаване на историята на науката и живота на учените“. Безспорно е твърдението на докладчика, че „не може да се познава добре една научна област, нито една научна концепция, без да се познава достатъчно нейната история и живота на нейните създатели“. Авторът търси отговори на въпросите „защо“, „как“ и „кой“ трябва да пише историята на науката. Защото ако не се дадат правилни отговори на тези въпроси, с популяризацията на науката се заемат „пладнешките учени, техните адепти и баламосани последователи.... които шестват комфортно по мас-медиите“.

Смятам идеята за въвеждане на учебна дисциплина „История на физиката“ в учебните планове на физическите специалности за изключително актуална.

Няколко доклада бяха посветени на обучението по физика преди Освобождението и по-специално на ролята на пловдивското епархийско училище в тези процеси. Според г-жа Ганка Камишева (ИФТТ-БАН) „нивото на физиката, програмата и кондиката на училището дават основание да се предположи, че Централното епархийско училище в Пловдив е най-старото българско средно педагогическо училище, отворено преди Кримската война“.

Преподавателят от Хуманитарната гимназия „Св. Св. Кирил и Методий“ Ангел Петков разгледа преподавателската и преводаческа дейност на Йоаким Груев, оценявайки я като „начало на съвременно европейско обучение по физика“. Според г-жа Евдокия Емануилова (Исторически музей – Плов-

див) „първите български учебници по физика, издадени преди Освобождението принадлежат към златния фонд на българската възрожденска учебна литература..... Те не са загубили своето значение и сега, заемайки достойно място в историята на българското образование“.

Интересна информация поднася доклада на Райка Стоянова и Румяна Попова (ЮЗУ „Неофит Рилски“, Благоевград), които по обективни причини не присъстваха на симпозиума: „Обезпечаване на обучението по физика в българските солунски гимназии“. От доклада научаваме, че в периода от 1880 г. до 1913 г. в Солун са съществували пет български гимназии. В този смисъл Солун е бил „мощен образователен център, крепител на българския дух и българското самосъзнание, създавал е високообразовани кадри за цяла Македония“ (в това число и по физика).

За драматичната съдба на професор Георги Манев, чиято роля в развитието на физическата наука до скоро беше несправедливо пренебрегвана, говори г-жа Ганка Камишева. Тя изтъкна неговите приноси като преподавател по теоретична физика и като учен – автор на т. нар. „разширен реакционен принцип“, представляващ класически аналог на теорията на относителността. Теорията на Г. Манев остава неразбррана и забравена до 90-те години на миналия век и едва през последните години неговият подход, получил известност като „поле на Манев“, добива популярност и признание.

Ст.н.с. Крум Коленцов (ИФТТ-БАН) направи преглед на откривателската и изобретателска дейност в българската физика през XX век. Идеите и приносите, които се съдържат в откритията и изобретенията на българските физици допринасят за това, България да заеме достойно място в световната физика.

Докладите на Никола Балабанов (ПУ „Паисий Хилендарски“) бяха посетени на създателите на пловдивската университетска физика – професор Тодор Василев и Леон Митрани. След откриването на специалността физика във Висшия природоматематически институт – Пловдив (преобразуван в университет през 1972 г.) проф. Т. Василев успява да организира млад преподавателски екип и да осигури научното му израстване. Благодарение на неговата дейност Пловдив се превръща в най-големия извън столичен център на физическите науки в България. Проф. Т. Василев е автор на учебници за средните училища и за университетите, от които са усвоявали знания хиляди студенти и ученици.

Професор Леон Митрани е сред най-ярките фигури, израснали в българската физика след Втората световна война. Обстоятелствата го принуждават няколко пъти да сменя местоработата си, но навсякъде той успява да реализира своя изследователски талант. За това говорят и получените от него научни степени и звания: кандидат на физикоматематическите науки и доктор на психологичните, доцент по атомна физика и старши научен сътрудник в

Института по физиология. Блестящ преподавател, талантлив изследовател, активен популяризатор на науката (автор на десетки научно-популярни книги и сценарии) и борец срещу лъженауката – с тези качества проф. Митрани заема почетно място в историята на българската наука.

По броя на участниците (с 13 доклада) симпозиумът е скромна проява в Световната година на физиката. Скромен е и неговият принос за изясняване на някои процеси и изтъкване ролята на отделни личности в историята на българската физика. Но той може да послужи за начало (в това е нашата надежда) на една бъдеща по-организирана и по-мащабна проучвателна дейност, която по думите на проф. Н.Ахабабян трябва да включва „история на институции и учреждения, развитие на организацията на научните изследвания, социология на науката и научна политика, история на школи, биографии на учени, драми на личности, спорове за приоритет, измами и грешки, борбата за налагане или опровергаване на идеи, психологичните и възрастови (поколенчески) проблеми на епохата“ и т.н.

Това ще бъде полезна дейност, не само като отдаване заслуженото на миналото, но и като известен критерий за настоящето и като морален пътеводител в бъдещето.

Никола Балабанов

**Посетете българската web-страница за
Световната година на физиката – 2005
на адрес:
<http://www.phys.uni-sofia.bg/upb>**

НАГРАДАТА „В. К. ФРЕДЕРИКС“ ЗА АКАД. А. Г. ПЕТРОВ

На 1 март 2005 г. по време на 8 Европейска конференция по течни кристали в Сесто, Италия, проф. Лев Блинов връчи Медала на името на В. К. Фредерикс, присъден от Руското Течнокристално Общество на академик Александър Петров, „за неговите забележителни работи в областта на физиката на течните кристали“. Българската физическа общност отбелязва с радост и гордост това заслужено отличие на нашия изтъкнат колега и му пожелава здраве и нови творчески и организаторски успехи.

Медалът



Снимка на връчване на дипломата

ПРЕКЪРШЕНИЯТ ПОЛЕТ НА В. К. ФРЕДЕРИКС (1885–1944)

Както и от името личи, родът Фредерикс води корените си от времето на Петър I, от времето на руско-шведските войни. Един от прародителите му е бил банкер на Екатерина II, друг генерал в Кримската война, а чичо му барон В. Б. Фредерикс – министър в правителство на последния руски император. Майка му – Олга Менгден е с още по дълбоки корени – роде се с династията на Рюриковите ... Всеволод се ражда на 29 април 1885 г. във Варшава, където баща му – Константин Платонович заема висока административна длъжност. Детството му преминава в Нижни-Новгород, където баща му е назначен за вице-губернатор. Там през 1903 г. завършва и местната гимназия с отличен успех. Заминава да следва физика в Женевския университет, който е основан през 1559 г. от Калвин и се слави като център на протестантското вероизповедание. По това време там професор по физика е Шарл Гюи (1866–1942), забележителна личност и педагог, с авторитет и европейско признание заносите му в областта на молекулярната физика, оптиката и макроскопичната електродинамика. Особена известност получават неговите експериментални измервания на зависимостта на масата на електрона от скоростта му на движение, потвърждаващи изводите на специалната теория на относителността на Айнщайн. Фредерикс завършва висшето си образование през 1907 г. и продължава специализацията си под ръководството на Гюи. С него са първите му научни публикация и защитената през 1909 г. докторска дисертация на тема „Вътрешното триене в твърди тела при ниски температури“.

След близо едногодишно пребиваване в Париж, от есента на 1911 г. Фредерикс е зачислен като помощник-асистент в отдела по теоретична физика на Физическия институт в Гьотинген при друга тогавашна европейска занеменитост – проф. Волдемар Фойгт (1850–1919), специалист по теория на твърдото тяло и физика на кристалите. Тук той продължава експерименталните си изследвания на оптичните свойства на металите, разширявайки ги в областта на ултравиолетовата и инфрачервена част на спектъра, като публикува няколко работи, оставили следи в тази област на физиката.

Първата световна война заварва Фредерикс в Германия, той е обявен за „граждански пленник“, уволнен от университета и интерниран. Но съдбата, в лицето на великия Давид Хилберт (1862–1943) се намесва и го връща в Гьотинген, назначавайки го за свой доброволен асистент (без официална заплата; Хилберт му плаща от джоба си). По това време Хилберт, вече обявил като VI-ти проблем на XX век „аксиоматизирането на физиката и другите науки, свързани с математиката“, работи активно с асистенти, които го въвеждат и консултират в новите раздели на физиката. Фредерикс, наред с Па-

ул Евалд и Алфред Линде, е един от тях. Така той е въвлечен в проблемите за създаване, на основата на общата теория на относителността на Айнщайн, на единна теория на гравитацията и електромагнетизма. И наистина Хилберт успява да получи (едновременно с Айнщайн) общоковариантни уравнения на гравитационното поле. Сътрудничеството на Фредерикс с Хилберт го превръща в един от първите физици от младото поколение специалисти, убедени привърженици и активни пропагандатори на ОТО.

Едва след сключването на Брест-Литовския мир през 1918 г., Фредерикс, вече на 33-годишна възраст и утвърден учен, се връща в Съветска Русия. Назначен е като доцент във Физико-математичния факултет на Петроградския университет, където по това време работят Ю.Крутков, В.Бурсиан, А.Фридман, Мусхелишвили. В различни периоди по съвместителство работи като старши физик в Държавния Оптичен институт, като професор в Педагогическия институт, преподавател в Политехническия институт, старши физик в Физико-техническия институт. През 1921 г. в т.2 на започващото да излиза „Успехи физических наук“ след титулната страница под надслов „Пролетарии всех стран, соединяйтесь!“ е отпечатана обзорната статия на В. К. Фредерикс „Общий принцип относительности Эйнштейна“. През 1924 г. излиза първият том на монографията „Основы теории относительности. Ч. I Тензориальное исчисление“ (Изд-во „Academia“), в съавторство с А. Фридман. Разбира се, не закъснява дървената диалектико-материалистическа критика на философските постановки на теорията, отпечатана в списание „Под знаменем марксизма“ (кн.7, 1925). През 1927 г. Фредерикс се жени за Мария Дмитриевна Шостакович (сестра на известния композитор) и се движи в средата на висококултурната петербургска творческа интелигенция. Втората половина на 20-те години са свързани с участието му в изследвания по електрични методи за търсене на рудни изкопаеми и участие в експедиции в Нижний Тагил и Хождент, обощени в монографията му „Электрическая разведка полезных ископаемых по методу переменных электрических полей“ (1929 г.). В т. 15 на многотомната „Техническая энциклопедия“, появила се през 1931 г. и посветена на Й.В.Сталин, „вожд на световния пролетарат и неустрашим организатор на индустриализацията и колективизацията в СССР“, е отпечатана статията на Фредерикс и Бронштейн „Теория на относителността“, последвана непосредствено от яростна критика от философстващия физик А. К. Тимирязев.

През 1931 г. Фредерикс е назначен за завеждащ лабораторията по кристализация на Физико-Техническия институт, от която след две години се образува лабораторията по анизотропни течности. Едновременно с това той е и консултант на Института за Геолого-Нефтели проучвания и продължава да развива методите за електротехнически начини за търсене на полезни изкопаеми. През 1934 г., когато в СССР се въвеждат новите научни степени и звания, на Фредерикс му е присъдена научната степен „доктор на физико-математичните науки“ без провеждане на защита и в същата година научния

съвет на ФТИ издига кандидатурата му в изборите за член-кореспондент на АН на СССР, на които обаче той пропада.

Първата половина и средата на 30-те години са периодът на най-активната му преподавателска дейност в Ленинградския университет, където Фредерикс, заедно с Я. Френкел и А. Фридман образуват трите носещи кита на физико-математичния факултет, а заедно с В. Бурсиан и Ю. Крутков изграждат съвременото преподаване на физикоматематически познания. Всеки един от тях е не само известен учен със значими научни приноси, но и нестандартна, оригинална личност, оказваща неотразимо влияние върху студентите. Фредерикс чете курсове по оптика, теория на електричеството и теория на относителността. На тяхна основа са написани „Електричество и теория на светлината“ (1934 г.), и сборникът „Принципи на относителността“ (под негова и на Д. Иваненко редакция).

През този период са и забележителните му основополагащи приноси в областта на физиката на течните кристали. Той и неговата малка изследователска група се концентрират върху един извънредно важен аспект на течните кристали – тяхното ориентационно поведение в магнитни и електрични полета, като откриват всички главни физически ефекти. По-късно, в 60-70-те години, тези ефекти се преоткриват и намират важно практическо приложение. Днес е общоизвестен термина „Ефект на Фредерикс“, който означава преориентация на течния кристал в магнитно или електрично поле, под влияние на съответната диелектрична или диамагнитна анизотропия на средата. Този ефект намери забележителни приложения в течнокристалната оптоелектроника, които революционизираха процеса на миниатюризация на електронни калкулатори, компютри, мобилни телефони, телевизори и много други.

Обаче, още от началото на 30-те години большевишките политически репресии се засилват и безчет са невинните честни хора (само от Ленинград са изселени над 100 хиляди человека!), попаднали в месомелачката на большевишкия терор. Още през 1932 г. са арестувани и пратени в концлагери сътрудниците на института Г. Шейн и С. Васильев (загинал в затвора). След убийството на С. Киров (декември 1934) терорът се ожесточава и през 1935 г. същата съдба постига Д. Иваненко (заточен за три години в Томск), В. Жузе (пет години в Саратов) и В. Лашкарев (пет години в Архангелск). На 15 октомври 1936 г. е арестуван В. Бурсиан, а след пет дена и В. К. Фредерикс. Той е обвинен в „участие в контрареволюционна организация, бореща се против ВКП(б) и СССР! „Вредителската му дейност“ е конкретизирана с: а) участие в контрареволюционен подбор на кадри; б) участие в консултации за вредителска дейност в работите по електротехническите изследвания на руди; в) вредителско съгласие на сключения през 1931 г. договор за съвместни изследвания с американски физици; г) вредителско съгласие при поръчка на около 100 комплекта прибори с завод „Геоприбор“, и пр. Говори се, че има донос от един от учениците на Фредерикс. След унизителни разпити и изтъргване на „само-

признания“, на 23 май 1937 г. той е осъден „на 10 години затвор, с лишаване на политически права за пет години и конфискация на личното му имущество“ и пратен в затвора в Тайшетлаг в Източен Сибир. Междувременно са арестувани колегите му П. Лукирски (в лагер до 1942 г.), Крутков, както и сестра му – Наталия Константинова, математичка, превела от немски „Трактат за светлината“ на Хюйгенс. Тя е изселена в Оренбург, където загива през 1940 г. Първите лагерни години на надхвърлилия вече 50-те години Фредерикс минават в тежък труд на дървесекач. И въпреки ходатайства на С. Вавилов, А. Крилов, А. Йоффе, П. Капица, както и на шурея му Д. Шостакович, трябва да минат две години, за да бъде преместен в „почтовый ящик №15“ – затвора в Орел, а през есента на 1940 г. в лагера в Ухт-Ижемлаг, Коми АССР, като лаборант в нефтодобивния завод. Там попада в „компанията“ на друг колега – Л. С. Полак, също известен физик, с когото успяват да подготвят публикацията „Към теорията на анизотропната течност“, написана с огризи от молив върху остатъци от амбалажна хартия. Тя вижда бял свят едва през средата на 60-те години, много след смъртта на В. К. Фредерикс, загинал нейде по лагерите – според „справката“, издадена на 3 юли 1957 г. вследствие на „възпаление на белите дробове“ настъпило на 6 януари 1944 г. Има и документ за „посмъртна реабилитация“: „Военната колегия на Върховния Съд на СССР определя: „Присъдата на Военната колегия на Върховния Съд на СССР от 25 май 1937 г. относно гражданина Фредерикс Всеволод Константинович според разкритите нови обстоятелства се отменя и делото поради отстъпствие на състав за престъпление се счита за прекратено“.

Гробът на Фредерикс и до днес остава неизвестен. Но неговите основни научни приноси разцъфтяват в наши дни – в епохата на микроелектрониката. Течните кристали играят в нашето всекидневие такава роля, каквато обикновените медни проводници в електротехническата цивилизация преди повече от век. От цифровия циферблат на часовниците, телевизионните и компютърни екрани, медицински уреди, до тяхната роля в химически, биологични процеси, и пр. – всичко това води до голяма степен корените си от основополагащите изследвания на талантливия руски физик и човек с трагична съдба – Всеволод Константинович Фредерикс (1884–1944). За съжаление, неговото име и дело дълго време беше осъдено на забвение и стана широко известно едва през 60-те години на миналия век. Сега е учредена международна награда на негово име, с която се отличават изтъкнати учени с значими приноси в областта на науката за течните кристали. А всеотдайното му безкористно служение на науката и подготовката на новото поколение руски специалисти, както и безсмисленият трагичен край на жизнения му път, ни карат сериозно да се замислим за житетския пример на големите личности, които въпреки превратностите на съдбата запазват достойнството си на човеци и учени.

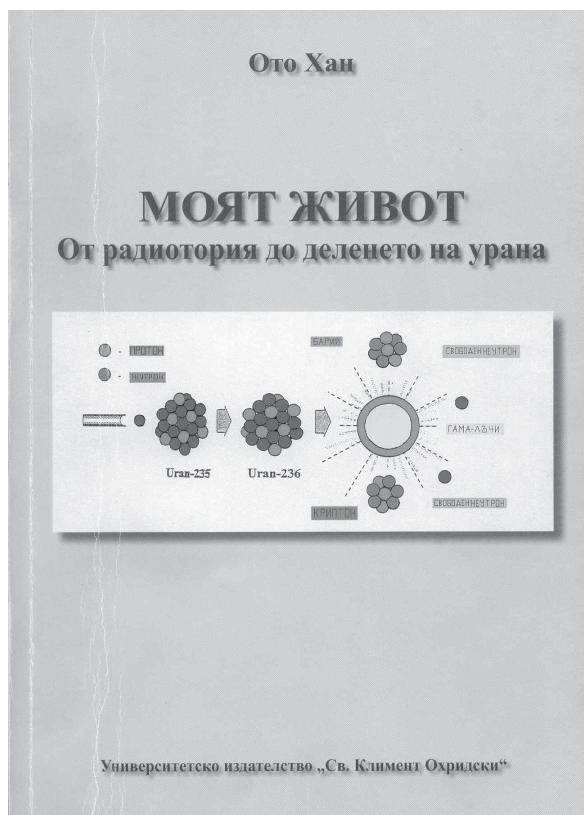
Н. Ахабабян

УРАНЪТ И НЕГОВОТО ДЕЛЕНЕ

Мнозина определят урана като един от най-зловещите символи на отминалия XX век. Неговите свойства слагат отпечатък върху световните политически, икономически и даже върху културните и социални отношения за повече от 40 години – от 1945 г. (годината на първия ядрен взрив) до 1989 г. (падането на Берлинската стена). От научна гледна точка, откриването на деленето е един от върховете на бурно развиващата се през първата половина на XX век квантовата наука. Самото откритие е съпроводено от сложни, дори драматични перипетии. Как е станало откритието? Кои са били основните фигури в този процес? По тези въпроси са изписани много страници. Но, може би, най-достоверните отговори могат да се намерят в новоизлязла а автобиографична книга на самия откривател на деленето на урана Ото Хан – „Моят живот. От радиотория до деленето на урана.“. Книгата е издадена през 2004 г. от Университетското издателство „Св. Кл. Охридски“.

Книгата е сборник от автобиографични текстове, последвани от интервюта, свързани с разказаните събития. В края на книгата е поместена Нобеловата лекция на О. Хан. Съставителят на сборника проф. И. Кулев, който е и преводач, е включил в книгата обемисти бележки за доизясняване на описаните събития.

Ото Хан започва своята изследователска работа през 1904 г. и до края на живота си, през 1968 г., активно участва в научния и научно-обществен живот на Германия. Предложените на читателя спомени позволяват да се проследят станалите през годините промени в стила и начина за провеждане на научните изследвания, а също промените в организацията на научната общ-

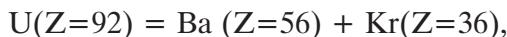


ност. Описани са любопитни факти, свързани с възприемането на научната работа от широки обществени кръгове. Куриозно е например отношението, в началото на ХХ век, към участието на жени в научната и преподавателска работа. Цитирам текст, свързан със сътрудничката на О. Хан, Лизе Майнтнер: „Стартът на Лизе Майнтнер не беше лек. Емил Фишер, директор на Химическия институт, тогава още не приемаше жени в своя институт. Той направи отстъпка, при условие че д-р Майнтнер не ще се показва в лабораториите на студентите“. Както се казва – о, времена, о, нрави!

Впечатляват също описанията на апаратурата, използвана в изследвания довели до важните открития: „...апаратурните помощни средства бяха много прости. Ние произвеждахме нашите електроскопи за бета- и гама-лъчи от една голяма консервна кутия или друга ламаринена опаковка, върху която се слагаше малка кутия от тютюн или цигари...“

Естествено, най-интригуващата част от книгата е свързана с разказа за откриването на деленето на ядрото. След откриването на неutrona и утвърждаването на неutron-протонния модел на ядрото, Е. Ферми започва да получава по изкуствен начин средни и тежки елементи от периодичната система. Механизмът е пределно прост. Забавени неutronи се погълщат от ядрото мишена със заряд Z . Следва бета разпад, при който неutronът преминава в протон и се получава ядро със заряд $Z+1$. Така се стига до урана, тогава последен елемент в таблицата на Менделеев. Ферми е пленен от идеята да получи неизвестен дотогава, трансуранов елемент. Опитът е направен, регистриран е бета разпад и заключението е, че е получен трансуранов елемент със заряд $Z=93$. Резултатите по изкуствена радиоактивност, предизвикана от бавни неutronи, носят на Ферми Нобелова награда през 1938 г. Намират се обаче и скептици, които твърдят, че не може да се говори за трансуранов елемент преди да се провери дали не са получени известни елементи със заряд, по-малък от този на урана. Тези скептици са клеймосани като хора, предлагщи неща, противоречещи на тогавашната наука.

Ото Хан, заедно със сътрудника си Щрасман, се опитва да повтори опита на Ферми. Получените резултати обаче не го убеждават, че Ферми е прав. Подобни съмнения има и Ф. Жолио-Кюри. Хан предполага, че полученият продукт след облъчването на урана е радий. Това предположение е критикувано от Н. Бор, отново с аргумента, че противоречи на физичните закони. Следват нови експерименти и преди Коледа на 1938 г. Хан и Щрасман идентифицират получаващият се продукт като барий, т. е. ядрото на урана се разцепва при погълщане на бавни неutronи



или „трансурановите“ елементи са добре известните барий и криpton. Нови-

ната бързо се разпространява и само след няколко месеца новото явление – делене на ядрото – е обяснено от Л. Майнтнер и О. Фриш чрез капковия модел на ядрото. Тези драматични събития са разказани в книгата емоционално и увлекательно.

След края на Втората световна война О. Хан е избран за президент на Обществото М. Планк. Интересна и поучителна е неговата работа по възстановяването на немската наука.

О. Хан работи съвместно с някои от най-известните представители на ядрената наука като Уилям Рамзей, Ърнест Ръдърфорд и др. В книгата доста оригинално са обрисувани „творческите“ характеристики на тези знаменити личности. О. Хан споделя със завидно чувство за хумор впечатленията си от градовете, в които е работил – Лондон, Монреал. Увлекательни са и описанията на работата му в университети в Европа и САЩ, където е бил поканен като гост-професор.

И накрая, за да се затвърди впечатлението, че всичко свързано с урана води до политика, ще спомена за съдбата на българското издание на книгата. Според разказа на преводача проф. И. Кулев, правени са няколко опита книгата да се издаде на български език. Най-близко до издаване книгата е била в средата на 80-те години. Тогава обаче се случва Чернобилската авария и отпечатването на материали, свързани с радиоактивността, е отложено во веки веков. Тук отново трябва да коментираме с познатото – о, времена...

Прочитът на книгата създава едно приятно настроение на съпричастност към великите дела на цяла плеяда изследователи, допринесли за промяната на нашите познания за микросвета.

Приятно четене.

Ч. Стоянов

ДРАМА НА ИДЕИТЕ

За книгата на Ейбрахам Пайс „SUBTLE IS THE LORD. . .“ *The Science and the Life of Albert Einstein* (Oxford University Press, 1982) и за нейния български превод „ИЗКУСЕН Е ВСЕВИШНИЯТ...“ *Алберт Айнщайн в науката и живота* (Университетско издателство „Св. Климент Охридски“, С., 2004 г.; 640 сс.)

За всеки физик името на Алберт Айнщайн символизира физиката на 20 в. Може смело да се каже, че книгата на Ейбрахам Пайс е най-монументалното произведение, посветено на живота и творчеството на великия учен, философ и хуманист. Написана от физик теоретик, известен с работите си по физика на елементарните частици и квантова теория на полето, тази книга в най-пълна степен пресъздава драматичното развитие на идеите във физиката, свързано с трудовете на Айнщайн. Близостта на автора до своя герой в Принстън през годините от 1947 практически до края на живота на Айнщайн, използваният огромен масив от Айнщайнови документи (и особено преписката на Айнщайн) предлага на читателя пълна синтетична картина както на създаването на фундаменталните физически теории на 20 в., така и на живота на бележития учен.

Книгата се състои от осем части: I. Въведение, II. Статистическа физика, III. СТО, IV. ОТО, V. Късното пътуване (Единна теория на полето), VI. Квантовата теория, VII. Краят на пътуването (последното десетилетие от живота на Айнщайн), VIII. Приложения (Айнщайн и неговите сътрудници, Айнщайн и Нобеловата награда).

Читателят вероятно ще се запита: къде е изложена биографията на Айнщайн? Тук Пайс е намерил много остроумно композиционно решение: започвайки от ч. I Въведение, той постепенно и твърде деликатно, сбито и без излишни суперлативи разгръща пред читателя основните етапи от живота на Айнщайн. Това вплитане на биографични и научни картини позволява на читателя без усилие да следва паралелния развой на двата мотива. В съдържанието на книгата пасажите с биографичен разказ са означени с курсив и така читателят може да се увери, че във всеки от разделите присъстват по най-осезаем начин съществени етапи от живота на Айнщайн.

В раздела „Статистическа физика“ се обсъждат изследванията на Айнщайн в ранните години 1901 – 1905 гг. по ентропия и вероятност и по Брауново движение. Подчертан е основният принос на Айнщайн за доказване реалността на молекулите. Тук особено впечатление прави аргументираното твърдение на Пайс, че всички основни постижения на Айнщайн в областта на квантовата теория се коренят в неговите статистически изследвания.

Разделът, посветен на СТО, е забележителен с широката научно-историческа панорама, заварена от Айнщайн, с подробния анализ на работите на негови предшественици (Лоренц, Фицджералд, Поанкаре, опитите на Микълсън и Морли). Пайс умее да развива драмата на идеите. Вместо да проследи хронологията

на възникването на СТО, той започва от историята с увличането на етера, възобновена от американски астроном през 1921 г., когато Айнщайн за пръв път посещава САЩ (Принстънския университет). По повод твърдението на Д.К. Милър за наблюдавано увличане на етера, Айнщайн произнася знаменитата фраза „Изкусен е Всевишният, но не е злонамерен“ (първата част от тази фраза е цитирана в заглавието на книгата на Пайс).

Няма да се спират на останалите раздели в книгата. Ще подчертая само, че те са написани с истинска професионална вещина, която позволява да се вникне в драматичното развитие на идеите в релативистката теория на гравитацията, търсенето на единна теория на полето и квантовата теория.

Тук ще си позволя няколко критични бележки (и Слънцето има петна). На първо място прави впечатление, че авторът разделя в три различни части изследванията на Айнщайн (по Брауново движение, по фотоефект и квантова теория и по СТО), които в действителност са осъществени по едно и също време – през „чудодейната“ 1905 година. За мое разочарование не е направен дори опит да се потърси обяснение на тяхната дълбока вътрешна връзка (а признacите за такава връзка са много и някои от тях се подсказват от самия Айнщайн). На второ място някак неизяснено остава отношението – очевидно отрицателно – на Айнщайн към идеите за черните дупки и Големия взрив. Споменатото по този повод изказване на Айнщайн, че „сингулярностите са анатема“ (с. 360) само повдига крайчеца на завесата, без да предложи удовлетворително обяснение (вж. по този повод статията на Ф. Дайсън в СФ 1/99 и статията на В.Л. Гинзбург в УФН 169, №4, 1999).

Накрая ще се спра кратко на българския превод на книгата. Спомням си, че преди 15 години проф. Н. Ахабабян написа отзив (Бюлетин на ДФБ, 1/90, с. 45) за руското издание на книгата, в който изразяваше възмущението си, че толкова много се бави издаването на българския превод. Той наистина много се забави – толкова много, че се появи тъкмо навреме – за световната година на физиката 2005 г., с която се отбелязва стогодишнината от Айнщайновата *Annus Mirabilis*. В този смисъл това е история с щастлив край.

Усилията на екипа от преводачи (и редактори) безусловно са дали добър резултат. Стилът е ясен и стегнат, а техническите грешки са относително много малко. Виждам обаче сериозен пропуск в това, че липсва азбучният указател; той много би помогнал на читателя бързо да се ориентира в морето от термини и имена.

Особено добра находка е преводът на първата част от заглавието: „Изкусен е Всевишният“. Освен че са преодолели голяма езикова трудност, преводачите са се справили и със своеобразна идеологическа бариера, заради която в руското издание на книгата този израз изобщо е пропуснат.

Както казват англичаните, *The proof of the pudding is in the eating* – „пудингът се оценява, когато се яде“. Книгата на Пайс ще оценим най-добре, когато я прочетем.

М. Бушев

Ст.н.с. I ст. дфн САВА СЛАВЧЕВ МАНОВ (1943–2005)

На 27 май 2005 г. внезапно почина нашият колега ст.н.с. I ст., дфн Сава Славчев Манов, зам.-директор на ИЯИЯЕ – БАН.

Той е роден на 7 юни 1943 г. в Плевен. През 1968 г. завършва Физически факултет на Университета „Фридрих Шилер“ – Йена, ГДР. През 1973 г. под ръководството на професор Шмутцер защитава успешно дисертация за научната степен доктор.

От 1969 г. Сава Манов е физик във ФИ с АНЕБ на БАН; от 1974 г. той е научен сътрудник в ИЯИЯЕ при БАН. Научните интереси и постижения на Манов са в областта на теорията на гравитацията, общата теория на относителността и диференциално-геометричните методи в теоретичната гравитационна физика. Той съчетава изследователската си дейност и с педагогическа, като многократно е чел курсове лекции за студенти по теоретична физика.

Сава Манов е тясно свързан с ИЯИЯЕ, където преминава по-голямата част от творческата му активност. Колегите му го познават като високо ерудиран и отзивчив човек, винаги готов да помогне в трудни моменти; изключително скромен и с високи изисквания преди всичко към себе си. На последното му качество се дължи и фактът, че едва през 2000 г. той защити дисертацията си за доктор на физическите науки. Голяма част от научните му постижения, залегнали в тази дисертация, излязоха от печат през последните години и включват три самостоятелни монографии, както и повече от 20 публикации вrenomирани издания. Д.ф.н. Сава Манов е автор на повече от 110 научни публикации, повечето от които са самостоятелни. От научните му постижения ще отбележим обобщеното тъждество на девиацията, изследването на нови типове диференцируеми многообразия, както и приложенията на тези резултати за изследванията на механиката на непрекъснатите среди.

Сава Манов е един от хората, дали много за организацията на работата в ИЯИЯЕ. Още от 1984 г. той е натоварен с научното планиране в института, дълги години е бил технически помощник към Научния съвет на Института. От 1999 г. той е член на Научния съвет, от 2000 г. е Научен секретар на ИЯИЯЕ, а от 2004 – заместник-директор по научната дейност на ИЯИЯЕ. Той е дългогодишен активен член на Съюза на физиците и на Съюза на учениците в България. Участвал е активно и в организирането на редица международни школи и конференции по теоретична физика. На всички тези постове той работи с голямо желание, и много ефективно.

Кончината на С. Манов е тежка загуба за българската наука.

Поклон пред светлата му памет!

КОЙ НАСЛЕДИ КАБИНЕТА НА АЙНЩАЙН?

Ексцентричност и гениалност в Института за авангардни изследвания

Ед Риджис

Глава 5

Веселякът Джони

Дискът на рулетката се върти в едната посока, а бялата топка обикаля в другата и всички очи са вперени в нея, докато числата – редувачи се червени и черни квадратчета – се размиват пред погледа. В помещението е съвсем тихо, единствените звуци са свистенето на въздуха край преградките върху диска и жуженето на топката при движението ѝ в жлеба около оста като луна около планета. Подобно на мнозина играчи, зрителите тук смятат, че знаят кое число ще се падне – или, в случая, приблизително кое. Рулетките е разделена на осем сектора, и залозите са за петия от тях, в който са числата 18, 31, 19, 8 и 12.



Дискът забавя въртенето си и топката започва да гравитира към металните ромбове под жлеба. Ако се блъсне в някой от тях, траекторията ѝ ще се промени произволно, което ще превърне петия сектор в не толкова надежден залог, но топката успява да премине между ромбовете, без да ги докосне, и се отправя към разположените по-долу джобчета. Тя кръжи над числата – редувачи се четни и нечетни, черни и бели, – докато петият сектор се появява тъкмо в момента, когато топката започва да се удря в преградките на джобчетата – клик, клик, клик, – тя влиза и излиза, докато накрая спира точно там, където се е очаквало – в джобчето под номер 19.

Зрителите са доволни, но не тропат и не дюдюкат като играчи-аматьори, нито пък печелят пари, защото, макар нещото пред тях да е една обикновена рулетка, направена от Уилс в Детройт и закупена от фирмата за игрални съоръжения на Пол в град Рено, Невада, това тук не е Рено, не е Лас Вегас, дори не е Атлантик сити. Тази въртележка на късмета се намира в Принстън, Ню Джързи, в Института за авангардни изследвания (ИАИ). На едно закътано място на третия етаж на Фулд Хол, точно два етажа над кабинета, в който Алберт Айнщайн обикновено е седял и мислил ... за това как Господ не си играе на зарове с Вселената, двама млади физици усъвършенстват нова хазартна система.

От двете страни на рулетката са застанали Дж. Дойн Фармър, по онова време сътрудник на Опънхаймър в Националната лаборатория в Лос Аламос, и Норман Пакард, приятел на Фармър от детските им години в Силвър сити, Ню Мексико. Пакард е дългогодишен член на ИАИ, един от малкото учени в състава на групата по Комплексни системи на Стивън Улфрам. Фармър, който е специалист по астрофизика и е свикнал да мисли за малки сфери, които се движат около големи въртящи се тела, е написал компютърна програма, с която се надява да симулира динамиката на топката в рулетката толкова правдоподобно, че да може да предскаже точното ѝ попадение. Идеята е да внесат тайно компютър с програмата в казината на Лас Вегас и да спечелят много пари. Пакард и Фармър вече са я изпробвали няколко пъти във Вегас и видимо постигат един устойчив среден резултат, който е с 40% по-висок от този на казиното, но след това поредица от технически проблеми с хардуера на компютъра, а не с програмата, ги принуждава да се отказват. По-късно информация за този проект се появява в книгата *Ощастлиявящият пай* (The Eudaemonic Pie), части от която излиза през 1985 г. като поредица в *Science Digest* и това до голяма степен елиминира шансовете им за успех, поне за известно време. Сега обаче двамата отново са в играта, макар този път това да се дължи както на стремежа им към пълнота – необходимостта да довършат проекта заради самата идея, – така и на желанието им да оберат банките на Монте Карло.

Интересното при тази рулетка обаче не е в това, че Фармър и Пакард могат да предсказват резултата с по-голяма вероятност от нормалната, а че експериментът се провежда в свещените предели на Фулд Хол ... и никой не прави от това скандал. Един Автентичен Платонов Рай е превърнат в лаборатория на игрално казино, а тези момчета остават ненаказани! Наистина рулетката не е някъде навън, на открito, където всеки би могъл да налети на нея по време на ежедневната си интелектуална дейност в този Рай на учените. Но не може да се каже, че Пакард и Фармър са положили каквото и да било специални усилия да я скрият от любопитни погледи. Все пак, добре е, че външни лица никога не се качват чак до третия етаж на Фулд Хол. А ако си направят този труд, всичко, което ще видят там, е една затворена врата, зад която, ако я отворят, ще попаднат в пълно с компютри помещение и други врати, водещи към други помещения, подобно на лабиринт. Рулетката е в една от тези задни стаи, което също е добре, защото ако някой от ръководните фактори в Института – особено онези от отделите по социология или история, – открият, че тук двама сътрудници ... *играят на рулетка!* ... не, би било ужасно. Нека само да се припомним какво се случва при единствения друг случай, в който човек от Института се занимава с експеримент.

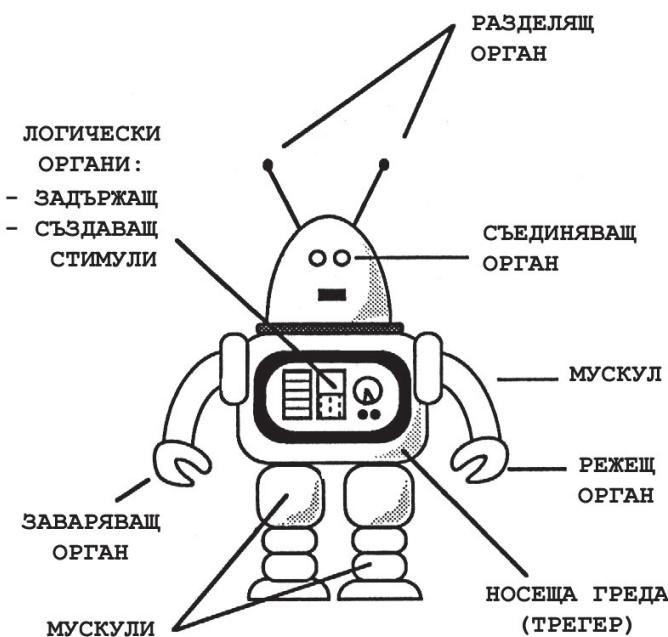
Истинският виновник в онзи случай е Джон фон Нойман. Тук, в лоното

на тази най-небесна от всички кули от слонова кост, където най-тежкият предмет от оборудването е парчето тебешир, където най-силният шум е този от прелистване на страници в библиотеката, Фон Нойман стига дотам да конструира нов вид електронноизчислителна машина. Не никаква имагинерна абстракция, а нещо реално – машина от метални части, гайки, болтове и всичко останало. Отгоре има нещо като комин, димоотвод или вентилационна

тръба, през което може да излиза топлината от всички намиращи се в нея загрети проводници и електронни лампи. Истинска парна машина.

Според редовните членове присъствието на такава сбирщина от предмети в Института е немислимо. Тези Исполински Мозъци са дошли в Принстън, за да се откъснат от безумния свят на шума и машините, тук, където техните проникновени мисли могат да ги спохождат в условията на тишина и спокойствие ... и ето ти го Джони фон Нойман, който превръща техния неземен рай в ... работилница! Та той използва монашеските удобства на техния Институт за правене на ... уред!

В Института, Тази Истинска Платонова Небесна Обител, такова поведение е недопустимо. То е долно. То е еретично. То би трябвало да се прекрати и в крайна сметка редовните членове намират решение на проблема. Но това става едва след като Фон Нойман умира. Макар да не се нуждаят от неговите грозни електронни измишльотини и да ги ненавиждат, никой не може да си позволи да се сърди дълго на Фон Нойман. Той е толкова приятен. Той организира онези страхотни партита, най-добрите в Принстън. Той обича жените и бързите коли. Обича вицовете, епиграмите и неприличните истории. Обича шумните веселби, мексиканската храна, хубавите вина и парите. Просто няма как да мразите такъв човек, така че редовните членове правят изключение и проявяват търпимост към Фон Нойман, неща, които не биха направили за никой друг. Въпреки тази мърлява работа с компютрите, той



си остава едно от най-големите светила, един от безсмъртните, един от богоете, които ходят по земята. Херман Голдстайн пише: „За него в Принстън казват, че макар в действителност да е полубог, той е изучил толкова добре хората, че може да ги имитира идеално“.

Наистина, работата на Фон Нойман върху компютрите и клетъчните автомати не е дори половината от неговата творческа дейност, по-вероятно е да е една пета част или по-малко. Той има таланта да създаде цели нови области на математиката, като например теорията на игрите. За Фон Нойман да докаже ергодичната теорема по принцип не е по-заслужаваща си труда дейност от предсказването на времето, конструирането на компютър или обучаването на величията в бизнеса как да се възползват по най-добрния начин от теорията на игрите, за да открият своята ниша в канибалския свят на свободния пазар. В Лос Аламос, по време на проекта Манхатън, Енрико Ферми дразнел Едуард Телър: „Едуард, ъ, как такъ унгарците на са открили, ъ, нищо?“ Но Фон Нойман, който сам е унгарец, помага да бъде открит механизъмът на имплозията за първата атомна бомба, а след това, заедно с Телър, Станислав Уlam и други участва в създаването на водородната бомба. Не е много редно – в действителност е отвратително, наистина ужасно! – да гледаш как този професор от Института прави компютри и създава бомби с такова удоволствие, с каквото открива математически дисциплини и прибира пари от различните си консултантски ангажименти. Но кой би могъл да се сърди на Джони? Никой. Той е толкова голям веселяк.

Това е една злокобна година за науката и технологиите. През февруари 1903 г. *Ню Йорк Таймс* публикува своята първа история за „така популярния радий“ и новината за радиоактивните елементи се разпространява по цял свят. По-късно, през октомври, в *St. Louis Post Dispatch* е отпечатана статия за радия, в която се казва, че „неговата мощ ще бъде невъобразима. С помощта на този метал могат да бъдат унищожени всички арсенали. Той би могъл да направи войната невъзможна чрез неутрализиране на натрупаните в света експлозиви ... Дори е възможно да бъде създаден уред, с който да бъде взривена цялата Земя и да се стигне до края на света“.

Разбира се, през същата година се случват и някои хубави неща. На 17-и декември 1903 г. на един плаж в Северна Каролайна братята Райт осъществяват своя пръв управляем полет над пясъка, с което ни тласнаха по пътя към космоса. Единадесет дена по-късно в Будапеща се ражда Джон фон Нойман. Той ще ни въведе в ерата на компютрите, роботите и изкуствения интелект. Син на преуспяващ банкер, Джони не е бавноразвиващ се като Айнщайн. На шест години може да дели на ум две 8-цифрени числа и се шегува с баща си на древногръцки. Две години по-късно вече се занимава с висша математика и демонстрира фотографската си памет, като прочита някоя стра-

ница от телефонния указател на Будапеща и повтаря със затворени очи името, адресите и телефонните номера в нея.

Джони се записва в Университета на Будапеща, който за него е преди всичко трамплин за начинанията му и ресурс за пътуванията му – до Берлин, за да слуша лекцията на Айнщайн по статистическа механика, до Цюрих, където се включва в програмата по инженерна химия на прочутия ЕТХ, и, разбира се, до Гьотинген, където учи при именития математик Дейвид Хилберт. На 22 годишна възраст Фон Нойман увенчава цялата тази трескава дейност с две образователни степени – диплома от ЕТХ по инженерна химия и Ph.D. от университета на Будапеща, *suntta cum laude* по математика – с допълнително взети минимуми по експериментална физика и химия.

Когато пристига в Гьотинген, квантовата механика вече е в центъра на общественото внимание. Основното предизвикателство е да бъде дадено логично математическо описание на атома, такова, което да съдържа конкурентните теории на Вернер Хайзенберг и Ервин Шрьодингер. След като получава дипломите си, Фон Нойман се заема да обедини тези две теории и в периода от 1925 г. до 1929 г. написва серия от статии, издадени през 1932 г. в първата му книга *Математически основи на квантовата механика*. Днес, повече от петдесет години по-късно, тази книга още се преиздава.

Ключът към описанието, което Фон Нойман дава на кванта, е в използваното от него „Хилбертово пространство“, понятие, което Хилберт въвежда, за да изследва уравнения с безброй променливи. Ако искаме да решим една система от две уравнения, като например

$$x - y = 1 \text{ и } x + y = 7,$$

можем да намерим стойностите на x и y по един от следните два начина. Можем да използваме елементарната алгебра или аналитичната геометрия. Във втория случай трябва да представим двете уравнения графично в една и съща координатна система. Ако съществува решение на тези две уравнения, получените прави ще се пресичат в точка, чийто x и y координати са стойностите на двете неизвестни.

Същият подход може да бъде приложен към уравнение с повече от две неизвестни, така че ако имаме уравнението

$$x^2 + y^2 + z^2 = 1,$$

то с добавянето на оста z ще създадем тримерно пространство, в което това уравнение може да бъде представено графично. Получава се сфера с радиус 1, чийто център е в пресечната точка на трите оси.

Едно уравнение може да бъде представено графично, дори когато е с повече от три неизвестни, но да се направи това, означава да се напусне обичайният тримерен свят и да се навлезе в сумрачната зона на Хилбертовото пространство. Повече променливи означава повече координатни оси: например едно уравнение с пет неизвестни описва сфера с пет измерения или „хи-

персфера“. Това, което прави Хилберт, е да разшири тази прогресия до уравнения с безброй променливи, чието геометрично представяне изисква пространство с безброй измерения. Такова пространство, наистина, не е физическо пространство – при условие, че физическото пространство се определя като съставено от познатите ни три измерения. Въпреки това математиците и физиците използват това безкрайномерно пространство на Хилберт рутинно, особено в контекста на квантовата теория, за решаване на проблеми от реалния свят. Тази своя дейност те могат да извършват в огромна степен благодарение на Фон Нойман.

В средата на 20-е години на 20-и век две противоположни интерпретации на квантовите явления усложняват живота на физиците. Едната е матричната механика на Хайзенберг, другата е теорията на вълновата функция на Шрьодингер и физиците не знаят на коя от двете да вярват. Според Вернер Хайзенберг характеристиките на една квантова система се представят чрез матрици – правоъгълни таблици от числа, подобни на картите за игра на бинго или на периодичната система на елементите. Всяка матрица от числа представлява отделна характеристика, например съществува матрица за енергетичното ниво на кванта, друга за местоположението, още една за импулса и т.н. Хайзенберг използва матрици от числа, а не отделни числа, защото смята, че на характеристиките на частиците е присъща неопределеност. Частицата прилича повече на петно в пространството отколкото на точка върху права, казва той, така че нейното местоположение не може да се представи чрез отделни цели числа, а само чрез внушителни масиви от такива. Отделните числа в масива съответстват на различните вероятности характеристиката на частицата да има тези конкретни стойности.

От друга страна, Ервин Шрьодингер твърди, че състоянията на атома трябва да се разглеждат като материални вълни. Според него един електрон, който обикаля около ядро, не се движи по плавна кръгова траектория като планета около Слънцето, а по синусоидална крива. Другите квантови частици могат да се представят по аналогичен начин като вълни и законите за тяхното движение би трябвало да се записват чрез вълнови уравнения.

На това място Джон фон Нойман се намесва в спора и обединява двете теории. Ключът към това е Хилбертовото пространство. Фон Нойман показва, че ако атомните състояния се представят като вектори в едно безкрайномерно пространство на Хилберт, то въртенето на тези вектори ще съответства както на числени стойности в матриците на Хайзенберг, така и на вълновите функции в теорията на Шрьодингер. Джони вмества всичко това в рамките на една нова математическа аксиоматика, която прави почти логично привидно случайното поведение на квантовите частици.

Постигайки гореизброеното на 26-годишна възраст, Фон Нойман си осигурява международна известност и през есента на 1929 г. Озулд Веблен,

който по онова врем все още е в катедрата по математика на Принстънския университет, го поканва да изнесе в Принстън серия от лекции „по някои аспекти на квантовата теория“. Фон Нойман приема и след като прекарва известно време в страната, стига до заключението, че той и Съединените щати са създадени нарочно един за друг. Това е земята на оптимизма, прагматизма и предприемчивостта. Хората са отзивчиви, дружелюбни, непринудени и, което е най-важното, обичат да се забавляват, точно като и той. Разбира се, в Америка липсват някои от удобствата на стария свят, като например кафенетата, малките бистра, където можете да си сърбате кафето и да пушите пури, като същевременно обсъждате с часове ситуацията с ергодичната теорема. По едно време Фон Нойман възнамерява да отвори кръчма в Принстън, но не осъществява тази своя идея. Той обаче прави друго прекрасно нещо – започва да организира своите партита. Според тогавашните сътрудници на Института те са били нещо като малки оперети.

„Бяха невероятни“, казва един от старите приятели на Фон Нойман. „Историите, които сте чели за тези партита, не са преувеличени. Фон Нойман беше изключително остроумен и енергичен човек, беше по-дебел от мен. Знаеше как да се забавлява.“ Тези вечеринки се провеждат редовно, поне веднъж седмично, понякога два пъти, в неговата голяма къща на Уесткот роуд 26, където питиетата се разнасят от сервитори в униформи. Има танци, тютюнев дим, звучен смях и другарски взаимоотношения. „У Фон Нойманови онези дърти гении ставаха направо леснодостъпни.“

Когато в Принстън се поставят основите на ИАИ, най-естественото нещо е Фон Нойман да бъде поканен в него, така че, заедно с Айнщайн, Веблен и Алегзандър, Джони става институтски професор. Той е направо младеж в компанията на старци. „Беше толкова млад“, казва един от сътрудниците, „всеки, който го срещнеше там, го вземаше за току-що завършил студент.“

На един диспут между велики умове Фон Нойман демонстрира най-бърза мисъл и то с голямо аванс пред следващия го. „Неговият интелект беше такъв“, казва Джулайан Бигелоу, който работи с него по компютърния проект, „че ако го посетите, за да споделите някаква идея, в рамките на пет минути той вече е на пет преки пред вас и знае точно къде отива. Умът му беше толкова бърз и остър, че беше невъзможно да следиш мисълта му. Никой в света, доколкото мога да преценя, не беше в неговата категория.“

Мнозина математици казват, че не боравят добре с числата, че не могат да събират, изваждат, умножават или делят по-бързо от останалите. Но Фон Нойман беше сметачна машина в човешки образ. „Когато неговата електронноизчислителна машина беше готова за първото си предварително изпитание“, казва Пол Халмос, един от асистентите на Джони в Института, „някой предложи относително проста задача. (Беше нещо от вида: коя е най-

малката степен на 2, чиято четвърта цифра отдясно е 7? Напълно тривиална задача за един съвременен компютър – може да се реши за по-малко от секунда машинно време.) Машината и Джони започнаха едновременно и Джони я реши пръв.

Трябва да сте наистина добър стенограф, за да можете да си водите бележки по време на негова лекция. На семинарите си Фон Нойман написва на черната дъска десетки уравнения, като ги вмества в квадрат с размери около 60 x 60 cm² в единия ъгъл на дъската. Веднага след като напише една формула, той я изтрива с гъбата и на нейно място написва друга. Прави това отново и отново, уравнение – изтрива го, друго уравнение – и него изтрива и преди да сте го видели както трябва, той оставя гъбата и си почиства ръцете от тебеширения прах. „Доказателство чрез изтриване“, го наричат слушателите му.

Фон Нойман има истинска фотографска памет, никога нищо не забравя. Херман Голдстайн разказва: „Бих могъл да кажа, че той беше способен, след като веднъж е прочел една книга или статия, да я цитира дословно. Нещо повече, можеше да направи това и години по-късно, без да се замисля ... Веднъж проверих тази негова способност, като го помолих да ми каже как започва книгата „Приказка за два града“. Веднага, без каквато и да е пауза, той започна да цитира първата глава и не спря, докато не го помолих за това след около десет или петнадесет минути.“

В най-добрите традиции на свръхгениите Фон Нойман притежава своята доза ексцентричност. Например той винаги се облича като банкер, независимо от обстановката. Веднъж с жена си отиват на екскурзия в Аризона, където посещават Големия каньон. Тъй като обича приключенията, Джони естествено иска да се спусне до дъното на каньона върху едно от онези мулета, които на кервани носят туристите по стръмните пътеки надолу. Всички са облечени подходящо за случая – с къси ръкави, каубойски ботуши, сомбрера и т.н., но не и Фон Нойман. Естествено, че не. Той е там, върху коня, мулето или каквото е било, в стандартната си бяла риза, с връзка и сако с подаваща се от малкото джобче носна кърпичка. Очевидно е убеден, че трябва да се страда, но да се спазва стилът. Има го и онова с отработването на точния акцент. Все пак Фон Нойман не желае да бъде твърде много американец. „Казваше, например, не цяло, а цело,, обяснява Херман Голдстайн, „но от време на време го произнасяше правилно. След това, обаче, бързо се коригираще и отново го казваше по своя начин.“

Не липсват и професорските прояви на разсеяност. Съпругата на Фон Нойман, Клара, си спомня, че веднъж била болна и го изпратила да й донесе чаша вода. „След малко се върна и ме попита къде са чашите. Живеехме в тази къща само от седемнадесет години.“ (Все пак те имат прислуга, която се занимава с тези неща.) Една сутрин Джони заминава за някаква среща в Ню Йорк. На сред път установява, че е забравил с кого трябва да се срещне,

така че се обажда на жена си и я пита. „Зашо пътувам за Ню Йорк?“ Наистина е бил голяма зодия!

Неизбежно е най бързият ум на западната цивилизация рано или късно да се сблъска с „електронния мозък“. ЕНИАК (ENIAC – the Electronic Numerical Integrator and Computer) е конструиран във Филаделфия, само на около 80 километра по шосе от Принстън. Събирането на едно място на тези два „числояди“ е един от онези съдбоносни исторически моменти, които са резултат на случайната среща на двама мъже. Мъжете са Фон Нойман и Херман Голдстайн. И двамата работят за Лабораторията на американската армия по балистични изследвания на полигона Абърдийн, Мериленд. ЕНИАК е конструиран, за да бъдат изчислявани траектории на снаряди и други подобни за нуждите на армията. Голдстайн пътува често между Абърдийн и Филаделфия и един ден, през август 1944 г., докато чака влака, кой мислите крачи напред-назад по перона – самият Джон фон Нойман.

„До този момент не бях се срещал с този велик математик“, си спомня Голдстайн, „но, разбира се, знаех много за него и бях слушал няколко негови лекции. Поради това за мен беше твърде голяма дързост фактът, че се приближих до тази световноизвестна личност, представих се и започнах да говоря. За мой късмет Фон Нойман беше сърдечен, дружелюбен, човек, който полагаше максимални усилия да накара хората да не се притесняват в негово присъствие. Скоро разговорът се насочи към моята дейност. Щом Фон Нойман разбра, че се занимавам с разработването на електронноизчислителна машина, която да извършва 333 умножения в секунда, атмосферата между нас се промени от такава на спокойно весело настроение в друга, подобна по-скоро на онази при устен изпит за докторска степен по математика.“

След няколко дена Фон Нойман е във Филаделфия и разглежда съсредоточено ЕНИАК. „В онзи период“, казва Голдстайн, „двета акумулаторни теста бяха в пълен ход. Спомням си с удоволствие реакцията на Екърт по повод предстоящата визита. (Преспър Екърт създава ЕНИАК заедно с Джон Мокли.) Той каза, че би могъл да прецени дали Фон Нойман наистина е гений по първия въпрос, който ще зададе. Ако въпросът е свързан с логическата структура на машината, той щял да повярва във Фон Нойман, в противен случай – не. Естествено първият въпрос на Нойман беше такъв.“

Пет месеца след тази първа среща между Умът и Машината Фон Нойман вече планира да създаде свой собствен компютър в ИАИ. Но първа точка от дневния ред е да получи ясна представа за недостатъците на ЕНИАК, каквито съществуват предостатъчно. Преди всичко тя е прекалено голяма. В действителност положението е още по-лошо – тя е колосална, истински динозавър от тръби и жици. Дълга е 30 метра, над 3 метра висока и около

метър широка. Има над 100 000 части, в това число 18 000 лампи, 1500 реле-та, 70 000 резистора, 10 000 кондензатора и 6000 превключвателя. Изглежда безкрайна и Фон Нойман често се шегува, че нейното поддържане напомня труда на Сизиф. Когато веднъж машината работи в продължение на 5 дни, без да изгори дори една лампа, създателите ѝ изпадат в еуфория.

ЕНИАК харчи толкова много електроенергия, че според легендата, всеки път, когато я включват, крушките в цяла Западна Филаделфия започват да мигат. От функционална гледна точка, обаче, размерите на машината, честотата на повредите и консумираната енергия са дребна работа в сравнение с изискванията за нейното програмиране. За разлика от днешните [към 1987 г.] компютри с широко приложение, които могат бързо да се превключват от текстова обработка към правене на графики и триене на флопи дискове, ЕНИАК е конструирана така, че да прави основно само едно нещо, което е изчисляването на диаграми за изстрелване и бомбардирание. Подготовката ѝ за различна от тази дейност е трудоемко. Всеки път, когато с машината трябва да се решава друга задача, това става чрез изцяло ръчното репозициониране на превключватели и промени в свързването на кабели. Тъй като има хиляди превключватели и стотици външни кабели и куплунзи, били необходими два-три дена работа на няколко техники за пренастройването ѝ за задача, която машината решава след това само за няколко минути.

Този път води към психиатрията. Съществува идея, която витае във въздуха, че концепцията на компютъра трябва да бъде основно променена, идея, която днес е известна като програмно осигуряване. Произходът ѝ е неясен. Някои компютърни историци смятат, че е на самия Фон Нойман, други посочват за нейни автори Мокли и Екърт, а трети откриват корените ѝ при британския математик Алън Тюринг. (Фон Нойман се среща с Тюринг в Кеймбриджия университет през лятото на 1935 г., а по-късно Тюринг идва в Принстън, за да получи докторската си степен. Фон Нойман предлага на младия човек място в Института като негов асистент, но Тюринг решава да се върне в Кеймбридж.) Откъдето и да идва обаче, очевидно Фон Нойман е човекът, който възприема идеята за програмно осигуряване и я превръща в работеща система. Той иска да вкара машинното програмиране в самия компютър, не като вътрешно окабеляване, а във вид на електрически заряди и импулси. Това ще бъде напредък, тъй като би позволило работата на машината да се управлява и видоизменя, без да се променя външното окабеляване и да се въртят превключватели.

Но идеята за машина, която да бъде управлявана отвътре, противоречи на общоприетите представи и на здравия разум. Машините винаги са управлявани отвън чрез бутони, лостове, превключватели и т.н. Дори машините, които се програмират, като например тъкачния стан на Жакард, се управляват чрез физически обекти – перфокарти или перфоленти, – които са извън и често

напълно отделени от самата машина. За да се твърди по онова време – както прави Фон Нойман, – че една машина може да бъде управлявана чрез недоломими електрически импулси отвътре, е необходим голям интелектуален скок.

Фон Нойман стига до извода, че основните функции на един компютър – събиране, изваждане и други – могат да бъдат осъществявани чрез технически средства (хардуерно) в самата машина, да бъдат част от нейната физическа структура. Но редът и комбинациите за реализирането на тези функции могат да бъдат програмирани. Машината трябва да е способна да решава различни задачи, без да е необходимо да тичате около нея и да натискате копчета, да въртите ключове и т.н. *Не би трябвало да е необходимо да променяте машината.* Трябва само да сменяте инструкциите ѝ. „След като веднъж тези инструкции се подадат на съответното устройство“, казва Фон Нойман, тя трябва „да ги изпълни изцяло и без да е необходима каквато и да е била човешка намеса.“ Влиза задачата, излиза отговорът. Няма хък, няма мък.

През пролетта на 1946 г. Джони се заема решително да си направи собствен компютър в ИАИ. Съществуват само две пречки: пари и съгласието на ръководството на Института. Парите са лесният проблем. Трудното е да се накарат началниците в Института да му разрешат да конструира машина в тяхната свещена обител. Дори в самия Математически отдел проектът за направата на компютър не се ползва с особена популярност.

Отделът свиква събрание, за да обсъди проблема, и според протоколите, „В дискусията е обърнато внимание на ефекта от подобна дейност върху развитието на математиката и върху общата атмосфера в Института. Изказанието персонални мнения варират от това на професор Зигел, който по начало предпочита сам да изчислява логаритмите си, а не да ги търси в таблица, през това на професор Морс, който смята проекта за неизбежен, но далеч от оптимален, до това на професор Веблен, който простодушно приема с охота всеки напредък в науката, независимо от това в каква посока води той.“ (Протоколите се пишат от самия Веблен, за когото е известно, че вмъква в тях по някой и друг хаплив коментар.) На Айнщайн изглежда му е все едно – изчислителната машина, шегува се той, не би го доближила по никакъв начин до единната теория на полето.

Ръководствата на другите отдели, като например този по хуманитарни науки, са още по-неотзвчиви. Дори днес някои от привържениците на старите правила се ужасяват от самата идея за *конструиране на каквото и да било* в ИАИ. Харолд Чернис, специалист по древногръцка философия, става професор в Института през 1948 г., когато машината вече е в процес на създаване. „Ако погледнеш назад“, казва днес Чернис, „очевидно съществуват сериозни аргументи в полза на създаването на машината, но аз пак бих бил

против това. Компютърът няма нищо общо с целите, за които е бил създаден този институт. Изчислителната машина е *практическо* начинание, а не се е предполагало ИАИ да има практическа насоченост.“

Франк Айделот, от друга страна, който вече е поел юздите на управлението от Ейбрахам Флекснър, многократно през годините възнамерява да насочи Института в по-приложно русло. Според него би било добре, въпреки величествените си позиции в Платоновия рай, директорите на Института да не са убедени, че е здравословно за такава огромна тълпа от хора да не правят нищо друго, освен да се шляят наоколо и да философстват.

Във всеки случай Айделот заявява на членовете на управителния съвет, че колкото и занаятчийско да би било всичко това, проектът за изчислителна машина е нещо, което Институтът не трябва да пропуска. „Смятам, че е много вероятно“, казва той пред събранието на управителния съвет, „съществуването на такава изчислителна машина да открие пред математиците, физиците и другите учени нови области на знанието по същия забележителен начин, както 5-метровият телескоп (на Маунт Паломар, по онова време в строеж) обещава да създаде възможност за наблюдаване на светове, които в този момент са изцяло извън обсега на съществуващите инструменти.“ Компютърът ще бъде наистина нещо физическо, но ние все пак можем да го направим тук, защото неговата обосновка е теоретическа. „Струва ми се много важно“, казва той, „първият инструмент с това качество да бъде създаден в институция, посветена на чисто теоретични изследвания.“

Е, кой може да устои? Тук е най-бързият ум на западната цивилизация, човекът, за когото неврон и диод са сродни понятия, който иска само 100 000 долара, за да може да продължи работата си. Фон Нойман вече мисли за връзката между механичния и биологичния мозък и кой би могъл да каже какво може да излезе от това. И, разбира се, налице е същественият факт, че човекът зад този проект е не някой друг, а нашият мил, обичан от всички ни веселяк Джони.

Така че те му дават неговите 100 000 долара. Но това не е всичко. Радиокорпорацията на Америка се включва с още повече пари, както и Артилерийският отдел на армията, Управлението на военноморските изследвания и Комисията по атомна енергетика. Парите не са проблем. В сравнение с разрешението на институтското ръководството, набавянето им се оказва наистина детска работа.

Година и половина след като Фон Нойман и Голдстайн се срещат на гарата в Абърдайн, Джони вече събира екип за работа по Проекта за създаване на електронноизчислителна машина ECP (Electronic Computer Project) в ИАИ. Убедил е Голдстайн да напусне проекта ЕНИАК. След това привлича Артър Бъркс. Бъркс е рядък човек. Той е доктор по философия, който разбира и от електрични вериги. Но освен това трябва да има и хора, които

ще правят нещото реално – с ръцете си. Фон Нойман ще осигурява големите идеи, ще определя целите и принципите на конструкцията, но работата с по-ялник определено не е в репертоара му. Той се нуждае от главен инженер.

Математикът от Масачузетския технологичен институт (М.И.Т.) Норбърт Винер препоръчва Джулиан Бигелоу. Бигелоу има степен по електроинженерство и по време на войната известно време работи за IBM, а след това става асистент на Винер в М.И.Т. Винер и Бигелоу конструират автоматичен прицелен механизъм за противосамолетни оръдия. Сърцевината на устройството е процесор, който събира данни за траекторията на полета на самолета, а след това дава указание за насочване на оръдието. Ако всичко работи правилно, снарядът и самолетът се озовават на едно е също място в един и същи момент и се получава едно прекрасно аутодафе.

През януари 1946 г. Бигелоу пристига в Принстън за интервю с Фон Нойман. Закъснява с два часа. Пътува от Масачузетс с колата си – малък Уилис, модел 1937 г., – но колата не е в блестящо състояние и се налага често да спира, за да поправя едно или друго. Накрая, точно когато Фон Нойман вече губи надежда, едно грохнало возило спира пред къщата му и след няколко гърмежа от ауспуха двигателят му затихва. От него слиза Джулиан Бигелоу и се отправя към къщата.

„Фон Нойман живееше в голяма елегантна къща на Уесткот Роуд в Принстън“, разказва Бигелоу. „Паркирах колата и се отправих към нея. В дворчето насам-натам тичаше голямо куче. Почуках на вратата и Фон Нойман, който беше дребен, спокоен и скромен на вид човек, отвори вратата, леко се поклони и ми каза: Бигелоу? Заповядайте. Кучето профуча между краката ни и влезе в хола. Легна на килима пред нас и по време на цялото интервю – дали съм съгласен да дойда тук, какво зная, какви ще са задълженията ми, – а то продължи може би 40 минути, шеташе навсякъде из къщата. Към края Фон Нойман ме попита дали винаги пътувам с кучето си. То, разбира се, не беше мое, а се оказа, че не е и негово, но Фон Нойман – бидейки дипломатичен средноевропеец – любезно беше избягвал да зачекне темата до самия край на интервюто.“

Фон Нойман казва на Бигелоу, че иска да конструира изцяло нов тип компютър, много бърз, неспециализиран, машина с вградени програми. „Като начало“, предава думите му Бигелоу, „тя би трябвало да е с паралелна структура, да има памет за програми, да бъде много опростена в смисъл, че трябва да осъществява крайно малък брой аритметични операции – събиране и изваждане, – които да извършва много бързо. Фон Нойман смята, че по този начин ще се върши цялата работа, тъй като умножението и деленето могат да бъдат програмирани чрез условни събирания и изваждания. Идеята е да се направи така, че машината да работи колкото е възможно по-бързо, а програмите ще имат грижата за останалото. Фон Нойман обяснява какви

скорости иска да постигне – трансфер на един бит информация за около една микросекунда. Но накрая стигна до мисълта, че може би ще бъде по-ефективно в програмното осигуряване да се заложи и умножението.“

Направата на изчислителната машина започва през юни 1946 г. в сутерена на Фулд Хол, в парното помещение, и скоро след това Фон Нойман, до този момент физикоматематик, затъва до ушите в електрониката и пише писма, в които казва неща като: „Съществуват два нови (от 1944 г.) миниатюрни пентода, които могат да ни бъдат полезни: 6AK5 и 6AS6 ... И двата са със стръмни анодно-решетъчни характеристики на управляващите решетки. При 6AK5 защитната решетка и катодът са вътрешно свързани, а при 6AS6 защитната решетка е с отделен извод и също има стръмна характеристика: -15 V при +150 V на екраниращата решетка“.

Институтът иска да разположи проекта в отделна сграда, да го скрие от погледите и от мислите на редовните си членове, но има проблем – да се получи съгласието на градската управа. В края на краищата в съседство са най-богатите жилищни квартали на Принстън, а добрите граждани не харесват идеята за работилница – „компютърна фабрика“, – която да изникне в задния им двор. Така че се свиква общоградско събрание. „А там беше онзи идиот от лабораториите RCA, с цяла докторска степен по химия, и той отиде на това събрание и каза, че не искаме там такава отделна сграда, защото в нея ще се вдига много шум. „*Но вие не бихте могли да го чувате*“, казва Бигелоу. „Ако сте на улицата пред такава сграда, *дори не бихте могли да кажете* дали ние сме в сградата и работим по машината или не.“

Инженерите прекарват една година в парното помещение, изграждайки апаратурата за тестване и проектирайки прототипа. Пред януари 1947 г. Институтът получава разрешението на града за строеж на нова сграда и изграждането ѝ извън кампуса започва. Тя е голяма, плоска едноетажна постройка. Изобщо не е в Джорджиански стил, отдалечена е от останалите части на Института и се различава от тях по конструкция и атмосфера. През лятото компютърният екип се премества в сградата на ЕCP.

Прототипът заработка веднага. „Работеше толкова добре“, казва Бигелоу, „че когато го включихме за пръв път, той не се нуждаеше от никакво допълнително регулиране и настройване.“ После сглобяват цялото 40-стъпално устройство. „Фон Нойман обикновено нахвърляше полу готови идеи на черната дъска, а Голдстайн ги поемаше, систематизираше ги и от тях правеше нещо за машината. От друга страна Фон Нойман често имаше твърде смътна представа за това как ние ще направим това нещо технически. Често обсъждаше с мен някакви неща и ги оставяше широко отворени, а аз ги обмислях и се връщах с експериментална схема, а след това хората от моята група тестваха.“

Макар изчислителната машина на ИАИ да е с вградени програми, тези

програми не са написани на някой от днешните езици от високи ниво, каквито са БЕЙСИК или Паскал. Те са на машинен език, състоящ се от дълги поредици нули и единици. За да бъде накарана тази машина да направи това, което един съвременен компютър прави само с натискането на клавиша *backspace*, е необходимо на машинен език да се въведе фраза от вида 1110101. „Нямаше го дори езикът Асемблер“, казва Бигелоу, „нищо от удобствата, които имаме днес. При това положение техническите умения на Фон Нойман бяха достатъчни, за да се справи. Освен това той не можеше да си представи, че някой, който е работил с изчислителна машина, няма да може да програмира на машинен код.“

Тестването на машината налива масло в огъня в това царство на спокойните размисли, защото то не е нещо безобидно като пускането на програма за намиране на първите 5000 прости числа. О, не! То съвсем не е толкова безобидно и прозаично. Фон Нойман е включен във създаването на водородната бомба в Лос Аламос – много от кабинетите в сградата на ЕСР са предназначени за временно пребиваващи учени от Лос Аламос – и на Джони му хрумва, че едно от изчисленията, необходими за термоядрената реакция, би могло да се направи с новата изчислителна машина. Необходимата изчислителна работа е огромна, най-обемистата, осъществявана до този момент от човек или машина. Състои се от повече от един милиард аритметични и логически операции, само за да се установи дали термоядрената реакция ще протече според очакванията. Така че първата задача, поставена на машината, е дали водородната бомба ще избухне или не. Отговорът е да.

„Това изчисление бе осъществено през лятото на 1950 г. от Маршал Розенблут“, казва Бигелоу, „макар че машината все още не беше напълно готова. При нея дежуреха инженери, за да поддържат работата ѝ, и тя работи в продължение на 60 денонощия с много малко грешки. Свърши добра работа. А самото изчисление беше наистина историческо.“

По-късно, разбира се, когато Институтът представя официално своята изчислителна машина, през юни 1952 г., демонстрационната задача е напълно приемлива за всеки чист математик. Тя е свързана с хипотезата на Кумер, проблем в теорията на прости числа. За да бъде отпразнувано откриването на машината, Фон Нойман организира още едно парти. Там, в хола на Фон Нойман, е поставен умен модел на електронноизчислителната машина на Института за авангардни изследвания. Той е направен от лед.

Машината на Фон Нойман е напълно автоматична, цифрова и широкопрофилна. Тя е с вградени програми, а архитектурата ѝ става стандарт за едно следващо поколение серийно продавани машини. По всички стандарти на практиката – естествено не според критериите на Института! – компютърният проект на Фон Нойман е безсъмнен триумф. По времето, дока-

то тази машина е в действие, с нея се решават задачи в областите на абстрактната математика, физиката и числената метеорология. Правят се изчисления, свързани с вътрешната структура на звездите и със стабилността на орбитите в ускорителите на частици. Тя действително е една широкопрофилна машина.

По-съществено, обаче, от отделните задачи, които тя решава, е това, че изчислителната машина на Фон Нойман става повод за публикуването на поток от статии, който непрекъснато тече от Института – пионерски работи върху теорията и практиката на изчисляването с помощта на машина. В този поток е статията на Фон Нойман „Първа версия на отчет върху EDVAC“, която съдържа първото подробно описание на първия в света компютър с вградени програми. Там е и статията в три части „Задачи по планиране и кодиране за електронноизчислителен уред“, написана съвместно с Голдстайн и Бъркс. Публикувана е и теорията на програмирането с перфокарти и на машинен език. За да насърчат разпространяването на знания, авторите нарочно се въздържат от налагане на авторски права върху тези статии, както и от патентоване на самата машина. Фон Нойман и колегите му осъществяват умствената дейност и експерименталните тестове, а след това, в най-добрите традиции на академичната наука, оставят резултатите от своята работа достъпни за свободно ползване от всеки и от всички.

Тъй като машината е нова и редовните членове не знаят как да използват нейните възможности, другите учени в Института не обръщат особено внимание на новия електронен мозък, който се намира в собствения им заден двор. „Никога не е имало нещо, за което да ни е необходима обемиста изчислителна дейност“, казва математикът Дийн Монтгомери. Над всичко обаче надделява усещането, че истинският учен в Платоновия рай не би трябвало да се занимава с *механизми*. „Снобите в нашия институт“, казва Фриймън Дайсън, „не биха могли да толерират присъствието на електроинженери, които цапат с мръсните си ръце чистотата на нашата творческа атмосфера.“

Разбира се, има външни хора, които са готови да плащат за компютърно време, но управата на Института смята това за абсурд. „Не се допускаше да сключваме външни договори“, обяснява Джулиан Бигелоу, „тъй като те биха били в някакъв смисъл корумпиращи. Така че не можехме да използваме машината. Накрая тя беше поета от Принстънския университет и те я използваха още три години.“

В края на 50-те години, след смъртта на Фон Нойман, редовните сътрудници на Института и членовете на управителния съвет назначават комисия, която да приключи компютърния проект. Тази комисия организира изслушвания по въпроса в дома на директора, по-точно в хола на Опънхаймър. „Това беше по времето, когато Институтът правеше нещата както трябва“, казва Харолд Чернис. „Всичко беше непринудено“.

Комисията призовава хора, които да дават показания, но всичко е не особено сериозно, като в клуб за джентълмени, когато правят промени в правилника му. Така например Херман Голдстайн идва в Олдън Мейнър и твърди, че машината вече не представлява средство за изследователска дейност, че тя вече е готова за комерсиализиране. Идват и други и разказват същата история и накрая учените джентълмени решават да закрият целия проект. „Но ние взехме по-общо решение“, казва Харолд Чернис. „То представляваше декларация, че при нас няма да се развива експериментална наука, че в Института няма да има лаборатории и нищо от този род.“ Оттогава това положение на нещата се запазва. Бащите на Платоновия рай триумфират. Или, както го определя Фриймън Дайсън, „Снобите се реваншираха“.

Когато през 1958 г. компютърът на Фон Нойман хладнокръвно е пенсиониран, той е пренесен в Смитсъновия институт, където и днес е общодостъпен музейен експонат. За разлика от него, в ИАИ главното помещение на проекта ЕСР, в което е конструиран този компютър, не е третирано като историческо място. В него няма плоча с надпис или нещо друго, което да напомня за раждането на първата електронноизчислителна машина с вградено програмно обезпечаване. Помещението, което е в дъното на един мрачен и занемарен коридор, днес представлява склад, в който от пода до тавана са струпани кашони с хартия, пликове и папки. Дори може поетично да се каже, че в помещението има и купища от неизбежния продукт на компютърната революция – листинги, но най-добрият паметник на Фон Нойман в Института е другаде – в кабинета на Джон Милнър, чийто изследвания върху множеството на Манделброт не биха били възможни без компютър, както и в този на Стивън Улфрам, чийто компютърни симулации на клетъчните автомати дължат много на мозъка и труда на веселяка Джони.

През Втората световна война в Лос Аламос, по време на вечерните партита, които се провеждат редовно в този секретен град в планините на Ню Мексико, могат да бъдат срещнати едва ли не половината от най-великите физики. При едно от тези мероприятия, когато разговорът се насочва към темата за извънземните, за възможността другаде във Вселената да съществува разумен живот, Енрико Ферми задава прочутия си въпрос. Ако тези извънземни наистина съществуват, то той би искал да узнае само едно нещо: „Къде са?“. Вселената съществува от милиарди години, разсъждава той, достатъчно продължително за много вълни от извънземни колонизации на планетата Земя. Агресорите би трябвало да са тук, навсякъде около нас, вероятно дори каращи ни да изпълняваме техните заповеди. Но тях ги няма. Така че, ако те в действителност и наистина съществуват, тогава ... *Къде са?*“

Естествено безнадеждно върващите в извънземния разум имат прекрасен отговор на този въпрос. Извънземните са си у дома, в своя свят, както и

ние. Франк Дрейк например, един от основателите на движението СЕТИ (SETI – Search of Extraterrestrial Intelligence), казва, че съществата от другите светове са решили, че междузвездните пътешествия не си заслужават усилието, така че те „си живеят спокойно и щастливо в околностите на собствените си звезди.“

Но по-късно скептиците по този тема се обединяват около новия въпрос на Ферми: Ако наистина съществуват всички онези извънземни същества, пръснати навсякъде из Вселената, тогава: „*Къде са техните машини на Фон Нойман?*“ В края на краищата машина от типа на тази на Фон Нойман е един самовъзпроизвеждащ се универсален конструктор, робот, който прави копия на самия себе си от никакви сировини, които се намират под ръка (или под щипка, какъвто може да е случаят). За да се достигне до други цивилизации, всичко, което един разумен вид би трябвало да направи, е да зададе един слаб начален тласък на машината на Фон Нойман, която рано или късно ще се размножи, разпространи и ще завладее Вселената. „*Ключовият момент*“, казва математикът Франк Типлер, „е, че веднъж изпратена в друга планетна система, машината на Фон Нойман, управлявана от други разумни същества, ще им даде възможност да използват всички налични в тяхната система ресурси. Всички видове проекти, неизпълними без нейна помощ, стават възможни. Но ние *не* виждаме извънземни машини на Фон Нойман да завладяват центровете на Далас или Чикаго. Следователно спокойно можем да се обзаложим, че все пак тук извънземни няма.“

Всичко това е признание за усърдието, с което Фон Нойман описва тези „машини на Фон Нойман“, самовъзпроизвеждащите се роботи, които той измисля, но за които днес нито един математик или физик не се и съмнява, че са теоретично възможни. Но защо? Защо физиците и математиците, които по правило са консервативно племе и не са особено склонни да строят въздушни кули, защо те така непредубедено желаят да поддържат твърдението, че никакви ужасни машини, безчувствени създания от зъбни колела и хладна стомана, биха могли по никакъв начин да са способни да участват в процес на самовъзпроизвеждане?“

В действителност идеята за самовъзпроизвеждащи се машини съвсем не е чак толкова нова. Рене Декарт, френският математик и философ от седемнадесети век, твърди, че животните на практика не са нещо повече от машини и че човекът също е машина, но на него бог му е дал душа. Според Декарт няма нищо мистично или неизразимо в хората или животните, поне колкото се отнася до техните *тела*: телата са просто физични системи, чиито функции се подчиняват на природните закони като всичко останало във Вселената. Човешкото тяло, казва Декарт, е „машина, която, бидейки създадена от божите ръце, е несравнено по-добре устроена ... от всички онези, които могат да бъдат създадени от човека.“

Схващането на Декарт получава различни имена: материализъм, редукционизъм, механицизъм, детерминизъм. Всички те подчертават принципа, че всичко във Вселената, т.е. всичко *физическо* – недоловимите същности като душа и дух са съвсем друго нещо, – може да бъде сведено до материални процеси и движение. „Всички природни явления“, казва Декарт, „могат да бъдат обяснени по този начин. Затова аз мисля, че във физиката нито са необходими, нито са желателни, други никакви принципи.“

Извисен до обект на философията на науката, възгледът материя-и-движение представлява върхът на оптимизма, че човек може да опознае природата. Това е представата, че веднъж разбрали с най-големи подробности какво става в атома, ние ще знаем всичко, което е необходимо да се знае. Няма да е останало каквото и да било, което да е убягнало на човешкия разум, нищо тайнствено, което да се е спотаило зад явленията – нищо скрито, нищо *висящо*. Няма невидими духове, свръхестествени сили, загадъчни изпарения, които биха могли да бъдат разбрани само с помощта на интуицията или на дошло свише божествено откровение. Мистицизъмът умира елегантно – съвсем заслужена смърт, – а Вселената е обявена за открита за знанието и напълно прозрачна за човешкия мозък.

Наречете го нескромно, арогантно или както си искате („въплъщение на високомерието“, например?), но тази гледна точка е в основата на цялата наука. Няма начин един действащ учен да пропилее живота си като си бълска главата в явленията, мъчейки се да разбере нещата, ако в същото време е убеден, че най-дълбоките пластове на природата, основите й, са произволни и не могат да бъдат разбрани. „Не бих искал да съм принуден да се разделя със строгата причинност“, казва веднъж Айнщайн. „В противен случай по-добре да бях станал обущар или дори крупие в казино, а не физик.“

Е, добре ... ако природата е отворена за нашите изследвания, ако няма нищо мистериозно по отношение на това как стават нещата, в такъв случай защо една машина наистина да не може да се самовъзпроизвежда? Клетките създават клетки, човешките тела създават човешки тела, така че защо ... да няма машини, които да създават машини?

През юни 1948 г., докато в другия край на кампуса екипът електроинженери изгражда компютър от „плът и кръв“, Джон фон Нойман изнася серия от три лекции в Принстън по въпроса за самовъзпроизвеждащите се машини. (Тук можем да видим основните моменти от типичния процес на полудяване на един математически гений: Докато неговите сътрудници сглобяват в лабораторията електронния мозък на компютъра, самият умопобъркан учен, с щръкнали коси, чертае планове за раса от самокопиращи се чудовища, които ще завладеят планетата. Разбира се, не е точно така ... но от друга страна много скоро след лекцията на Фон Нойман друг един математик, Франк

Типлер, излага свой възгled за извънземни машини на Фон Нойман, които завладяват Галактиката.)

След като говори в Принстън, Фон Нойман представя разширени варианти на лекцията си на други места. Той записва някои от тези свои открития, но умира, преди теорията му да получи завършен вид. По-късно Артър Бъркс, който е работил по създаването както на ЕНИАК, така и на компютъра в ИАИ, редактира и довършва работата на Джони върху автоматите и публикува резултатите като *Теория на самовъзпроизвеждащите се автомати*. Теорията на автоматите, за която със сигурност може да се каже, че е неговото най-ярко и оригинално постижение в науката, свързва работите на Фон Нойман в областите на математическата логика, компютрите и неврофизиологията и показва как най-основното свойство на живота – възпроизвеждането – може да бъде осъществено от прости машини.

Самовъзпроизвеждащите се машини, които Фон Нойман измисля, не са създания от реалния свят. Те са абстракции: идеализирани, идейни фикции, които съществуват само в човешкото въображение или на хартия. Независимо от това тези абстракции съдържат основния план за самовъзпроизвеждане на машини.

„Трябва да се внимава какъв смисъл влагаме в тези неща“, казва Фон Нойман. „Изобщо не става дума да се създава материя от нищото“. Нещо повече, продължава той, трябва да се мисли за репликирането на машини по аналогия с начина, по който животните, растенията и отделните клетки създават свое потомство. Те не пресъздават себе си от нищото, те използват сировините от околната си среда и същото трябва да става при машините. Те ще трябва да имат предварително подгответи запасни части.

„Представете си“, казва Фон Нойман, „че съществува практически неограничен източник на такива части, плаващи в огромен резервоар. В такъв случай можем да си представим един автомат, който функционира по следния начин. Той плава в същата тази среда. Основната му активност е да взема части и да ги сглобява или, ако попадне на агрегати от такива части, да ги разглобява.“ Това море от машинни части е механичният еквивалент на съществуващия в самото начало на Земята първичен бульон.

Всички земни организми са възникнали чрез поредици от еволюционни преобразования, които са напълно произволни и случайни. Няма нищо предопределено или необходимо в съществуването тук и сега на определени животни. Ако първоначалните условия на Земята са били различни или са възникнали други мутации, то днес бихме имало биологични видове, различни от тези, които съществуват. Фон Нойман обаче иска да знае какви са били механизмите, които е трявало да съществуват, за да се получи каквото и да било развитие от какъвто и да било тип. Иска да открие минимално необходимите средства за самовъзпроизвеждане, Платоновият архетип на генезис,

какъвто е съществувал в действителност. И не допуска чудеса: само материя в движение.

В тази лекция, изнесена в Института, Фон Нойман претендира, че една самовъзпроизвеждаща се машина би трябвало да има *поне* осем различни видове части, четири за мозъка и четири за мускулите. „Мозъците“ би трябвало да са съставени от органи, които съответстват на различни видове постъпващи стимули. Например, ако два стимула действат едновременно – респективно ако две необходими части попаднат в организма едновременно – машината трябва да знае това, т.е. тя трябва да притежава сензор, който да реагира на, и да доловя, едновременното постъпване на две или повече съобщения. Ако автоматът – роботът – е бомбардиран от всички видове стимули в един и същи момент, докато му е нужно да получи само един от тях, то той ще трябва да притежава способността да избира онова, което му е необходимо. Освен това той ще трябва да притежава нещо като часовник, орган, който да може да координира действията на всички останали части.

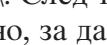
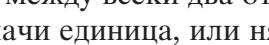
Колкото до тялото, една самовъзпроизвеждаща се машина ще се нуждае от Архимедова опорна точка, нещо, което да остане неподвижно по отношение на нещо друго. Да наречем това твърда компонента или носеща греда – трегер. Поставяте един или обединявате повече такива трегери и се получава скелетът на автомата. Скелетът може да бъде вътрешен, като човешкия, или външен, като на омар, без значение. Основното е той да притежава известна устойчивост.

Ако роботът трябва да сглоби две части, които плават наоколо в морето от части, той би трябвало да има орган за запояване. По същата причина би трябвало да притежава и устройство, с което да разделя две или повече неща, които вече са свързани помежду си, т.е. трябва да има орган за рязане. Освен това на роботът ще му трябва нещо, което да привежда в движение всички тези органи, т.е. някакви „мускули“.

Няма начин да се знае, разбира се, как би могъл да изглежда един такъв самовъзпроизвеждаща се механизъм, макар да е много лесно да си представим известен брой сладки и пухкави малки самовъзпроизводители (вж. фигуранта).

Колкото до процеса на самовъзпроизвеждане, нека допуснем, казва Фон Нойман, че в морето на частите плават два типа трегери и че роботът – който също се клатушка някъде там – се нуждае от тези трегери, за да направи копие на себе си. Нека предположим след това, че трегерите попадат в обсега на сензора и роботът ги съединява. Той прави това отново и отново съгласно плана и скоро се получава скелет там, където преди това е имало само набор от части. Но откъде идва „планът“ на робота?

Е добре, след като роботът има сензори, той би могъл да изучи структурата на някакъв обект – включително своята – като го опипва, а след това да

регистрира основните данни за тази структура чрез някакъв код. По-късно той би могъл да използва този код като отпечатък за направата на друг екземпляр от въпросния обект. Колкото до кода, Фон Нойман използва един метод на Алън Тюринг, който е открил, че всяка система от планове или инструкции би могла да се представи чрез двоичен код, т.е. чрез приста последователност от нули и единици. Така че Фон Нойман предлага автоматът да използва двоичен код и по-нататък показва как да се направи един такъв двоичен запис от трегери, които се реят в морето наоколо. Машината ще трябва да вземе една връзка трегери и да ги свърже така, че те да образуват нещо като назъбена верига:  След това между всеки два от тях тя или ще поставя един трегер вертикално, за да означи единица, или няма да поставя, което ще означава нула. Кодовата „дума“ 010011 например ще изглежда по следния начин: .

Кинематичен автомат

Щом веднъж имаме структурата на някакъв обект, закодирана по този начин, за автомата би било просто да направи копие на обекта, който е описан с кода. Роботът ще чете двоичната верига, ще избира необходимите елементи от околното море и ще ги сглобява по съответния начин. Резултатът ще бъде едно идеално копие на обекта.

Това, разбира се, няма да бъде самовъзпроизвеждане, освен ако си представим, че автоматът е научил собствената си структура и я е закодирал във вид на отпечатък, но за робота по принцип не съществуват пречки да го направи. В такъв случай самовъзпроизвеждането може да стане по следния начин. Преди всичко са даденостите: самият автомат, морето на резервните части и отпечатъкът. Освен това съществува механизъм за копиране на това копие. И накрая е контролиращият орган, който да организира всички операции, осъществявани след това в точната последователност. После започва процесът. Следвайки копието, роботът взема от околното море частта, от която се нуждае – трегер, част от мускул, някакъв орган и така нататък – сглобява едни неща и разделя други. Подрежда трегери, органи и какво ли не, съгласно копието, така че структурата на обекта точно да съответства на собствената му структура. Последната стъпка е роботът да направи копие на собствения си отпечатък и да го прикрепи към отрочето, като накрая се получава идеално копие на първоначалния робот. Съмовъзпроизвеждането на машината е осъществено.

Странното във всичко това е, че изяснявайки как всичко това *трябва* да се случи, Фон Нойман попада на самия начин, по който Майката Природа осъществява процеса. Фон Нойман прави своя абстрактен анализ на машинното самовъзпроизвеждане през декември 1949 г., а четири години по-късно Франсис Крик и Джеймс Уотсън обясняват как функционират молекулите на ДНК.

Оказва се, че молекулите на ДНК се самовъзпроизвеждат точно по начина, който Фон Нойман полага в основите на машинното самовъзпроизвеждане.

Фримън Дайсън пише в своята автобиография *Да смущиш вселената**: „сега всяко дете в университета изучава биологичното разпознаване на четирите компонента на Фон Нойман.“ Самият автомат, който осъществява работата по копирането, съответства на рибозомите в клетката, частиците, които пренасят генетичната информация в молекулите на протеина. Копиращият механизъм, частта от робота, която прави копие на собствения си отпечатък, съответства на РНК и ДНК полимеразата, веществото, което комбинира нуклеотидите (твърдите трегери) в дълги вериги от нуклеинови киселини (двоичният тип отпечатъци). Регулаторът, който насочва действията на робота, съответства на репресорните и дерепресорните молекули, които управляват развитието на гените, като карат различните клетки да се развиват по различни начини. И накрая е отпечатъкът, който съдържа в двоичен код структурата на робота. Той съответства на самия генетичен материал, на ДНК и РНК, които съдържат генетичния код.

„Доколкото знаем“, казва Дайсън, „основната структура на всеки микророганизъм, по-голям от вирус, е точно такава, каквато Фон Нойман казва, че трябва да бъде.“

Фон Нойман отива още по-далеч, като обяснява как може да се осъществи еволюция при машинното възпроизвеждане. Според него може да настъпят известни усложнения, когато отпечатъкът на един автомат претърпява някакво вид промяна. Да предположим например, че един автомат, който плава в бульона от резервни части, се сблъска с твърд трегер, който е плавал наблизо. Ако трегерът удари автомата директно, в резултат на удара може да се промени част от отпечатъка. Тогава, когато дойде време за възпроизвеждане, автоматът ще пресъздаде не себе си, а някакъв свой модифициран вариант. Получила се е мутация, като по този начин твърде примитивните автомати, чиято сложност съответства например на тази на амебата, успяват с течение на времето да се превърнат в други същества, които са сравнително по-сложни – като например хора. Изкуствените автомати могат да се развиват точно както го правят и естествените автомати, т.е. точно както се развиват животните. Сложността сама по себе си е решаващият фактор. Под някакво минимално равнище на сложност самовъзпроизвеждащите се автомати ще деградират до прости механизми. Но над това равнище, казва той, „явленietо синтез, ако е правилно организирано, може да стане експлоативно“. От някакво количество реещи се наоколо в един първичен автоматен бульон болтове, гайки и други елементи, може да възникне раса от метални хора. Джон фон Нойман е Чарлз Дарвин на роботите.

Анализът на Фон Нойман на „кинематиката“ или на движението, три-

мерните автомати, далеч не е последната му дума върху теорията на автоматите. Действително това е само началото. Станислав Улам, който е колега на Фон Нойман в Института, а по-късно работи в Лос Аламос, веднъж предлага на Джони да помисли върху една абстрактна, двумерна, подобна на шахматна дъска структура на автомат. Улам вече е използвал подобна система от „клетъчни“ области за изследване израстването на кристали и по-късно Фон Нойман проучва въпроса дали едно неопределено голямо двумерно клетъчно пространство не би било достатъчно като околна среда за самовъзпроизвеждането на клетъчни автомати. Докато отговаря на въпроса – положително – Фон Нойман създава цяла нова област на математиката, теорията на клетъчните автомати.

Това е най-абстрактната, висшата, точно в стила на Платоновите небеса, теория на Фон Нойман. Тези логически същности са единствено определени чрез математическите функции, живеят, умират и се възпроизвеждат в обширни, абстрактни и двумерни области на имагинерното пространство. Чрез правилните функции, програмирани в тях, ходът на клетъчните автомати през тази абстрактна мрежа апроксимира еволюцията и развитието на физическите системи в природата.

Колкото и да е странна представата за самовъзпроизвеждащите се двумерните клетъчни автомати, тези понятия са напълно приемливи за останалите редовни членове на ИАИ. Клетъчните автомати в края на краишата са една абстракция – Платонови архетипове, – точно за такива неща е създаден Институтът. Оказва се обаче, че клетъчните автомати наистина имат смисъл в реалния свят. Точно както тримерните роботи на Фон Нойман изясняват процеса на самовъзпроизвеждане в живите организми, станалият по-късно член на Института Стивън Волфрам твърди, че автоматите на Фон Нойман имат всеобхватна и проникновена стойност за разбирането на природата, че в действителност те могат да бъдат от типа на онези математически механизми, които допринасят за сложността на Вселената. Вътрешните действия на клетъчните автомати, казва той, представляват нещо като „естествен софтуер“. Той може да е прав или не, но е напълно сигурно, че Волфрам никога не би могъл да използва този аргумент без помощта на уреда, за чието разработване Джон фон Нойман играе решаваща роля, – електронноизчислителната машина.

Превод: **И. Русев**
(Ed Regis, *Who Got Einstein's Office?*, Adisson-Wesley Publ. Comp., 1987)

* Вж. *Светът на физиката*, т. 20, 1997 г. – Четиво с продължение. – Бел. ред.